

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 DU BÂTIMENT  
PROGETTO STRUTTURALE – RELAZIONE DI CALCOLO DELL'EDIFICIO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié 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

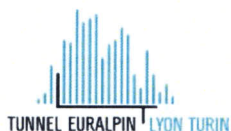


CODE DOC	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>3</b>	<b>A</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>B</b>
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

<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>06</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 financé par l'Union européenne (DG-TREN)



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

## SOMMAIRE / INDICE

1. RESUME/RIASSUNTO .....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
3. INTRODUZIONE .....	4
4. NORMATIVE .....	6
5. MATERIALI .....	7
6. ANALISI DEI CARICHI .....	9
7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO .....	23
8. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	26
9. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI (FEM).....	37
10. VERIFICHE A SLE .....	40
11. VERIFICHE A SLU FLESSIONE.....	41
12. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI .....	41
13. BLOCCO A .....	42
14. BLOCCO B .....	94
15. BLOCCO C .....	195
16. BLOCCO D .....	271
17. PILASTRI.....	331
18. VERIFICHE MARTELLAMENTO GIUNTI.....	363
19. VERIFICHE SPOSTAMENTI D'INTERPIANO.....	377
20. VERIFICHE GEOTECNICHE .....	382
21. VERIFICA TRAVI CAP (12,60M).....	403
22. VERIFICA TRAVI CAP (20,60M).....	459
23. MODI DI VIBRARE E MASSE PARTECIPANTI.....	541

## 1. RESUME/RIASSUNTO

Le présent document décrit les solutions de projet choisies pour la structure de la Centrale de ventilation qui se trouve à la tête de la galerie de ventilation.

Il presente documento descrive le soluzioni progettuali adottate per la struttura della Centrale di ventilazione posta all'imbocco della galleria di ventilazione.

## 2. Documenti di riferimento

### 2.1 Documenti di progetto

I documenti di riferimento sono i seguenti:

- PRV-C3A-TS3-7649\_26-48-50\_10-06 Progetto strutturale - Relazione di calcolo edificio
- PRV-C3A-TS3-7650\_26-48-50\_10-07 Progetto strutturale - Relazione di calcolo muri perimetrali
- PRV-C3A-TS3-7651\_26-48-50\_10-08 Progetto strutturale - Relazione di calcolo raccordi tra centrale e galleria
- PRV-C3A-TS3-7652\_26-48-50\_30-16 Progetto strutturale - Tracciamento pilastri
- PRV-C3A-TS3-7653\_26-48-50\_30-17 Progetto strutturale - Pianta fondazione
- PRV-C3A-TS3-7654\_26-48-50\_30-18 Progetto strutturale - Pianta solaio quota +675,05
- PRV-C3A-TS3-7655\_26-48-50\_30-19 Progetto strutturale - Pianta solaio quota +680,10
- PRV-C3A-TS3-7656\_26-48-50\_30-20 Progetto strutturale - Pianta solai quota +682,40; +682,76; 685,75
- PRV-C3A-TS3-7657\_26-48-50\_30-21 Progetto strutturale - Pianta solai quota +687,52; +700,98
- PRV-C3A-TS3-7658\_26-48-50\_40-06 Progetto strutturale - Sezione longitudinale
- PRV-C3A-TS3-7659\_26-48-50\_40-07 Progetto strutturale - Sezioni trasversali
- PRV-C3A-TS3-7662\_26-48-50\_30-24 Progetto strutturale - Muri rampa - pianta e sezioni
- e sezioni 4/4
- PRV-C3A-TS3-7668\_26-48-50\_60-07 Progetto strutturale - Armature tipologiche

### 3. INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda le strutture della Centrale di ventilazione Maddalena sita nel Comune di Chiomonte (TO).

#### 3.1 Descrizione dell'intervento

La centrale di ventilazione è destinata al trattamento e convogliamento dell'aria a servizio del tunnel di base. Il fabbricato in oggetto è realizzato interamente in conglomerato cementizio armato e si sviluppa con un sistema impiantistico su due livelli, indipendenti fra loro, al piano interrato e al piano terra, ognuno dei quali dotato di camini per l'aspirazione dell'aria e locali tecnici di pertinenza.

La fondazione è costituita da una platea di spessore 90 cm.

Al piano +675,50 m è presente una soletta piena di spessore 60 cm costante, che tuttavia quando incontra il terreno sottostante diviene una fondazione di spessore 70 cm.

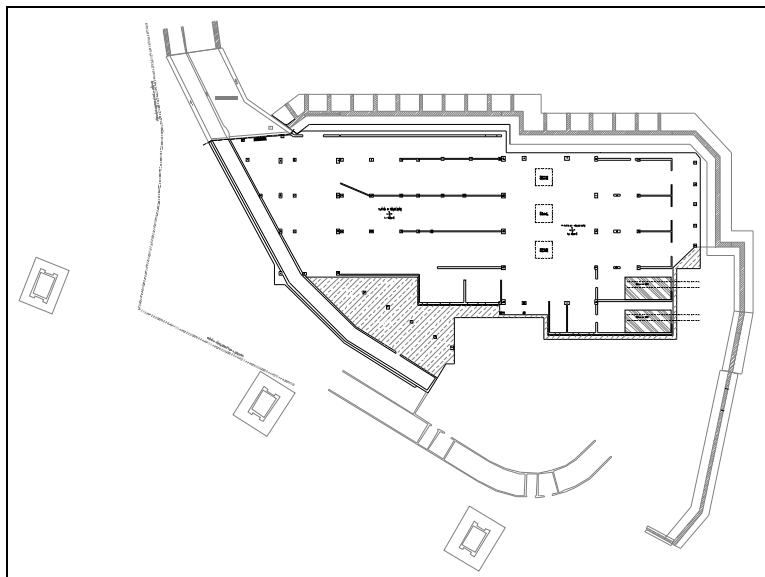
Il piano +680,10 m è costituito da una soletta piena di spessore 60 cm.

Le coperture dei camini di ventilazione sono realizzate con lastre prefabbricate del tipo "predalles" di spessore 35 cm per la copertura posta a quota +687,42 m e di 40 cm per la copertura a quota +700,98 m.

Le coperture dei locali ventilatori sono invece realizzate con tegoli prefabbricati in c.a.p.; a quota +682,40 m il solaio ha altezza pari a 100 cm con un getto in cls collaborante di spessore 10 cm, armato con rete elettrosaldata; mentre a quota +685,75 m il solaio ha altezza pari a 60 cm con un getto in cls collaborante di spessore 10 cm, armato con rete elettrosaldata.

Le strutture verticali consistono in setti in cemento armato e pilastri gettati in opera che si sviluppano dalle fondazioni alla copertura. Vi sono inoltre dei muri al piano interrato che sostengono il lato controterra.

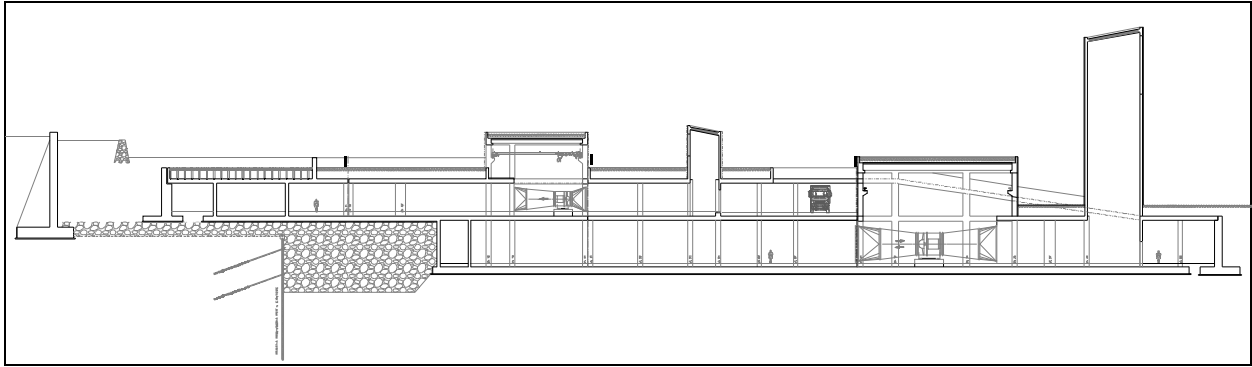
In relazione allo sviluppo planimetrico ed alle differenti altezze degli orizzontamenti, funzionali all'alloggiamento degli impianti della centrale, sono stati previsti diversi giunti strutturali che interessano tutta l'altezza dell'edificio salvo la platea di fondazione. Essa invece non presenta giunti al fine di migliorare il comportamento complessivo della struttura.



**Planimetria\_Fondazioni**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Sezione longitudinale

### 3.2 Criteri di progetto e livelli prestazionali

Le strutture 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 50 anni (§2.4.1 del NTC 2008).

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

Si considera un fattore di struttura  $q = 1,6$ ; 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 aventi rigidità pari a 5000 kPa/m.

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”;
- D.M. 03/12/1987:** “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”;
- Circ. Min. LL.PP. 16/03/1989:** “Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”;
- 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:	$c = 35/45 \text{ mm}$

#### *Travi in c.a.p.*

Classe di resistenza:	C45/55
Classe di esposizione:	XC2
Modulo elastico:	$E_c = 36.416 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:	$f_{ck} = 45,65 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica:	$f_{cm} = 53,65 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = 25,87 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (valore medio):	$f_{ctm} = 3,83 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 2,68 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione per flessione:	$f_{ctk} = 3,22 \text{ N/mm}^2$
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	$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$

## 5.3 Acciaio per cemento armato precompresso

Si utilizzano trefoli in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$
Tensione all'1% deform. residua	$f_{p(1)k} = 1674 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_p = 195000 \text{ N/mm}^2$
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	$\gamma_p = 1,15$



## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Pesì propri

#### Peso proprio struttura

Il peso proprio 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 solai di copertura

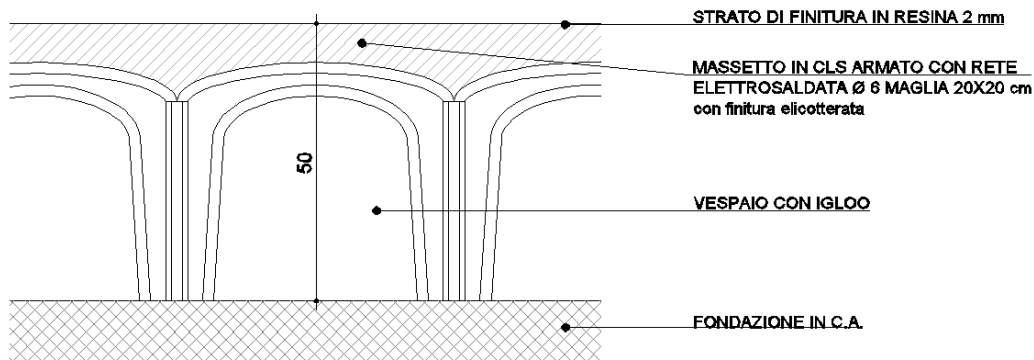
Solaio predalles (+687,42 m, h = 35cm)	4,80 kN/m <sup>2</sup>
Solaio predalles (+700,98 m, h = 40cm)	5,30 kN/m <sup>2</sup>
Tegolo con travi in c.a.p (100+10cm)	9,10 kN/m <sup>2</sup>
Tegolo con travi in c.a.p (60+10cm)	7,20 kN/m <sup>2</sup>

### 6.2 Permanenti

#### Permanente fondazione (+667,95 m)

Permanente pavimento galleggiante	1,50 kN/m <sup>2</sup>
Permanente ventilatore (concentrato)	20 kN

Permanente iglù 4,00 kN/m<sup>2</sup> (vedere analisi sottostante):



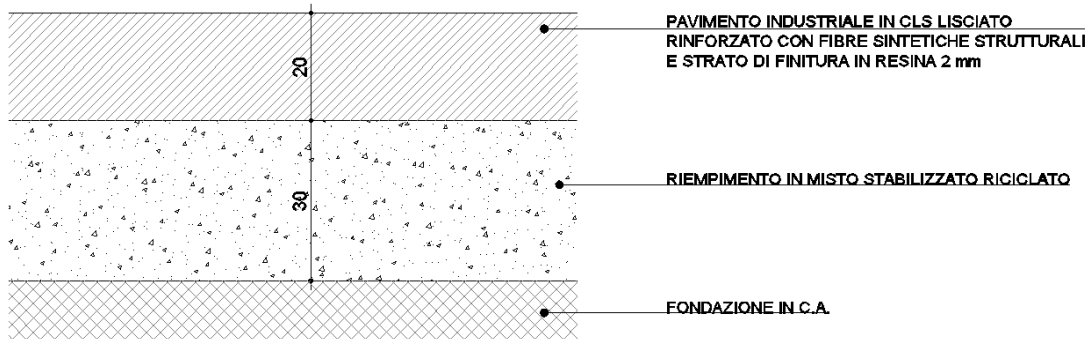
Soletta strutturale/massetto = $(0,10 \text{ m} \times 25,00 \text{ kN/m}^3) =$	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Riempimento Igloo h 40 cm =	1,30 kN/m <sup>2</sup>
<u>Impianti su fondazione/solaio =</u>	<u>0,20 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Permanente totale =</b>	<b>4,00 kN/m<sup>2</sup></b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Permanente Zona BT-MT

9,60 kN/m<sup>2</sup> (vedere analisi sottostante):



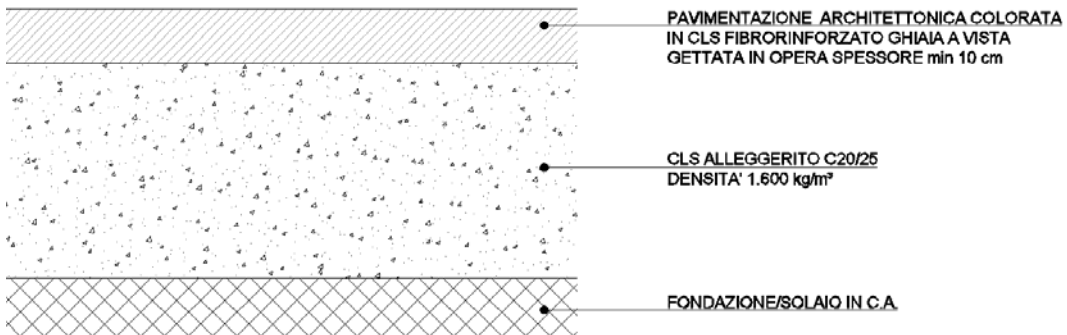
Pavimentazione = (0,20 m x 24,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	4,80 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito = (0,30 m x 16,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	4,80 kN/m <sup>2</sup>
<b>Permanente totale =</b>	<b>9,60 kN/m<sup>2</sup></b>

**Permanente soletta (+675,05 m)**

Permanente pavimento galleggiante	1,50 kN/m <sup>2</sup>
Permanente ventilatore (concentrato)	20 kN
Permanente quadri (concentrato)	15 kN

Permanente Piazzale

8,40 kN/m<sup>2</sup> (vedere analisi sottostante):



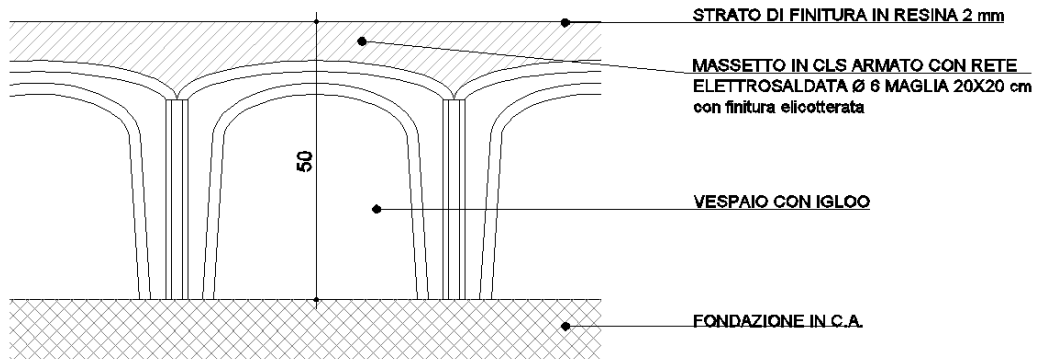
Pavimentazione = (0,10 m x 24,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	2,40 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito = (0,35 m x 16,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	5,60 kN/m <sup>2</sup>
Impianti appesi =	0,40 kN/m <sup>2</sup>
<b>Permanente totale =</b>	<b>8,40 kN/m<sup>2</sup></b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Permanente Igloo

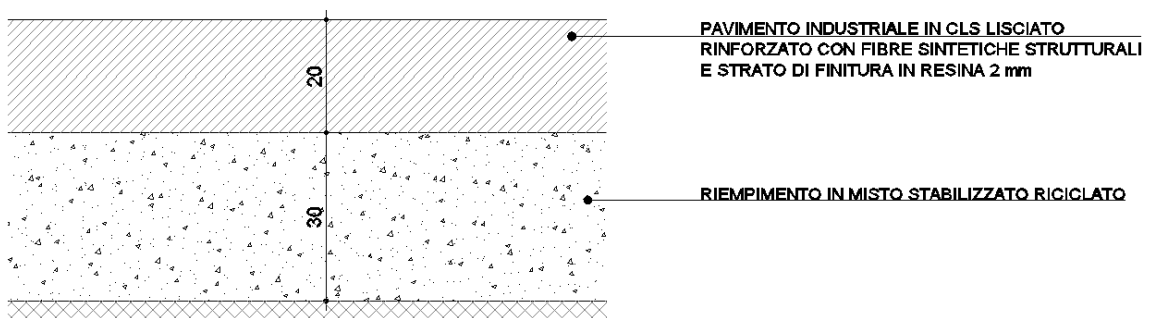
4,00 kN/m<sup>2</sup> (vedere analisi sottostante):



Soletta strutturale/massetto = (0,10 m x 25,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Riempimento Igloo h 40 cm =	1,30 kN/m <sup>2</sup>
Impianti su fondazione/solaio =	0,20 kN/m <sup>2</sup>
<b>Permanente totale =</b>	<b>4,00 kN/m<sup>2</sup></b>

Permanente Zona BT-MT

9,60 kN/m<sup>2</sup> (vedere analisi sottostante):



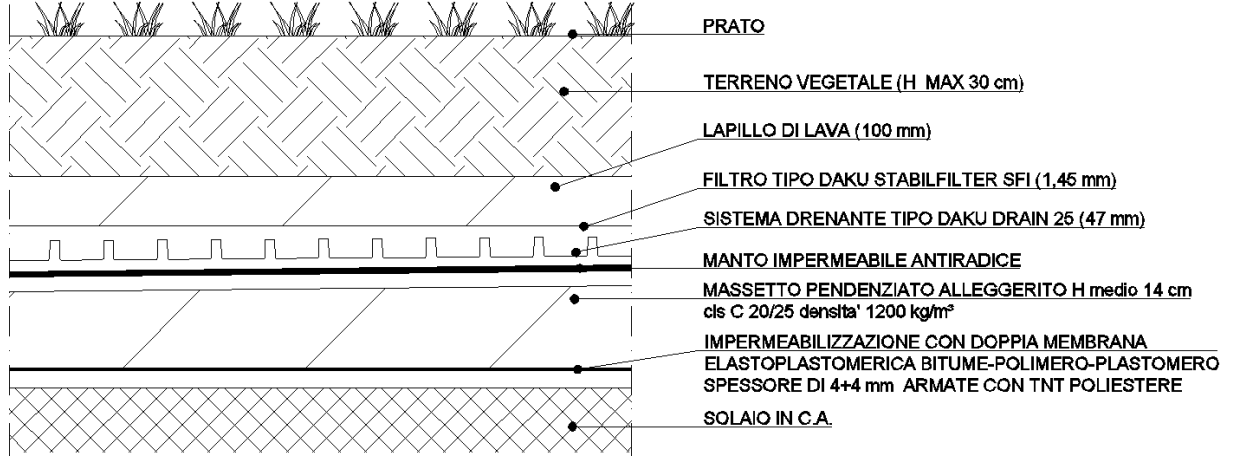
Pavimentazione = (0,20 m x 24,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	4,80 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito = (0,30 m x 16,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	4,80 kN/m <sup>2</sup>
<b>Permanente totale =</b>	<b>9,60 kN/m<sup>2</sup></b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Permanente Zona tetto giardino (altezza = 60 cm) 9,74 kN/m<sup>2</sup>

(vedere analisi sottostante):



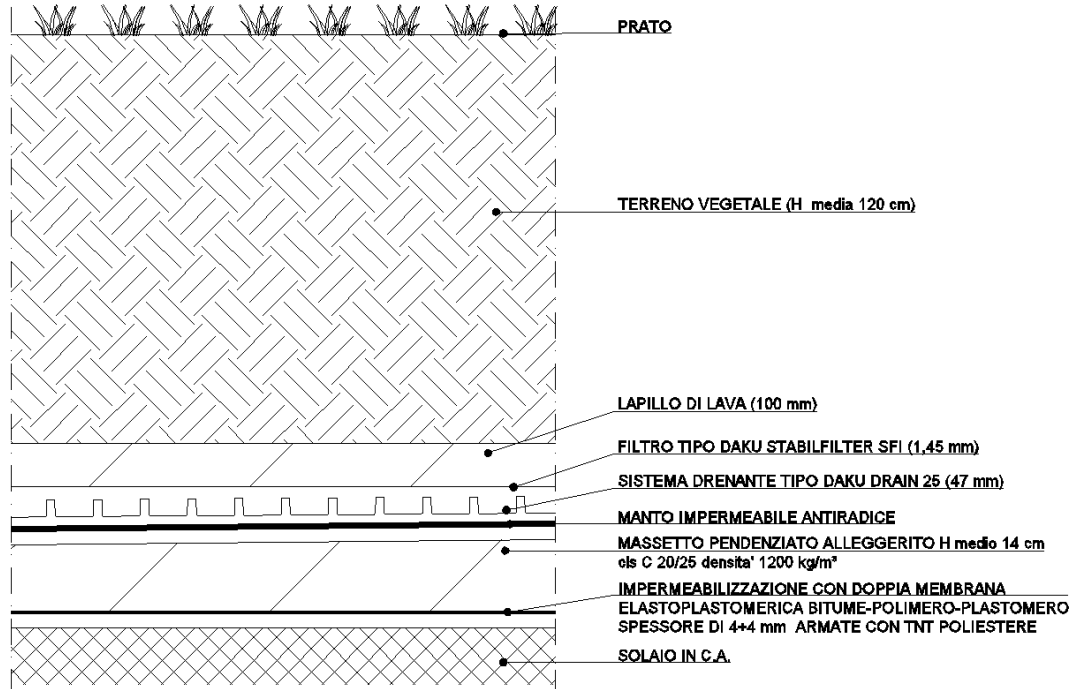
Terra di coltura = (0,30 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	5,40 kN/m <sup>2</sup>
Ghiaia Drenaggio = (0,10 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Sistema di drenaggio = (0,05 m x 5,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Membrana antiradice = (0,003 m x 11,25 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,03 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito (14 cm) = (0,14 m x 12,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,68 kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione = (0,008 m x 10,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,08 kN/m <sup>2</sup>
<u>Impianti appesi =</u>	<u>0,50 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Permanente totale =</b>	<b>9,74 kN/m<sup>2</sup></b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Permanente Zona verde (altezza = 150 cm) 26,00 kN/m<sup>2</sup>

(vedere analisi sottostante):



Terra di coltura = (1,20 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	21,60 kN/m <sup>2</sup>
Ghiaia Drenaggio = (0,10 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Sistema di drenaggio = (0,05 m x 5,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Membrana antiradice = (0,003 m x 11,25 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,03 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito (14 cm) = (0,14 m x 12,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,68 kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione = (0,008 m x 10,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,08 kN/m <sup>2</sup>
<u>Impianti appesi =</u>	<u>0,50 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Permanente totale =</b>	<b>25,94 kN/m<sup>2</sup></b>

Si considera un permanente di 26,00 kN/m<sup>2</sup>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

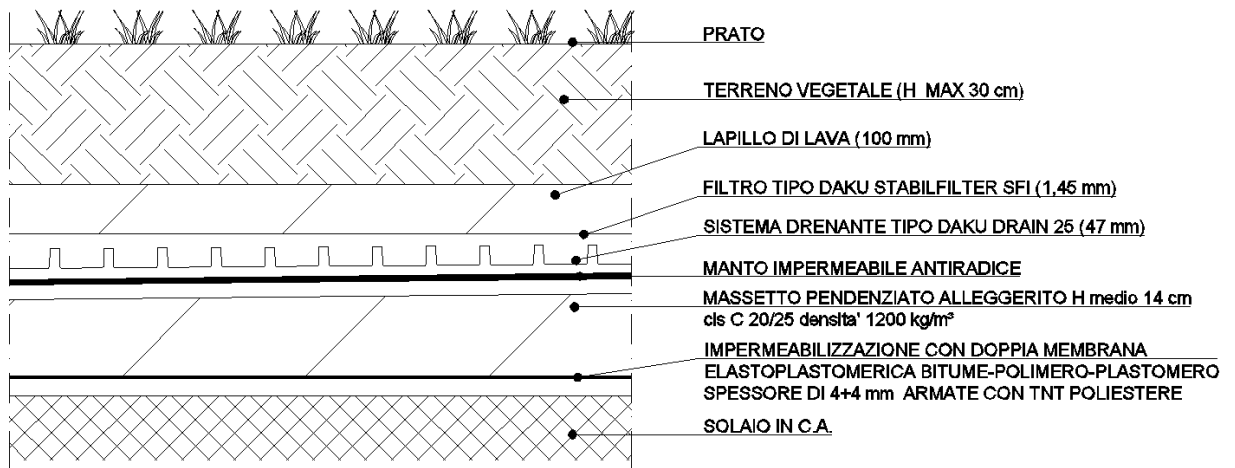
**Permanente coperture in predalles**

Solaio predalles (+687,42 m, h = 35cm)	2,00 kN/m <sup>2</sup>
Solaio predalles (+700,98 m, h = 40cm)	2,00 kN/m <sup>2</sup>

**Permanente coperture con tegoli**

Permanente Zona tetto giardino (altezza = 60 cm)	9,74 kN/m <sup>2</sup>
--	------------------------

(vedere analisi sottostante):



Terra di coltura = (0,30 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	5,40 kN/m <sup>2</sup>
Ghiaia Drenaggio = (0,10 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Sistema di drenaggio = (0,05 m x 5,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Membrana antiradice = (0,003 m x 11,25 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,03 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito (14 cm) = (0,14 m x 12,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,68 kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione = (0,008 m x 10,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,08 kN/m <sup>2</sup>
<u>Impianti appesi =</u>	<u>0,50 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Permanente totale =</b>	<b>9,74 kN/m<sup>2</sup></b>

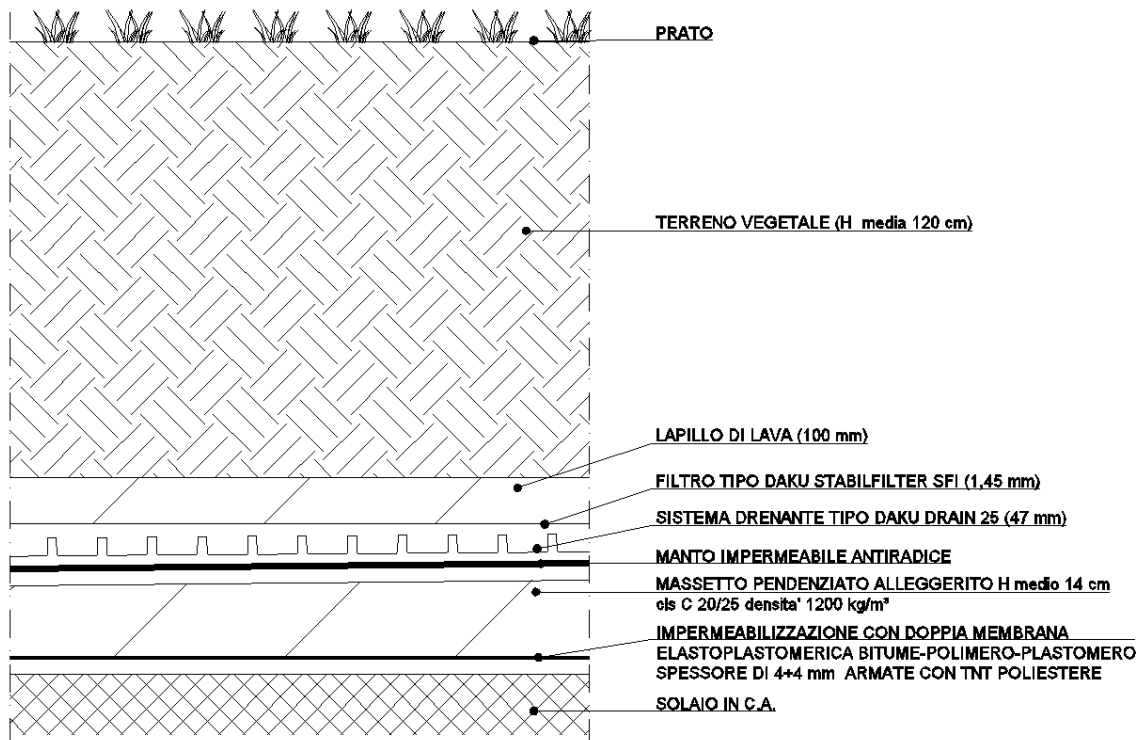
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Permanente coperture in soletta piena**

Permanente Zona verde (altezza = 150 cm) 26,00 kN/m<sup>2</sup>

(vedere analisi sottostante):



Terra di coltura = (1,20 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	21,60 kN/m <sup>2</sup>
Ghiaia Drenaggio = (0,10 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Sistema di drenaggio = (0,05 m x 5,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Membrana antiradice = (0,003 m x 11,25 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,03 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito (14 cm) = (0,14 m x 12,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,68 kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione = (0,008 m x 10,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,08 kN/m <sup>2</sup>
<u>Impianti appesi =</u>	<u>0,50 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Permanente totale =</b>	<b>25,94 kN/m<sup>2</sup></b>

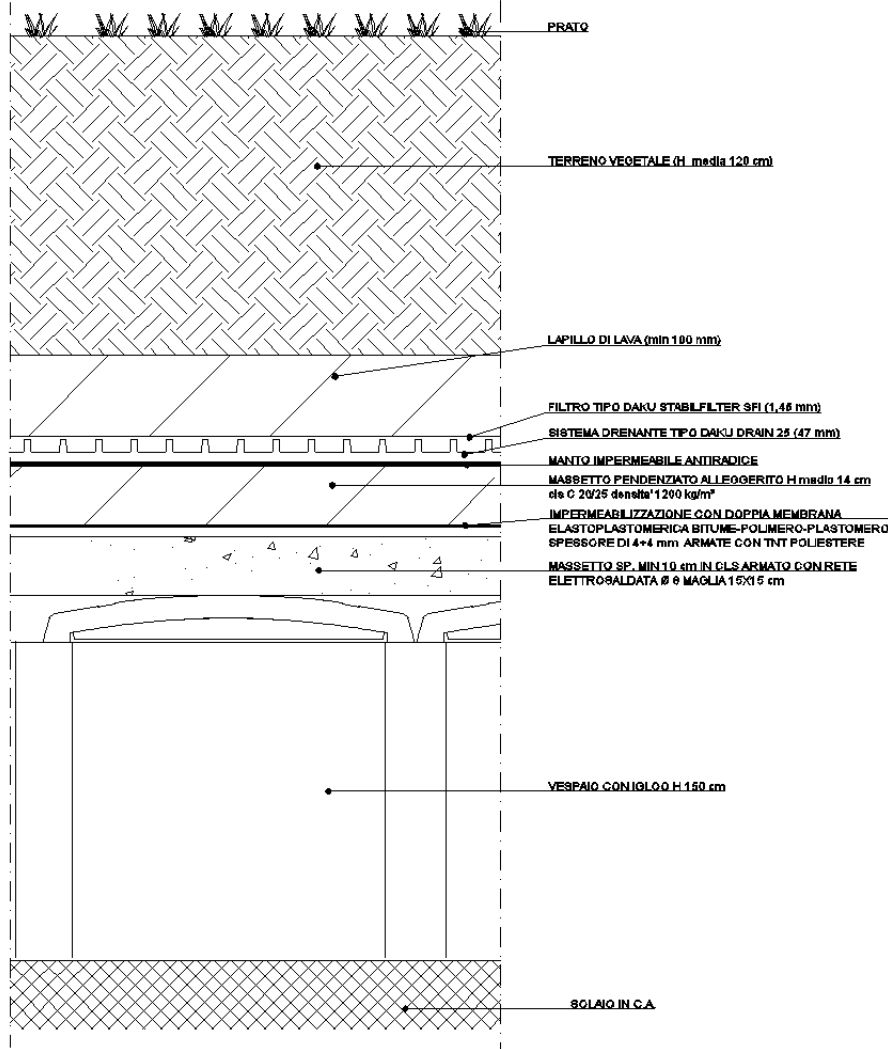
Si considera un permanente di 26,00 kN/m<sup>2</sup>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Permanente Zona verde (altezza = 300 cm) 32,50 kN/m<sup>2</sup>

(vedere analisi sottostante):



Terra di coltura = (1,20 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	21,60 kN/m <sup>2</sup>
Ghiaia Drenaggio = (0,10 m x 18,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Sistema di drenaggio = (0,05 m x 5,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Membrana antiradice = (0,003 m x 11,25 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,03 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito (14 cm) = (0,14 m x 12,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	1,68 kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilizzazione = (0,008 m x 10,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	0,08 kN/m <sup>2</sup>
Soletta strutturale/massetto = (0,10 m x 25,00 kN/m <sup>3</sup> ) =	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Riempimento Igloo h 140 cm =	3,80 kN/m <sup>2</sup>
Impianti appesi =	0,50 kN/m <sup>2</sup>
<b>Permanente totale =</b>	<b>32,24 kN/m<sup>2</sup></b>

Si considera un permanente di 32,50 kN/m<sup>2</sup>



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Carichi applicati sulle pareti**

Pietrame	6,25 kN/m <sup>2</sup>
Corten	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Muratura	8,00 kN/m <sup>2</sup>

**6.3 Variabili antropici**

**Variabile fondazione**

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

**Variabile solaio (+675,05 m)**

Variabile (categoria E uso industriale)	10 kN/m <sup>2</sup>
Variabile (categoria G transito automezzi)	20 kN/m <sup>2</sup>
Variabile (categoria H coperture)	2 kN/m <sup>2</sup>

**Variabile solaio (+680,10 m)**

Variabile (categoria E uso industriale)	10 kN/m <sup>2</sup>
Variabile (categoria H coperture)	2 kN/m <sup>2</sup>

**Variabile coperture**

Variabile (categoria H coperture)	2 kN/m <sup>2</sup>
-----------------------------------	---------------------

**Carroponte (+678,45 m)**

Peso proprio + Portata (concentrato)	216 kN
Frenatura (concentrato)	30,9 kN
Serpeggiamento (concentrato)	21,6 kN

**Carroponte (+683,00 m)**

Peso proprio + Portata (concentrato)	43,2 kN
Frenatura (concentrato)	6,2 kN
Serpeggiamento (concentrato)	4,3 kN

**Sovrappressioni aria sui solai**

dovute ai ventilatori (tre camini, +667,95 m)

Sovrappressione di mandata	5,00 kN/m <sup>2</sup>
Sovrappressione di aspirazione	0,50 kN/m <sup>2</sup>

dovute ai ventilatori (due camini, +675,05 m)

Sovrappressione di mandata	1,00 kN/m <sup>2</sup>
Sovrappressione di aspirazione	0,50 kN/m <sup>2</sup>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 6.4 Vento

Quota sito	700 m
Zona appartenenza sito	1 (Piemonte)
Periodo di ritorno	50 anni
Classe di rugosità del terreno	C
Categoria di esposizione sito	IV
Quota dal suolo	33,50 m
$c_e(z)$	2,67
$q_b$	391,2 N/m <sup>2</sup>
<b>p</b>	<b>1,04 kN/m<sup>2</sup></b>

## 6.5 Neve

Quota sito	700 m
Zona	I (Alpina)
$q_{sk}$	2,68 kN/m <sup>2</sup>
$c_e$	1
$c_t$	1
$\alpha$	0°
$m_l$	0,8
<b><math>q_s</math></b>	<b>2,15 kN/m<sup>2</sup></b>

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

## 6.6 Ritiro

Il ritiro è stato equiparato ad una variazione termica di  $-30^{\circ}\text{C}$ .

$$\varepsilon_{cs} = \alpha \times \Delta T$$

$\alpha = 0,00001/^{\circ}\text{C}$  coefficiente di dilatazione lineare del calcestruzzo introdotto nei modelli

$\Delta T = -30^{\circ}\text{C}$  variazione termica

$\varepsilon_{cs} = 0,3 \text{ ‰}$  azione da ritiro considerata nei calcoli

Si osserva che l'azione di ritiro considerata è quella che agirebbe se gli elementi strutturali fossero composti da solo conglomerato cementizio gettato in un'unica soluzione. In realtà la presenza delle armature e le fasi costruttive riducono sensibilmente tale valore. A favore di sicurezza, il valore riportato non è stato ridotto.

## 6.7 Azioni termiche

Le azioni termiche sono state prese in conto considerando una variazione termica di  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ , relativamente a strutture in c.a. protette.

## 6.8 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  $45,129402^{\circ}$  latitudine NORD e  $6,989686^{\circ}$  longitudine EST, quindi sono stati valutati i parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_C$  in tali coordinate andando a fare 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.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Si considera vita nominale 50 anni e classe d'uso IV dell'edificio e si classifica il sedime fondale in categoria "C" ai sensi della Tab. 3.2.II delle NTC.

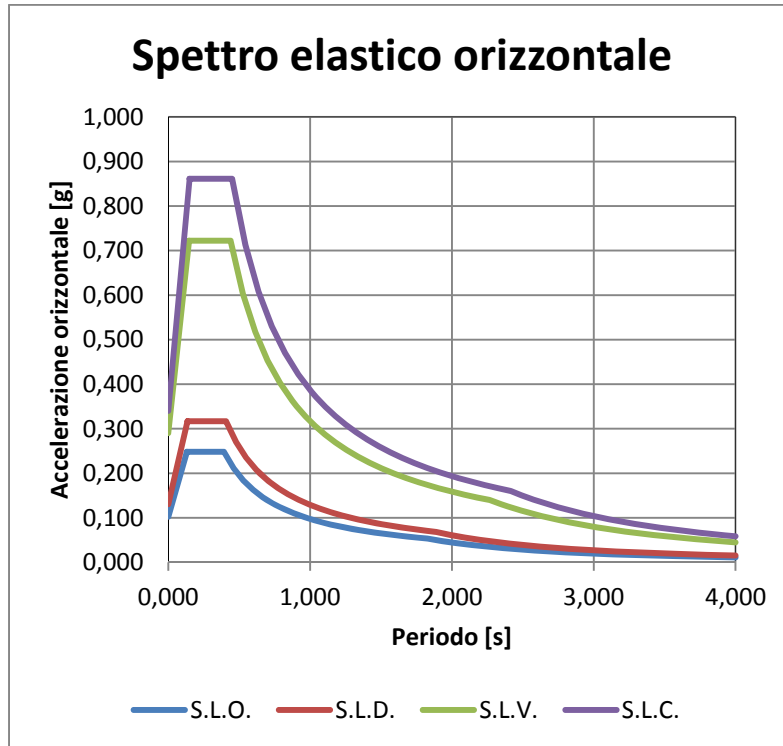
I dati di ingresso per la valutazione degli spettri per i differenti Stati Limite sono:

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,057	2,423	0,230
SLD	101	0,073	2,424	0,243
SLV	949	0,167	2,490	0,273
SLC	1950	0,204	2,531	0,282

Pertanto gli spettri di risposta elastici in accelerazione per i differenti Stati Limite sono i seguenti:

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



### Spettro di risposta elastico orizzontale

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.

Il fattore di struttura è stato calcolato considerando i seguenti parametri:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

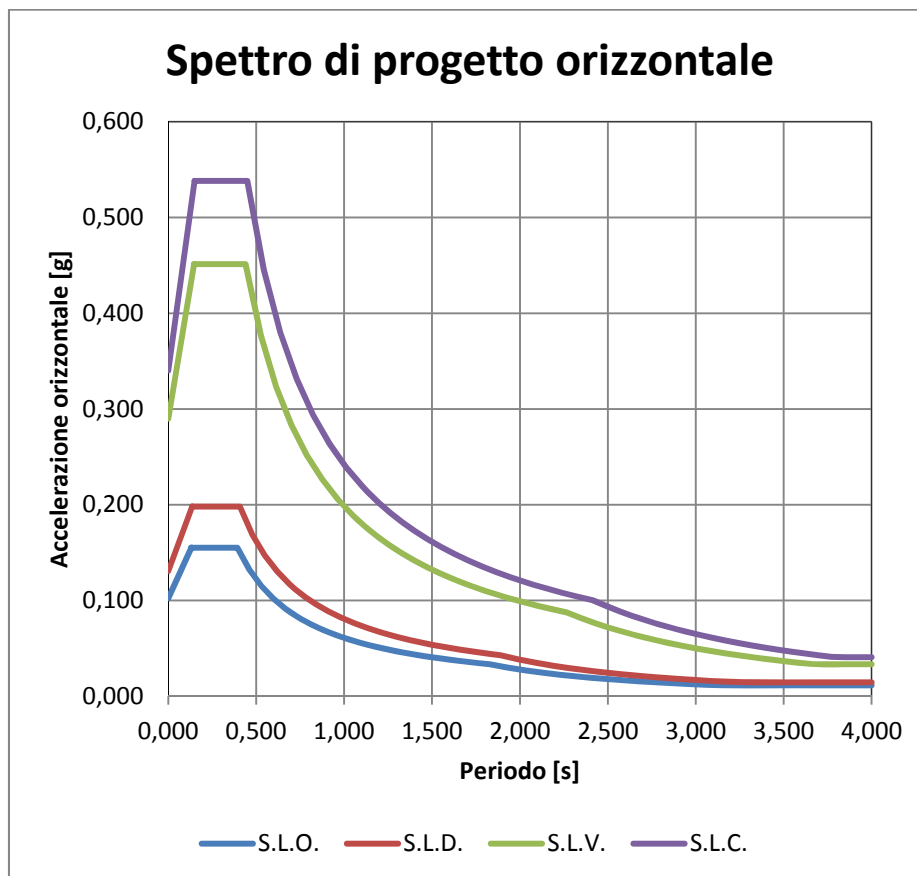
$q_0 = 3,0$	strutture a pareti non accoppiate;
$k_W = 0,67$	fattore riduttivo $(1+\alpha_0)/3$ ;
$k_R = 0,8$	struttura non regolare in altezza.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Pertanto si ha:  $q = 1,60$  . La struttura viene progettata in termini di resistenza e di duttilità, considerando le disposizioni costruttive del cap.7 del TU08.

Di seguito si riportano gli spettri di risposta di progetto per i diversi Stati Limite:



Spettro di progetto orizzontale

## 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 Cl2 (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 impedito 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.

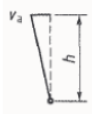
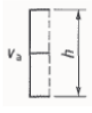


L'utilizzo della Spinta Attiva è preordinato allo scivolamento di un cuneo di terreno a tergo dell'opera di sostegno il quale permette di mobilitare la Spinta stessa. In letteratura sono presenti alcuni riferimenti riguardo agli spostamenti orizzontali minimi che si devono verificare per poter utilizzare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

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: $v_d$ is the wall motion to mobilise active earth pressure $h$ is the height of the wall			

Valutando gli spostamenti in combinazione Rara delle azioni si è valutato che tutti i muri sono soggetti a Spinta a Riposo, dove:  $K_0 = 0,398$ .

## 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:

- (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:

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

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.



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

Si sono utilizzate le formulazioni di Wood per tutti i muri soggetti a Spinta a Riposo.

## 8. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 8.1 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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 8.2 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	U11	U12	U13	U14
Peso proprio	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Permanenti solai	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Permanente su pareti	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Permanenti Macchine	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Spinta Terreno Permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Spinta Terreno Variabile (E)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Carroponte forze	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Variabile cat. E	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Variabile cat. G	1,5	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Vento +X	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0
Vento -X	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0
Neve su coperture	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Neve	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	0	1,5	1,5	-1,5	-1,5	1,5	1,5	-1,5	-1,5	1,5	1,5	-1,5	-1,5	1,5
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5
Termico	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	U15	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28
Peso proprio	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3
Permanenti solai	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3
Permanente su pareti	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3
Permanenti Macchine	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3
Spinta Terreno Permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3
Spinta Terreno Variabile (E)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	1,5	1,5	1,5
Carroponte forze	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	0	0	0	1,62	0	1,62
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	1,5	1,5	1,5
Variabile cat. E	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	1,5	1,5	1,5
Variabile cat. G	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	1,5	1,05	1,05
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	1,5
Vento -X	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0
Vento +Y	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
Vento -Y	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0
Neve su coperture	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	1,5	1,5	1,5
Neve	0	0	0	0,75	0,75	0,75	0,75	0	0	0	0	0,75	0	0
Neve con accumulo	0,75	0,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	1,5	-1,5	-1,5	1,5	0	-1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	-1,5	1,5	-1,5	0	1,5	0	-1,5	0	0	0	0	0	1,5	-1,5
Termico	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	0,9
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	U29	U30	U31	U32	U33	U34	U35	U36	U37	U38	U39	U40	U41	U42
Peso proprio	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Permanenti solai	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Permanente su pareti	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Permanenti Macchine	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Spinta Terreno Permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Spinta Terreno Variabile (E)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Carroponte forze	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62	0	1,62
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Variabile cat. E	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Variabile cat. G	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Vento +X	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0
Vento -X	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0
Vento -Y	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5
Neve su coperture	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	-1,5	-1,5	1,5	1,5	-1,5	-1,5	1,5	1,5	-1,5	-1,5	1,5	1,5	-1,5	-1,5
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5	1,5	-1,5
Termico	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	U43	U44	U45	U46	U47	U48	U49	U50
Peso proprio	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Permanenti solai	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Permanente su pareti	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Carroponte forze	0	1,62	0	1,62	0	0	0	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Variabile cat. E	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Variabile cat. G	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Vento +X	0	0	0	0	1,5	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0	0	1,5	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	1,5	0
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Neve su coperture	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Neve	0,75	0,75	0,75	0,75	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	1,5	0	-1,5	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	1,5	0	-1,5	0	0	0	0
Termico	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

COMBINAZIONI SLV-SLO

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Ve1	Ve2	Ve3	Ve4	Ve5	Ve6	Ve7	Ve8
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Carroponte forze	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carroponte massa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile cat. H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. E	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Variabile cat. G	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve su coperture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLV +X	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0
Spinta Wood SLV -X	0	0	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	1	1	0	0,3	0	0,3
Spinta Wood SLV +Y	0,3	0	0,3	0	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	1	1	0	0
Spinta Wood SLV -Y	0	0,3	0	0,3	0	0	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	1	1
Spinta Wood SLO +X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLO -X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLO +Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLO -Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1,6	1	1	-1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1,6	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3
Sisma Y SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	1	-1	-1
Sisma X SLO q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLO q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Carroponte forze	0	0	0	0	0	0	0	0
Carroponte massa	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile cat. H	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. E	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Variabile cat. G	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve su coperture	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	0	0	0	0	0	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLV +X	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLV -X	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLV +Y	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLV -Y	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta Wood SLO +X	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0
Spinta Wood SLO -X	0	0	1	1	0	0,3	0	0,3
Spinta Wood SLO +Y	0,3	0	0,3	0	1	1	0	0
Spinta Wood SLO -Y	0	0,3	0	0,3	0	0	1	1
Sisma X SLV q=1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLO q=1	1	1	-1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3
Sisma Y SLO q=1	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	1	-1	-1

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

COMBINAZIONI SLE RARA

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carroponte forze	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile cat. E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile cat. G	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	1
Vento +X	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Vento -X	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Neve su coperture	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Neve	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	0	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Termico	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Carroponte forze	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	0	0	0	1,08	0	1,08
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Variabile cat. E	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Variabile cat. G	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0,7	0,7
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Vento -X	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Vento +Y	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Vento -Y	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Neve su coperture	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Neve	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0,5	0	0
Neve con accumulo	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	-1	1	-1	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	1	-1
Termico	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	0,6	0,6	0,6
Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	R40	R41	R42
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carroponte forze	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08	0	1,08
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile cat. E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile cat. G	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1
Vento +X	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Vento -X	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Vento -Y	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Neve su coperture	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
Termico	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R49	R50
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	1	1	1	1	0	0	0	0
Carroponte forze	0	1,08	0	1,08	0	0	0	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	1	1	1	1	0	0	0	0
Variabile cat. E	1	1	1	1	0	0	0	0
Variabile cat. G	1	1	1	1	0	0	0	0
Vento +X	0	0	0	0	1	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0	0	1	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	1	0
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	1
Neve su coperture	1	1	1	1	0	0	0	0
Neve	1	1	1	1	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	1	0	-1	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	1	0	-1	0	0	0	0
Termico	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

COMBINAZIONI SLE FREQUENTE

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Carroponte forze	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Variabile cat. E	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Variabile cat. G	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vento +X	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0
Neve su coperture	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	0	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Termico	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0	0,9	0,9	0,9
Carroponte forze	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0	0	0	0,97	0	0,97
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5
Variabile cat. E	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0	0,9	0,9	0,9
Variabile cat. G	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0,3	0,3
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2
Vento -X	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
Vento +Y	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Vento -Y	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
Neve su coperture	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2
Neve	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	-1	1	-1	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	1	-1
Termico	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,5	0,5	0,5
Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38	F39	F40	F41	F42
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Carroponte forze	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97	0	0,97
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Variabile cat. E	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Variabile cat. G	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0
Vento -X	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0
Vento -Y	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2
Neve su coperture	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
Termico	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	F43	F44	F45	F46	F47	F48	F49	F50
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0
Carroponte forze	0	0,97	0	0,97	0	0	0	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
Variabile cat. E	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0
Variabile cat. G	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
Vento +X	0	0	0	0	0,2	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0	0	0,2	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	0,2	0
Vento -Y	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Neve su coperture	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0
Neve	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	1	0	-1	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	1	0	-1	0	0	0	0
Termico	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

COMBINAZIONI SLE QUASI PERMANENTE

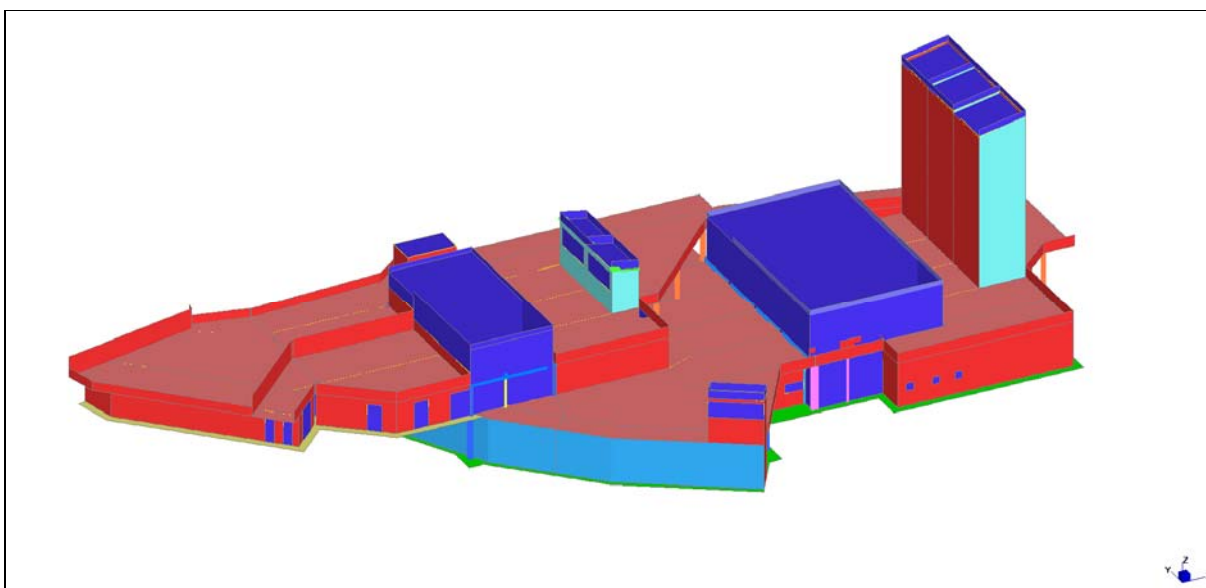
	QP1	QP2	QP3	QP4	QP5	QP6
Peso proprio	1	1	1	1	1	1
Permanenti solai	1	1	1	1	1	1
Permanente su pareti	1	1	1	1	1	1
Permanenti Macchine	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Permanente	1	1	1	1	1	1
Spinta Terreno Variabile (E)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Carroponte forze	0,86	0	0,86	0	0,86	0
Carroponte massa	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. H	0	0	0	0	0	0
Variabile cat. E	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Variabile cat. G	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Vento +X	0	0	0	0	0	0
Vento -X	0	0	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0
Vento -Y	0	0	0	0	0	0
Neve su coperture	0	0	0	0	0	0
Neve	0	0	0	0	0	0
Neve con accumulo	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. a 1-3 camini (E)	0	0	0	0	0	0
Pressione aria Imp. 2 Camini (E)	0	0	0	0	0	0
Termico	0	0	0	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0

## 9. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI (FEM)

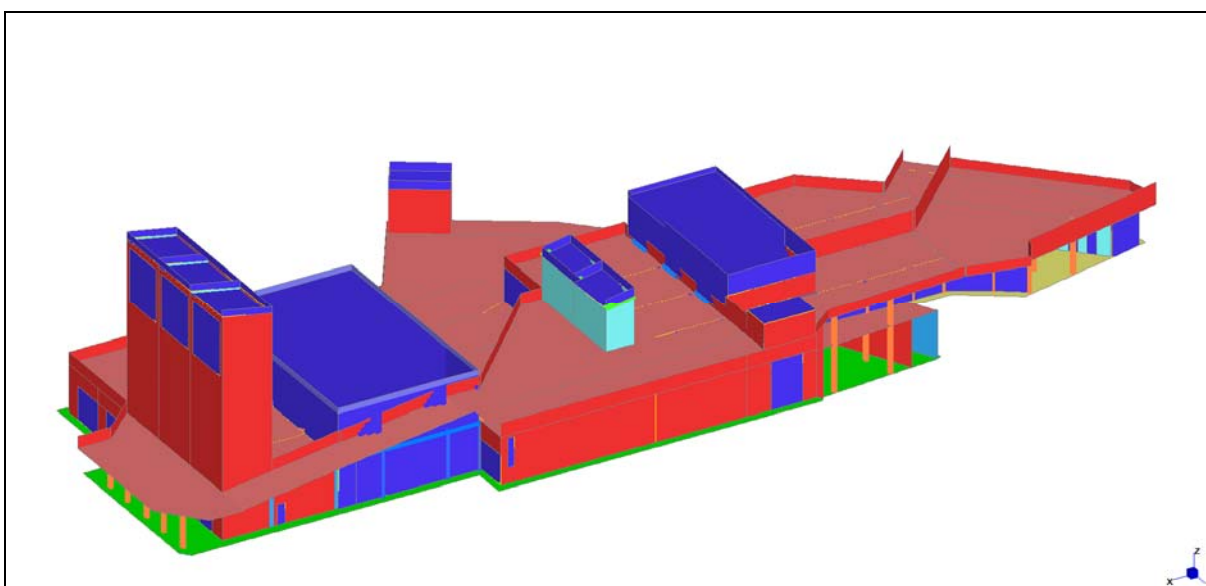
È stata effettuata una modellazione tridimensionale agli elementi finiti dell'intera struttura dell'edificio in quanto non sono previsti giunti strutturali. L'interfaccia tra struttura e terreno è stata modellata con molle alla Winkler verticali ( $k_{w,v} = 5000 \text{ kPa/m}$ ).

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\_ Vista 1**

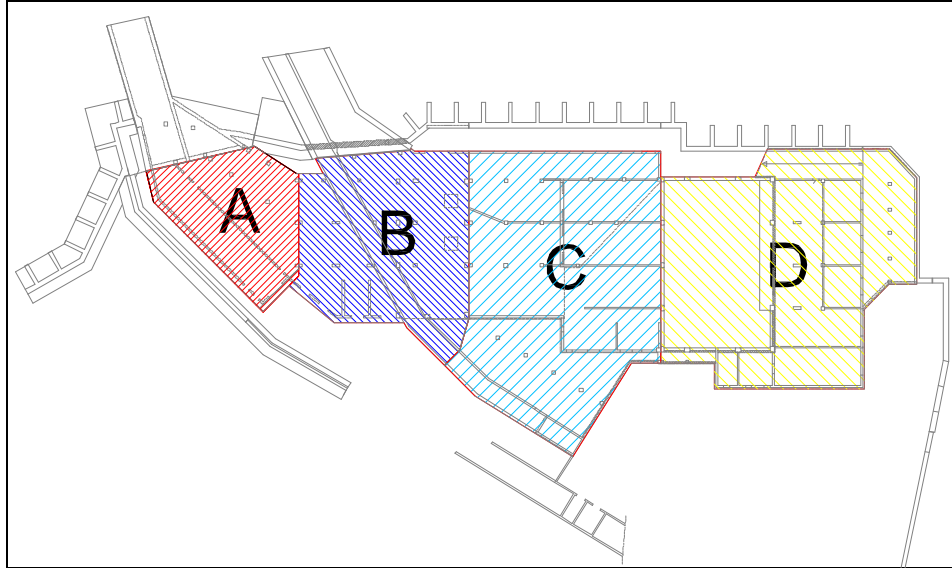


**Modello globale\_ Vista 2**

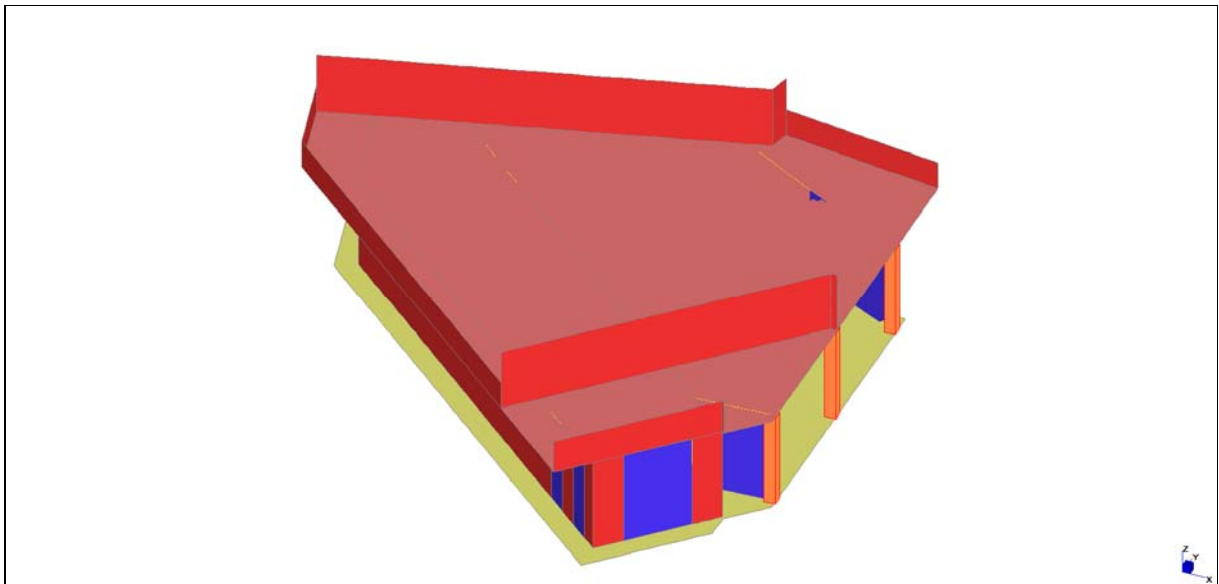
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Poiché nella struttura sono presenti dei giunti strutturali si è proceduto a suddividere il modello globale in 4 blocchi introducendo i relativi vincoli di simmetria e di ognuno si è svolta l'analisi statica e sismica.



**Key plan\_ Individuazione in pianta Blocchi**

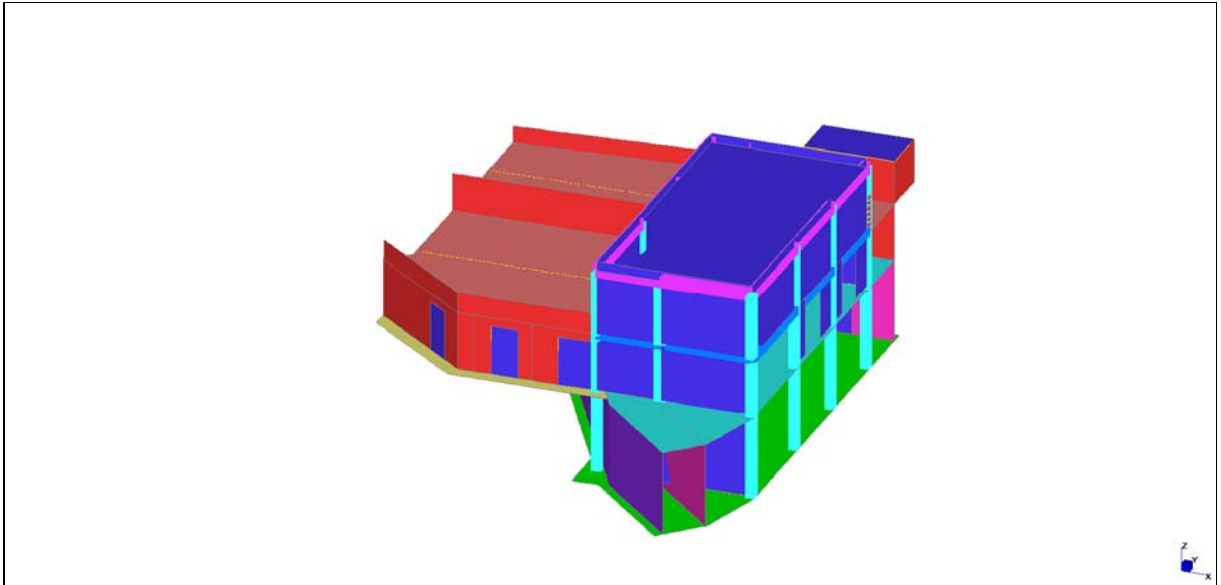


**Modello globale\_ Blocco A**

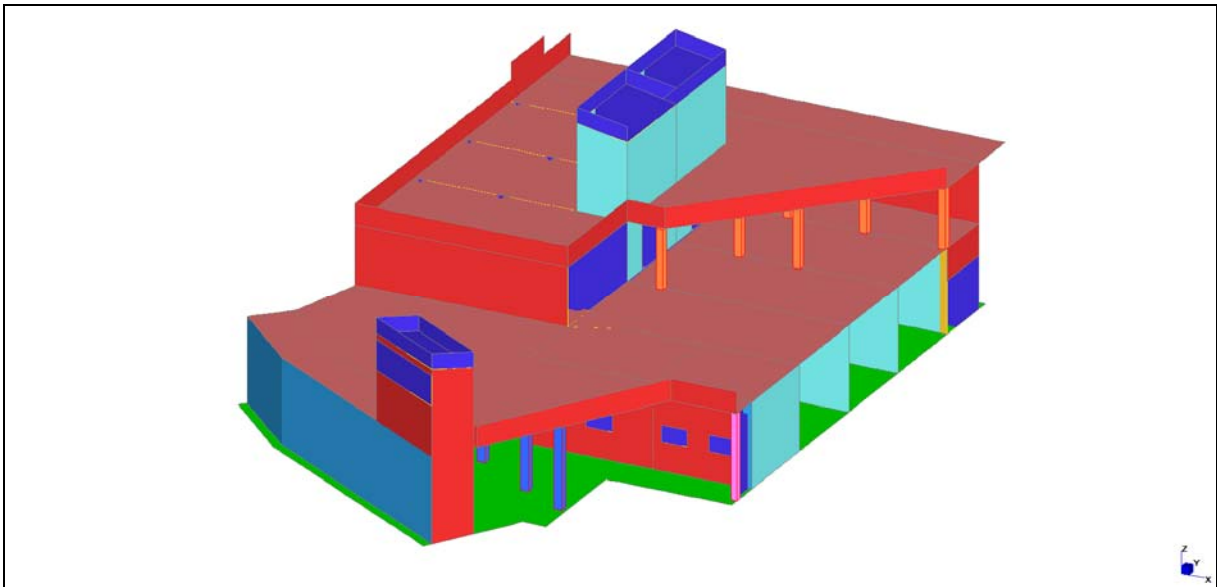
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

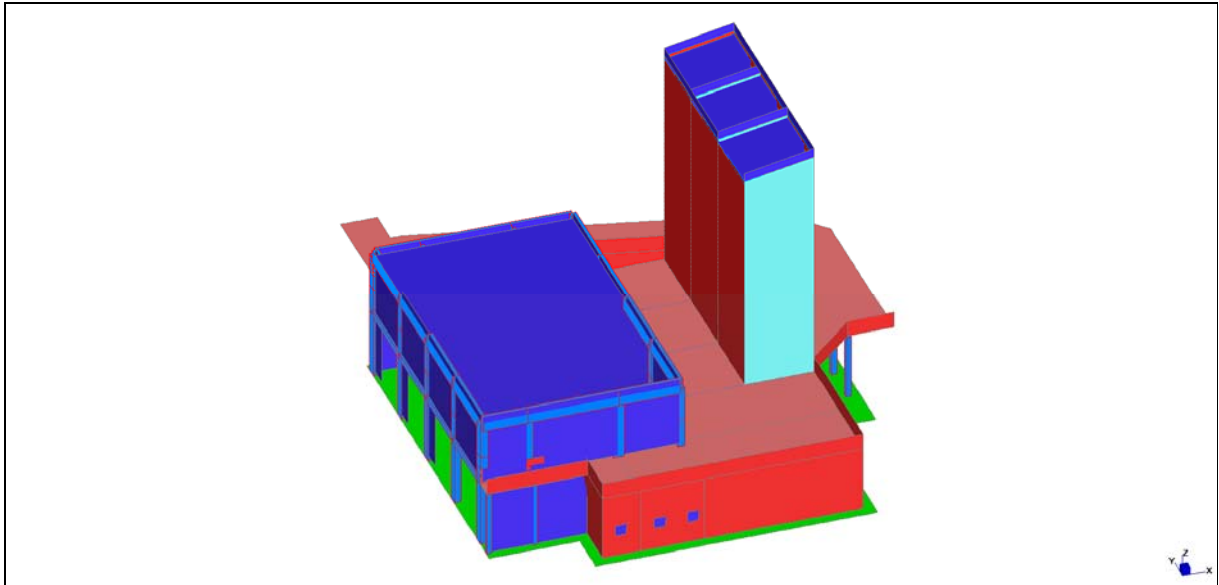
---



**Modello globale\_ Blocco B**



**Modello globale\_ Blocco C**



**Modello globale\_ Blocco D**

## 10. VERIFICHE A SLE

### 10.1 Verifica limitazione tensioni in esercizio

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

$$\begin{aligned}\sigma_c &< 0,60 \cdot f_{ck} && \text{[combinazione rara]} \\ \sigma_c &< 0,45 \cdot f_{ck} && \text{[combinazione quasi permanente]} \\ \sigma_s &< 0,8 \cdot f_{yk} && \text{[combinazione rara]}\end{aligned}$$

### 10.2 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.

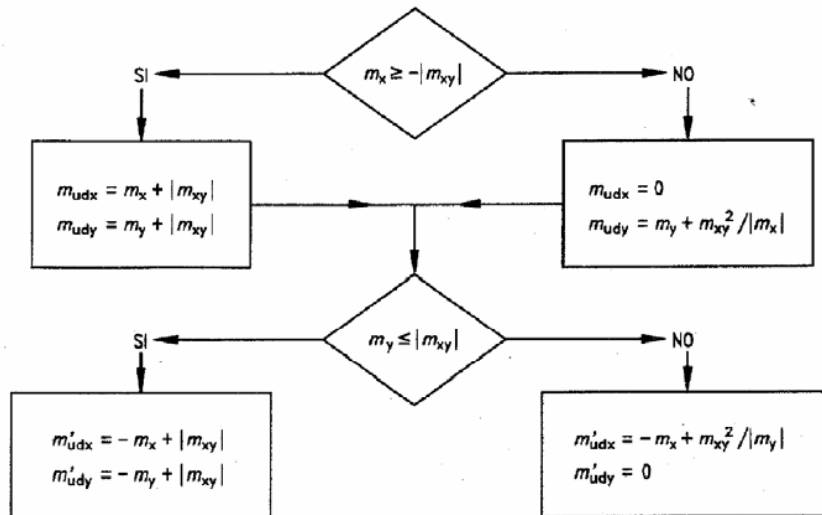
### 10.3 Verifiche a SLE contenimento del danno

Per evitare che l'azione sismica di progetto (SLO) produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile il T.U. impone una verifica agli spostamenti di interpiano.



## 11. 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).

## 12. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI

Di seguito, per ognuno dei blocchi analizzati, si riportano le verifiche degli elementi principali componenti la struttura:

### Blocchi A, B, C, D

- 1) PLATEA
- 2) SOLETTE
- 3) MURI
- 4) PILASTRI
- 5) TRAVI in c.a.p.

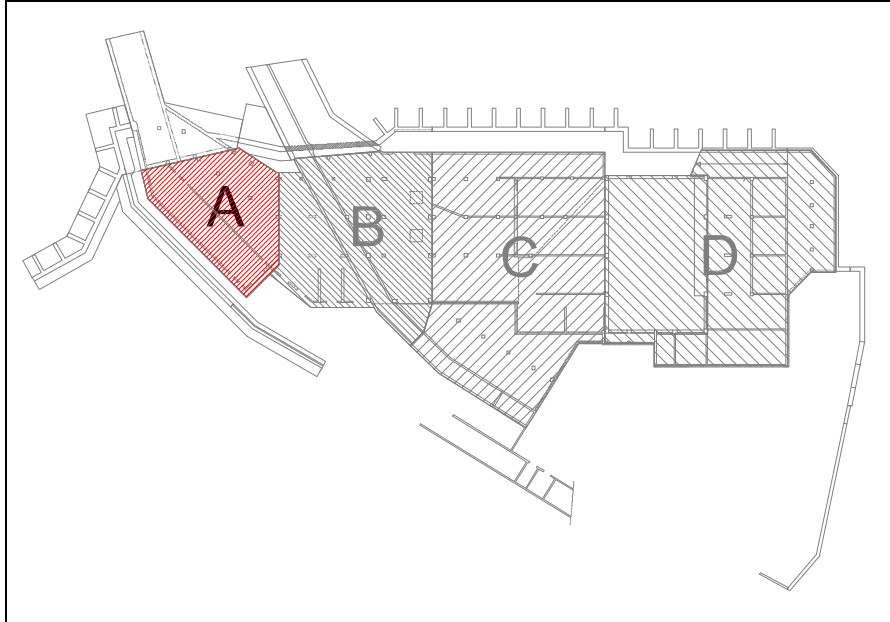
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

### 13.BLOCCO A

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



*Key plan - Individuazione Blocco A*

### 13.1 PLATEA (+675,05 m)

#### 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.

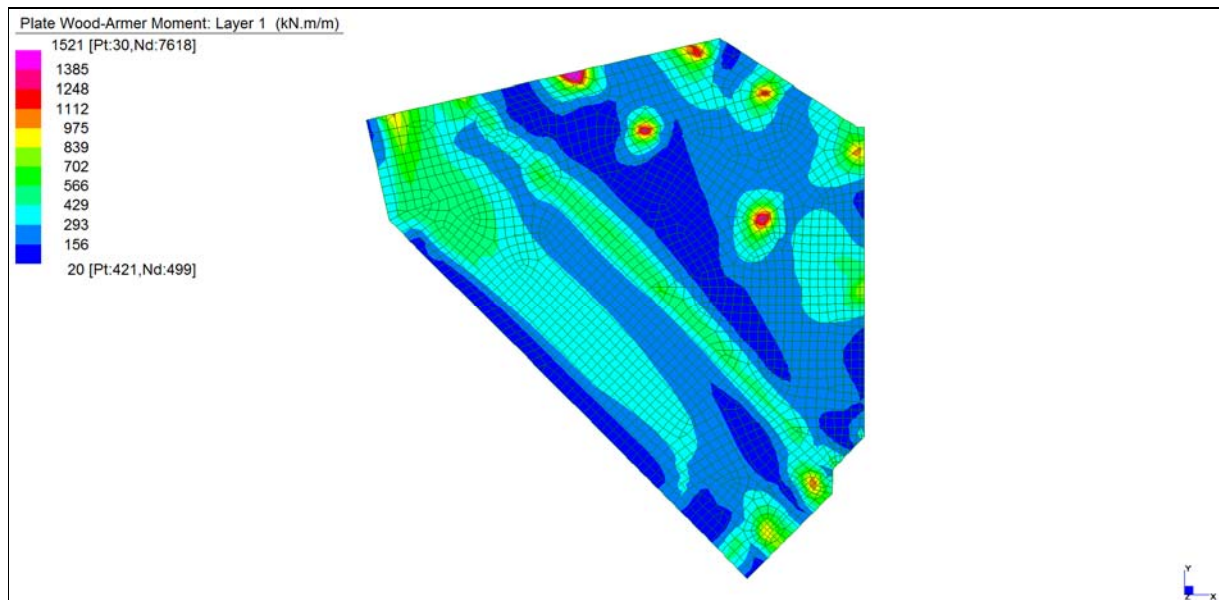
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

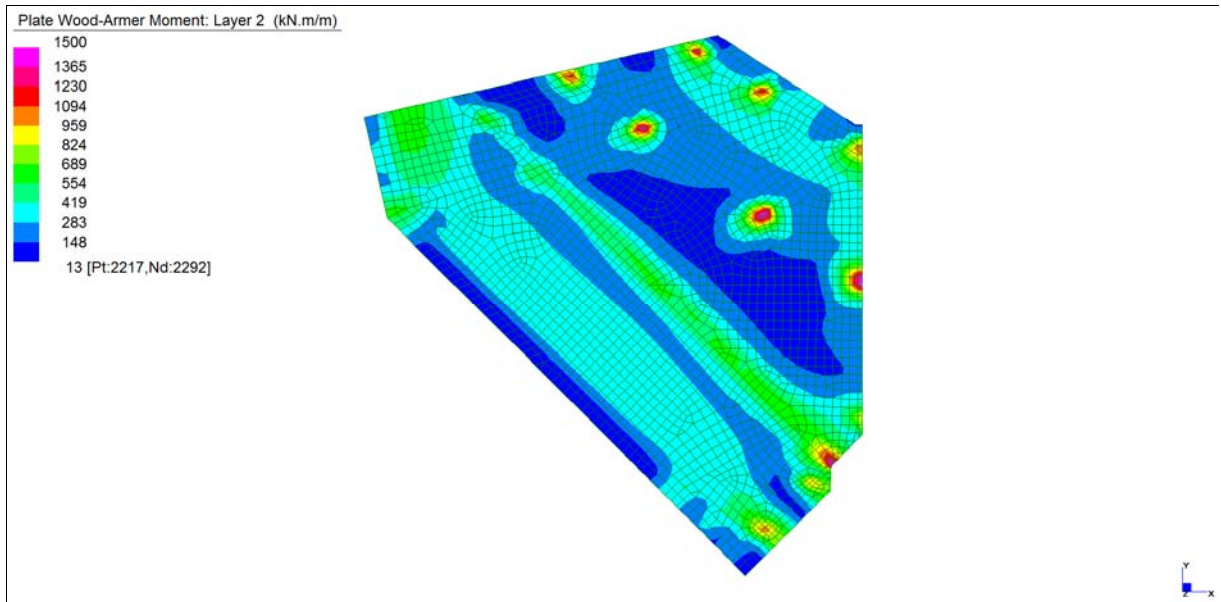
#### Grafici di combinazione di SLU



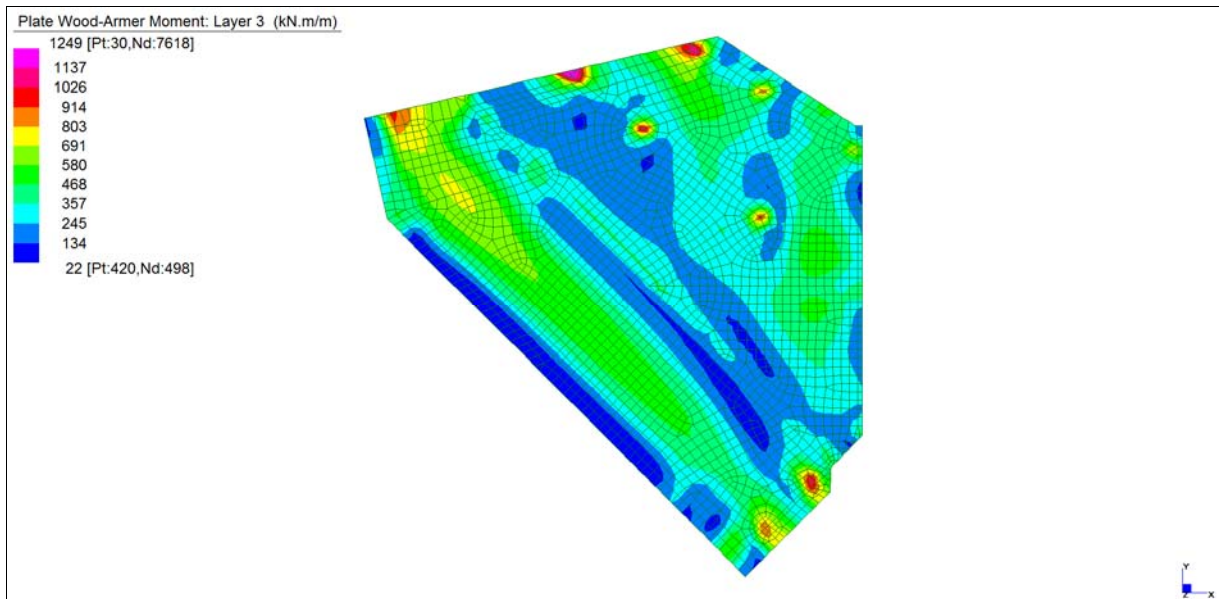
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



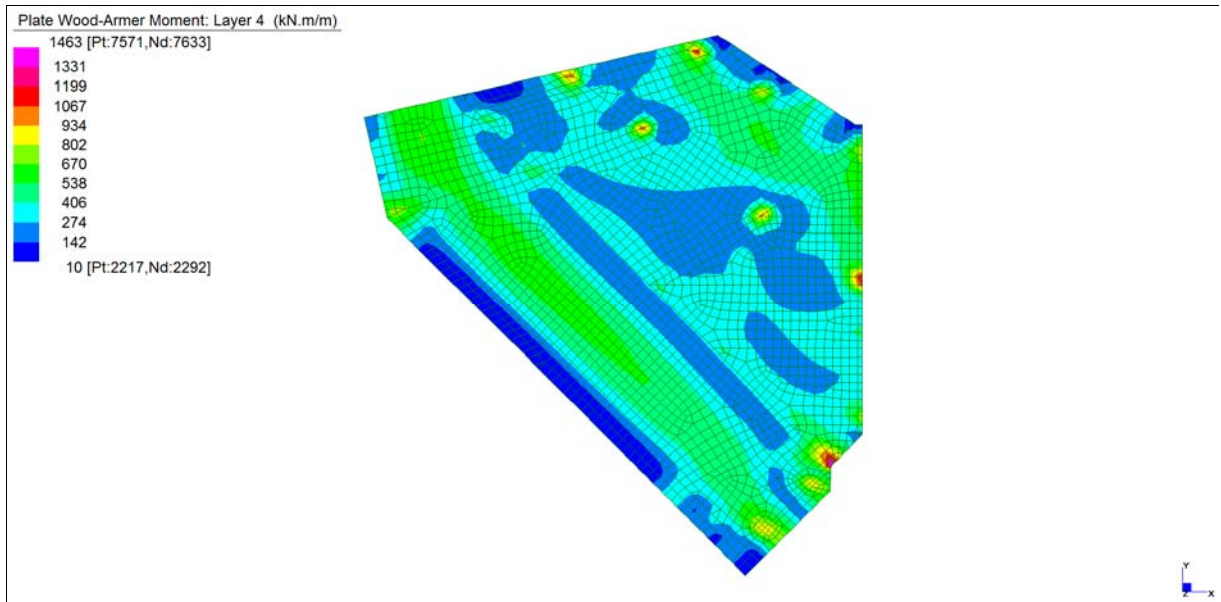
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



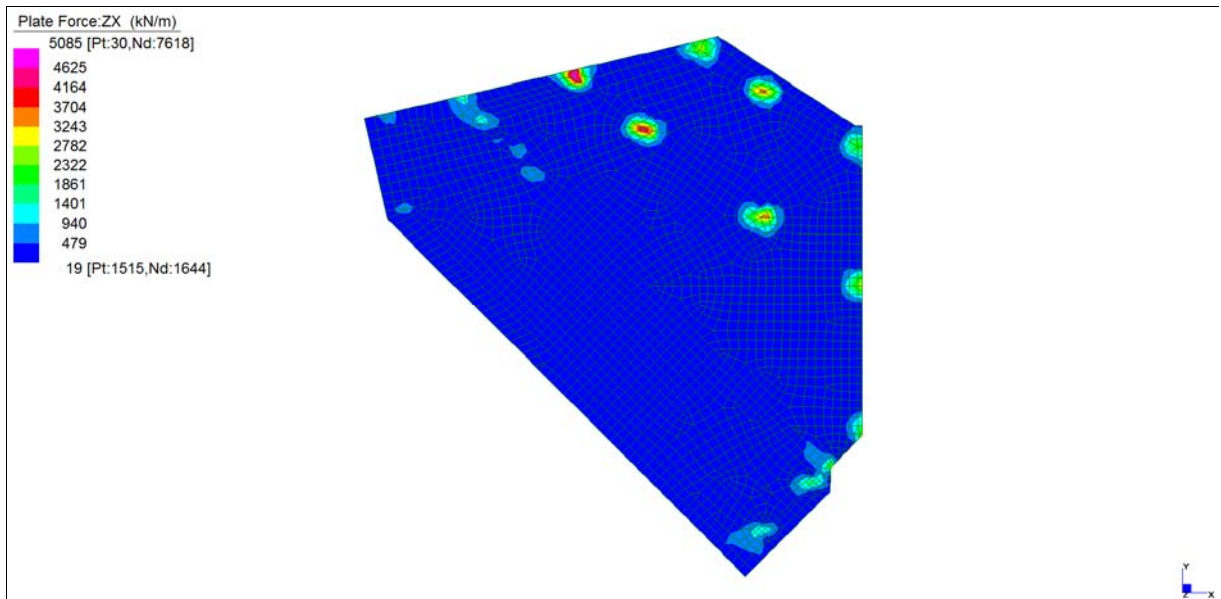
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



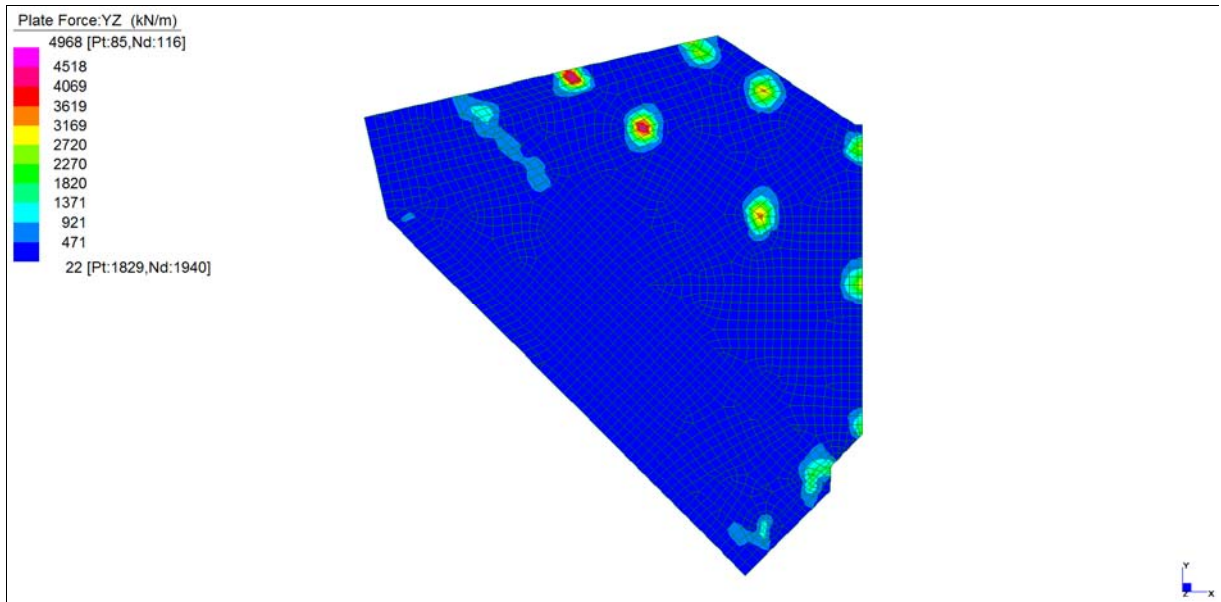
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

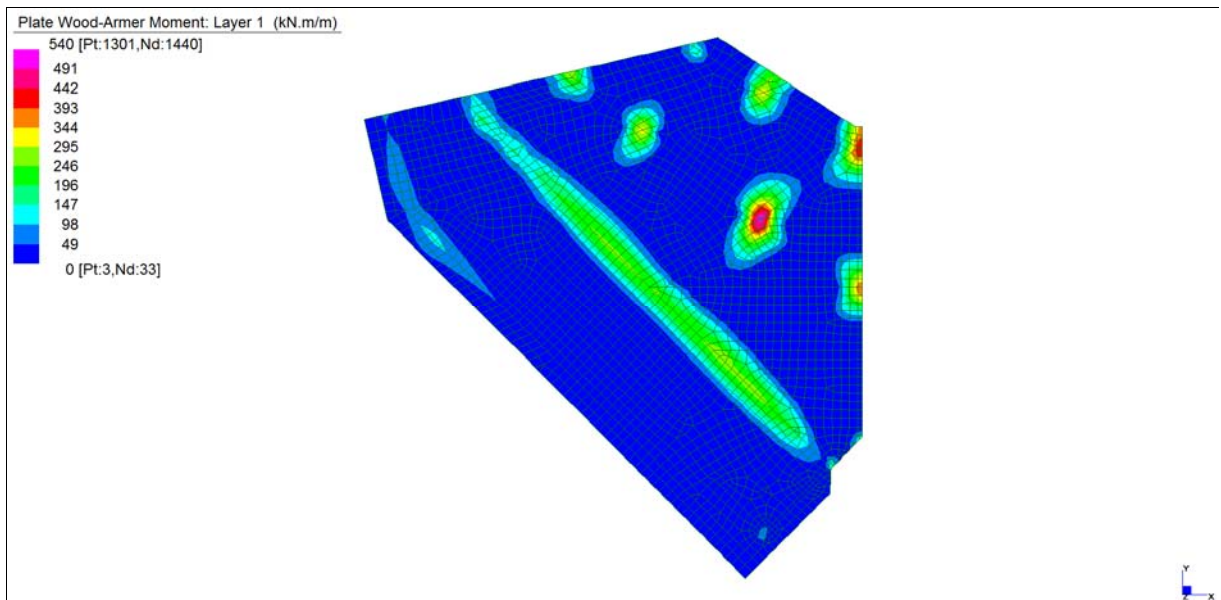
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

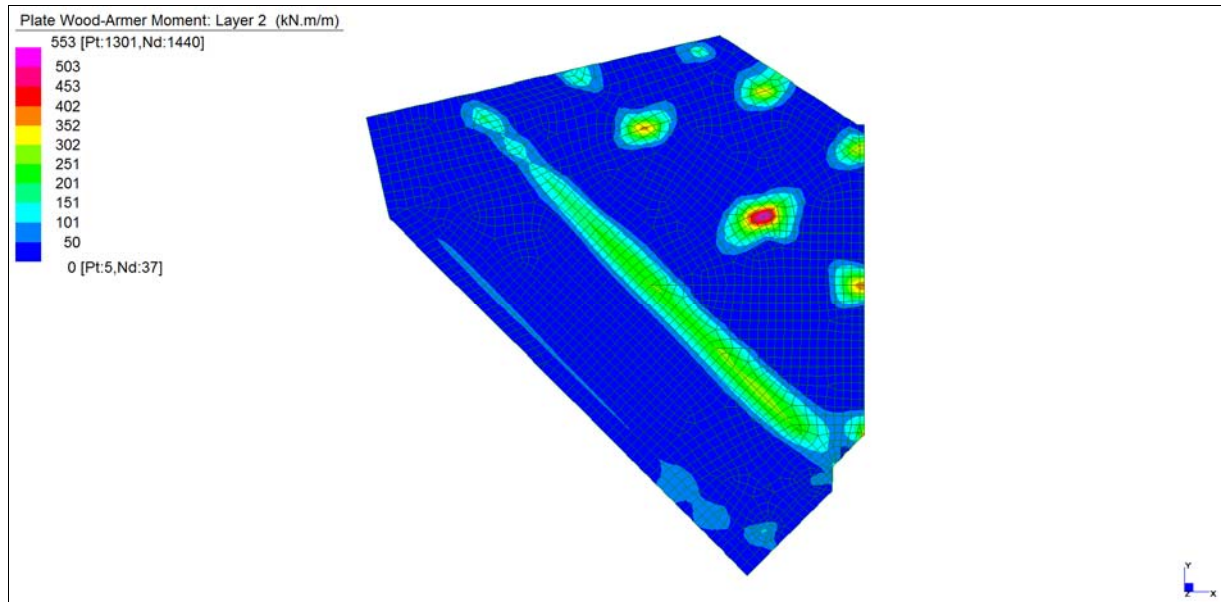
**Grafici di combinazione RARA**



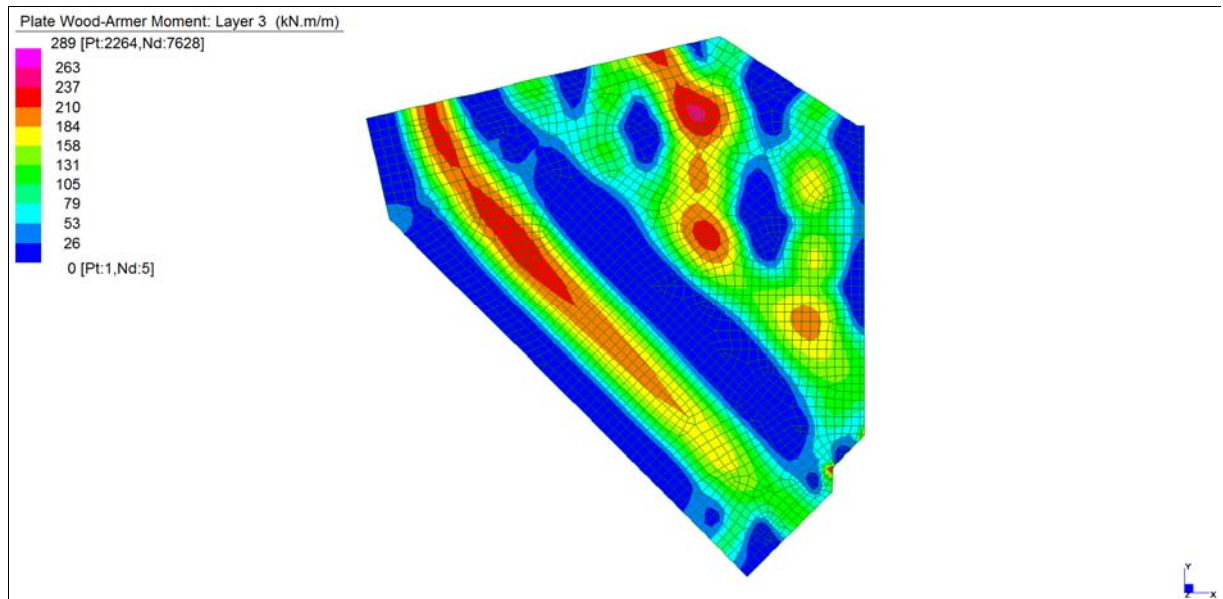
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



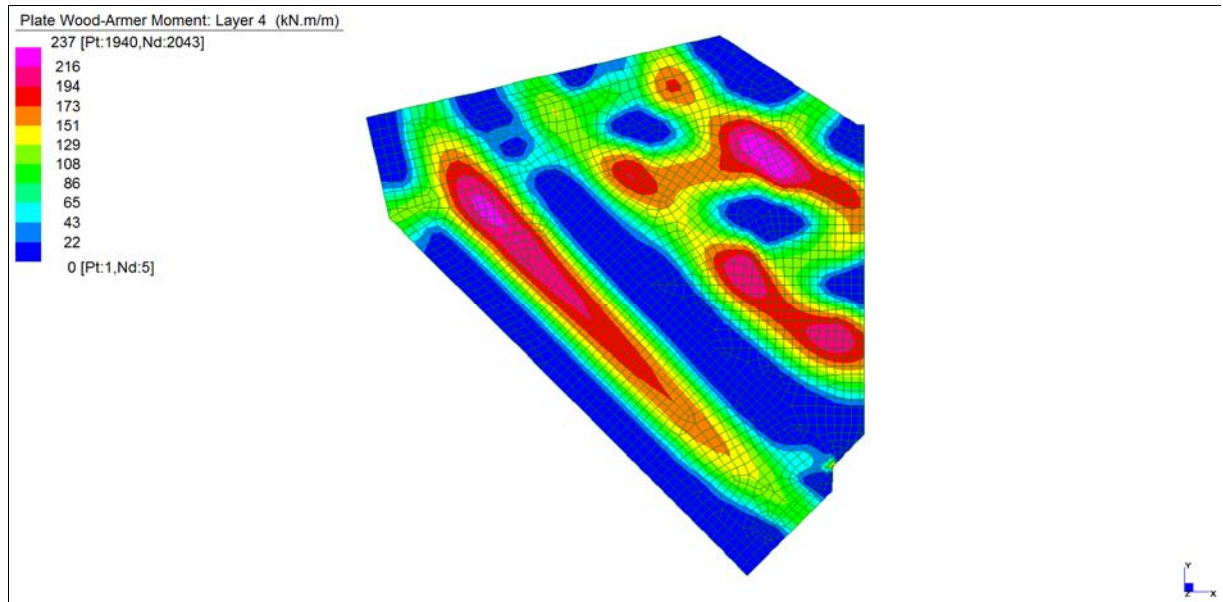
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

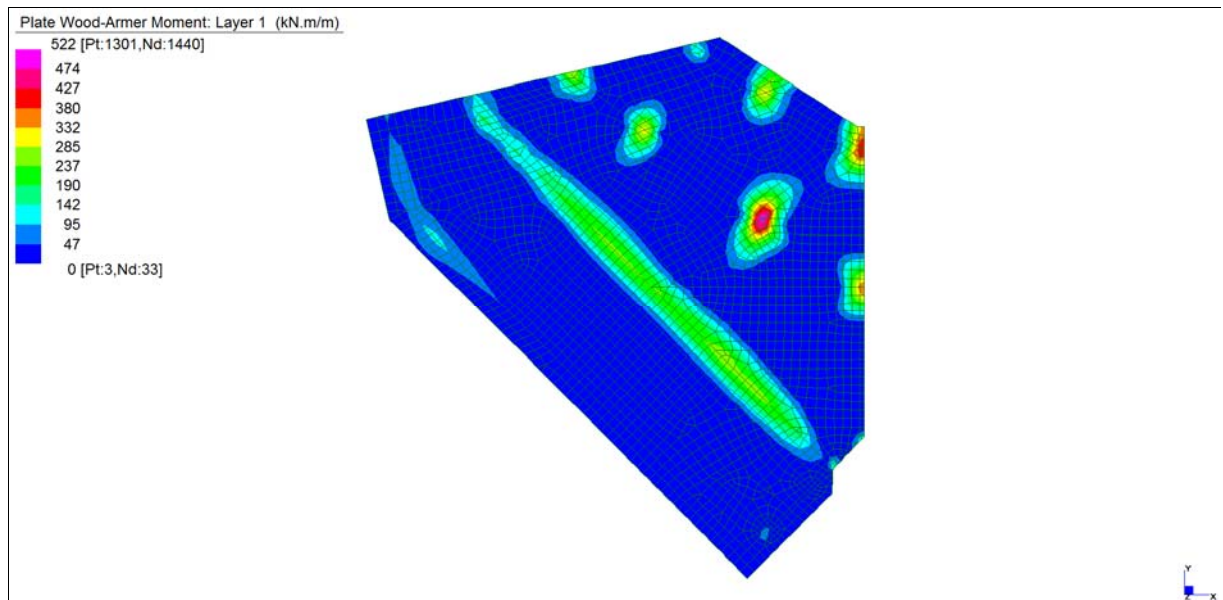
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

**Grafici di combinazione FREQUENTE**

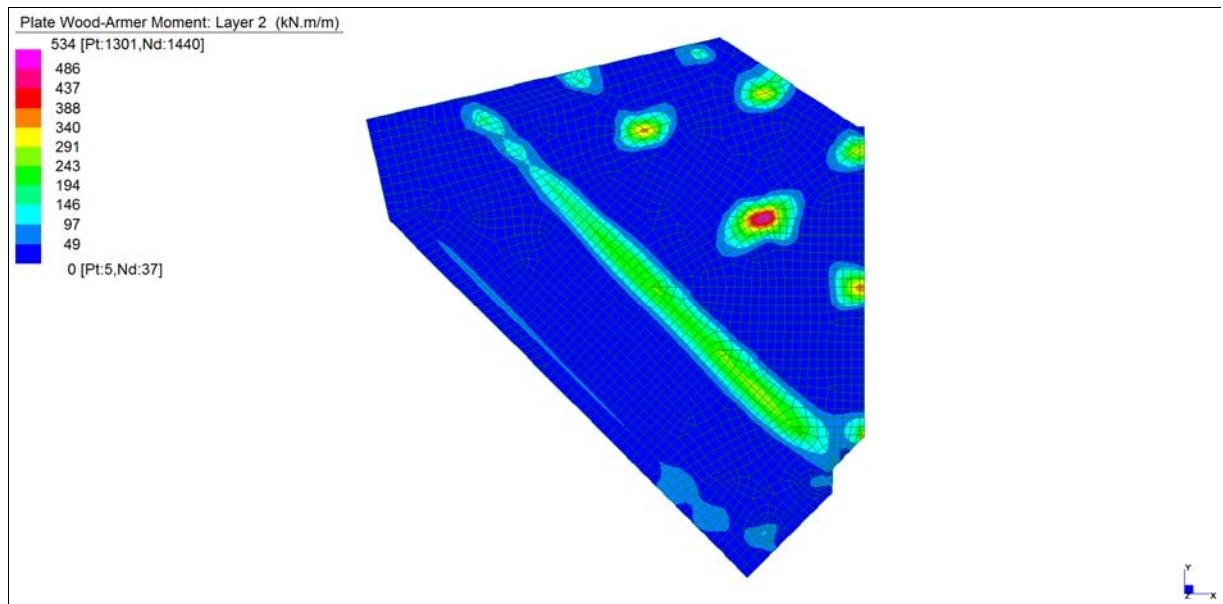


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

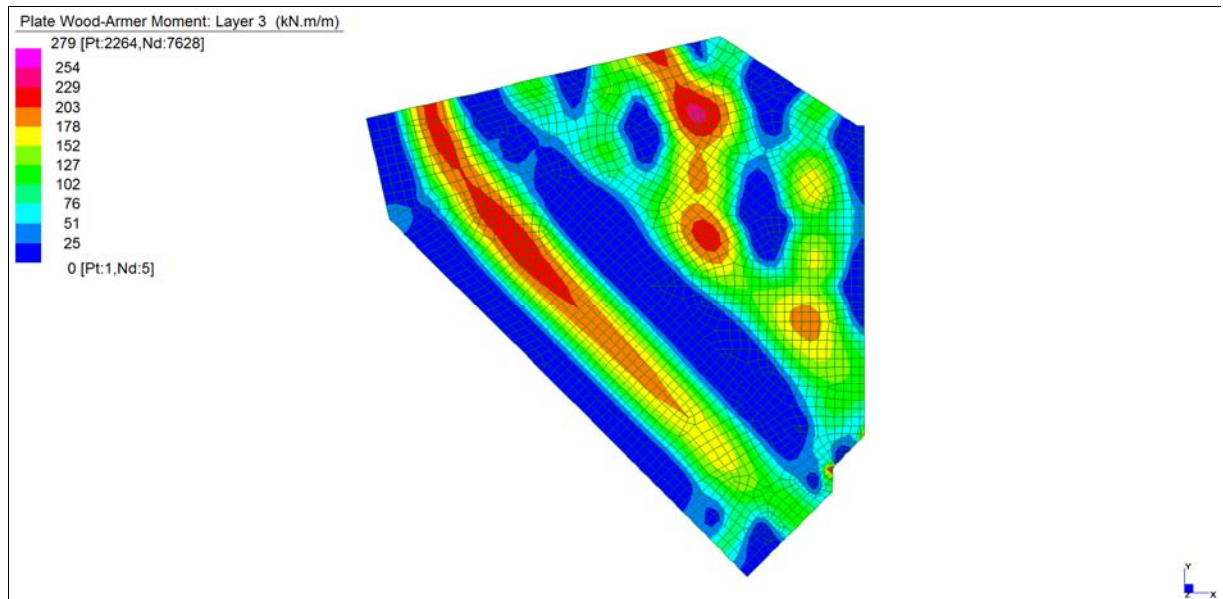


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



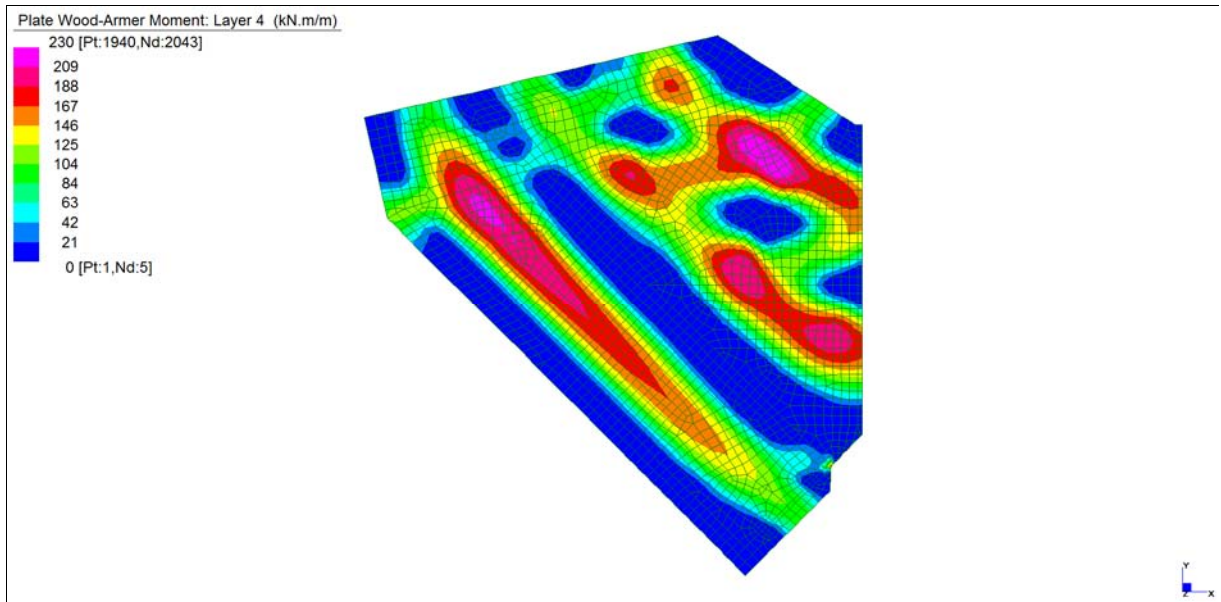
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

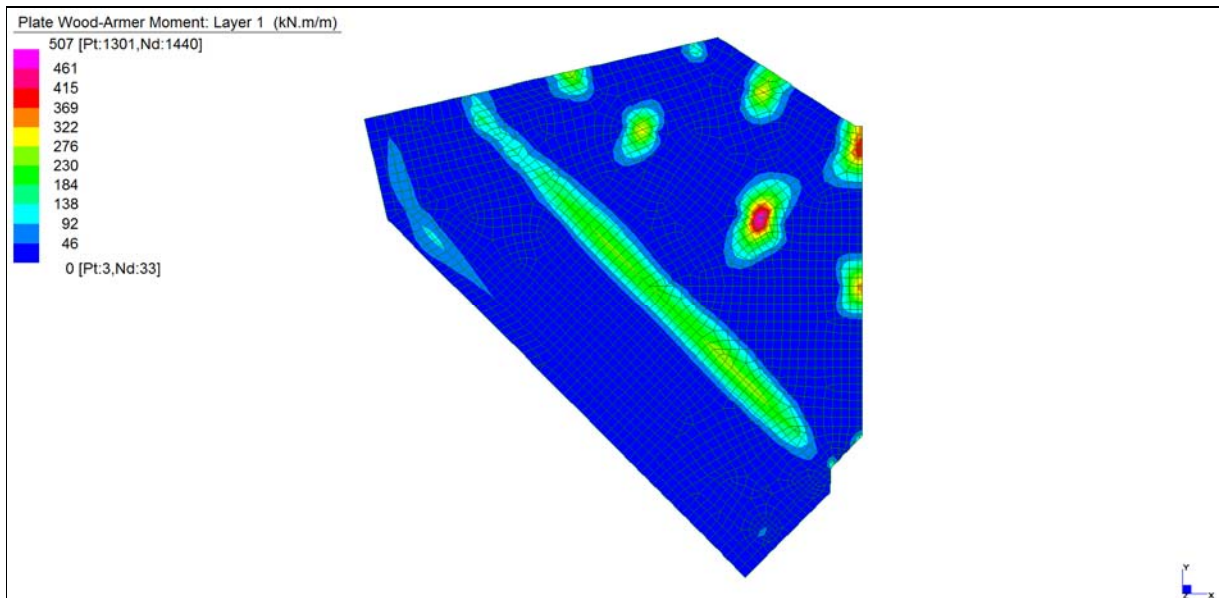
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

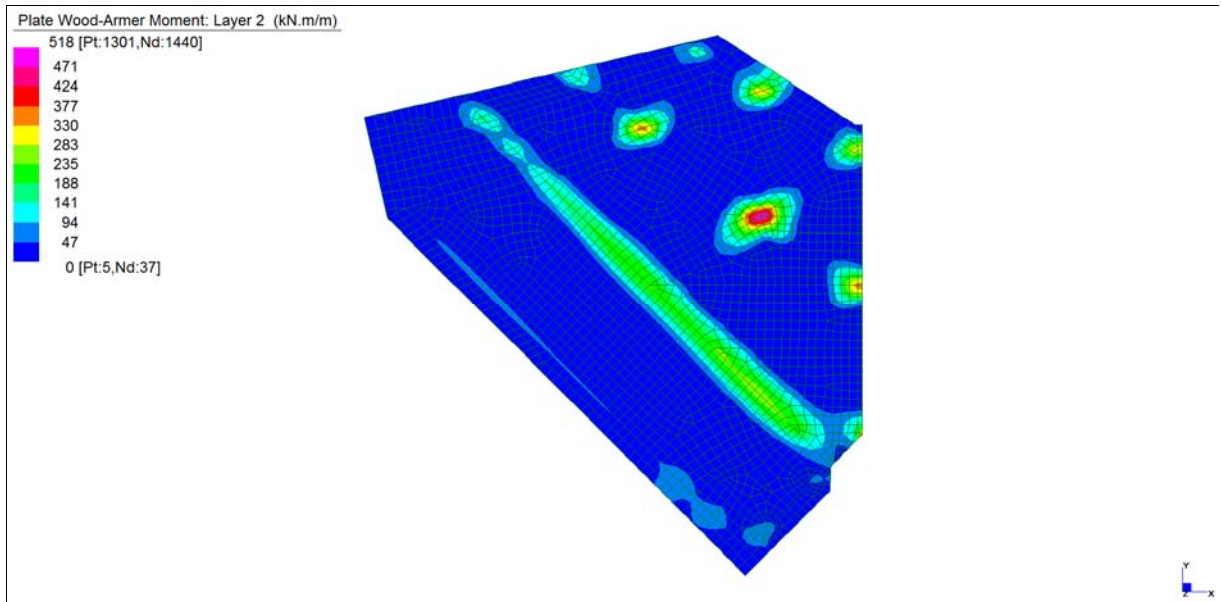
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



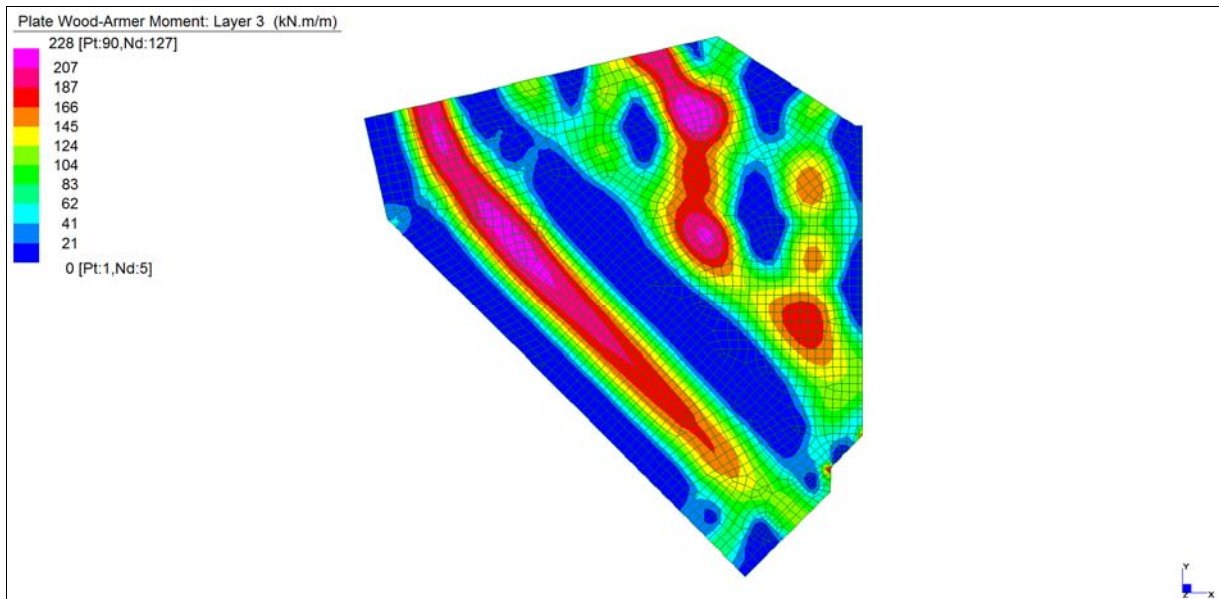
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



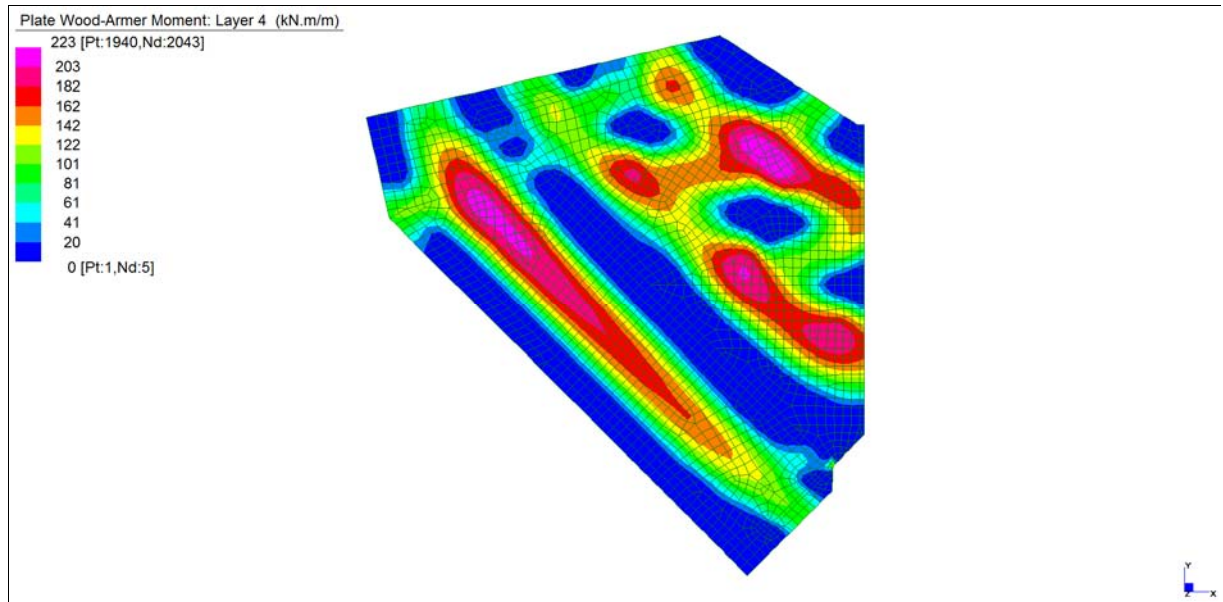
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 26/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 598$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 629$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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-XX inf-L1	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	1400	1535	Sì
Platea-YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	1500	1628	Sì
Platea-XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	1249	1377	Sì
Platea-YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	1400	1458	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 66	70	63	60	60	1025	φ26/20	3084	1672	1307	1,40	0,673	0,434	-	φ16/40/40	0,673	0,719	Sì	2,878	3,292	Sì
pil 70	70	63	70	70	1065	φ26/20	4314	1360	1426	1,26	0,814	0,434	-	φ18/40/40	0,814	0,911	Sì	3,099	3,292	Sì
pil 71-72	70	63	60	125	1155	φ26/20	6030	1340	2115	1,23	1,027	0,434	-	φ20/40/40	1,027	1,117	Sì	3,207	3,292	Sì
pil 74-75	70	63	60	125	1155	φ26/20	2864	821	1278	1,29	0,513	0,434	-	φ14/40/40	0,513	0,547	Sì	1,602	3,292	Sì

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 64	70	63	60	60	573	513	φ26/20	1602	1703	1201	1,43	0,638	0,434	-	φ16/40/40	0,638	0,721	Sì	2,031	3,292	Sì
pil 63	70	63	60	60	573	513	φ26/20	1243	890	1880	1,74	0,604	0,434	-	φ16/40/40	0,604	0,721	Sì	1,923	3,292	Sì
pil 65	70	63	60	60	573	513	φ26/20	2570	754	1821	1,41	1,012	0,434	-	φ20/40/40	1,012	1,127	Sì	3,219	3,292	Sì

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Platea (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Platea-XX inf-L1	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	540	6,85	≤ 17,43	140	≤ 360
Platea-YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	553	6,27	≤ 17,43	134	≤ 360
Platea-XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	289	3,78	≤ 17,43	84	≤ 360
Platea-YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	237	2,77	≤ 17,43	64	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Platea (+675,05 m)*

SLE FREQUENTE	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
Platea-XX inf-L1	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	522	0,18	≤ 0,40
Platea-YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	534	0,12	≤ 0,40
Platea-XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	279	0,06	≤ 0,40
Platea-YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	230	0,03	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Platea (+675,05 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Platea-XX inf-L1	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	507	6,43	≤ 13,07	0,18	≤ 0,30
Platea-YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/20	-	φ26/20	518	5,87	≤ 13,07	0,12	≤ 0,30
Platea-XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	228	2,98	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Platea-YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	223	2,60	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) – Platea (+675,05 m)*

## 13.2 SOLETTA (+680,10 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.

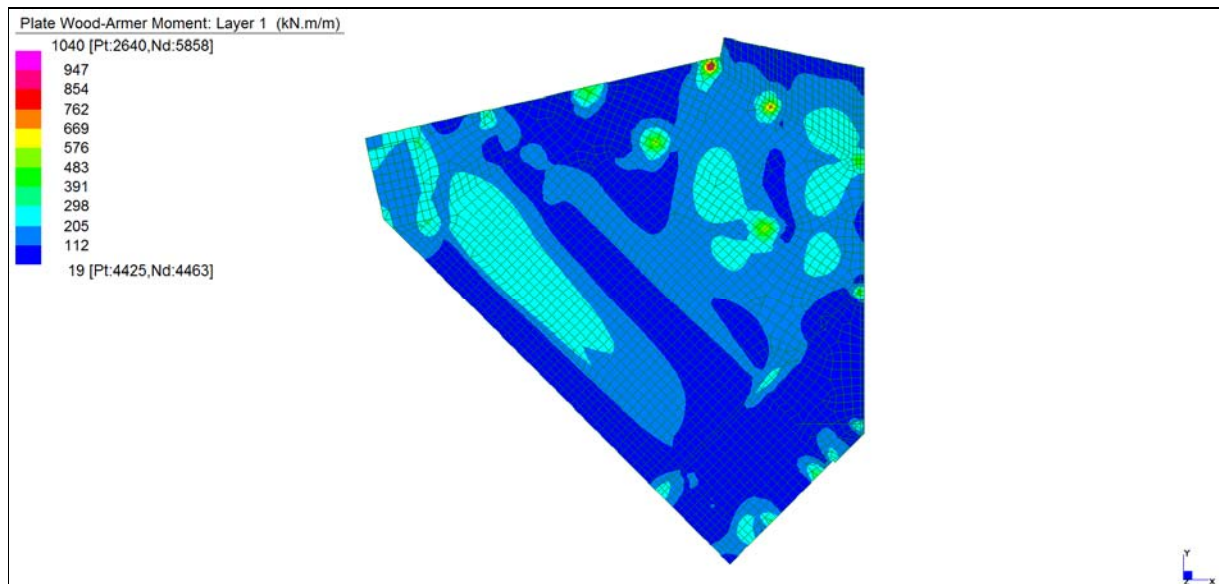
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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

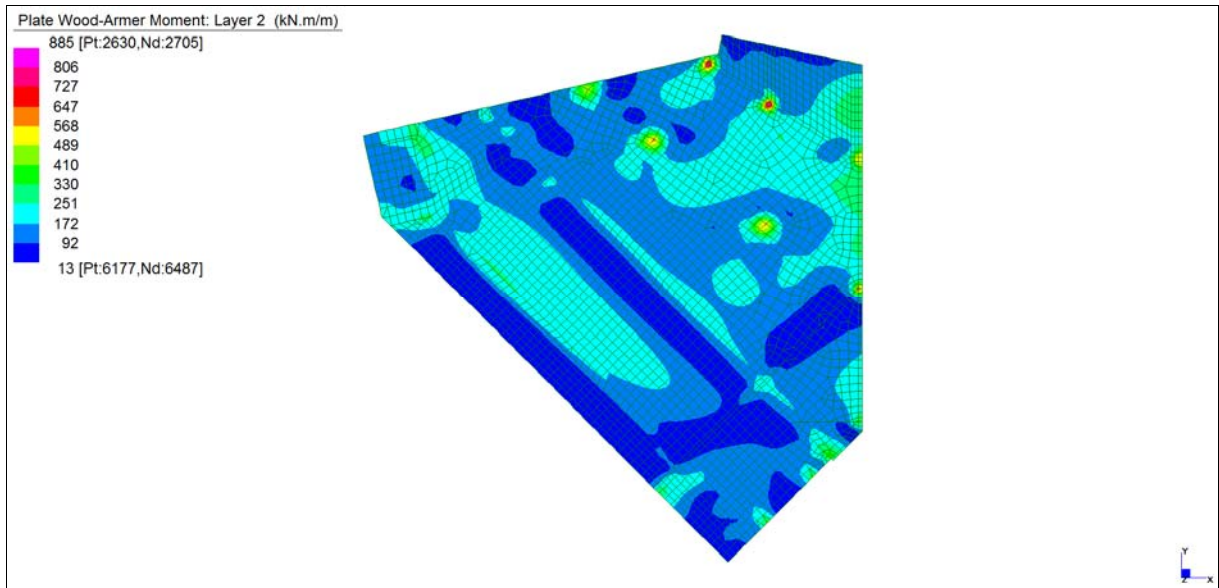


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

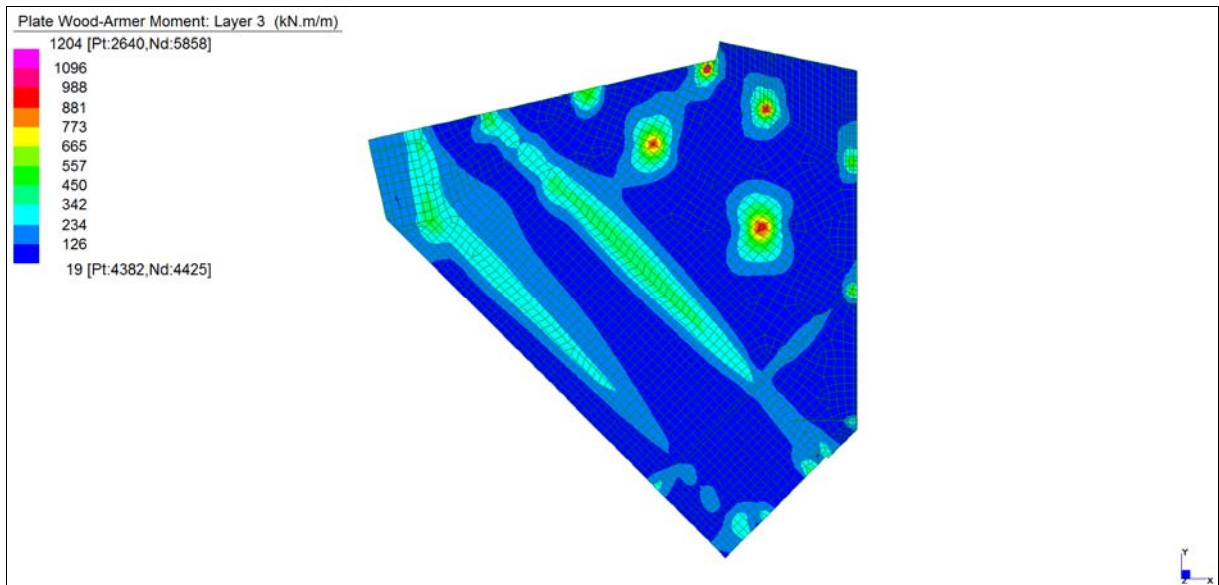


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



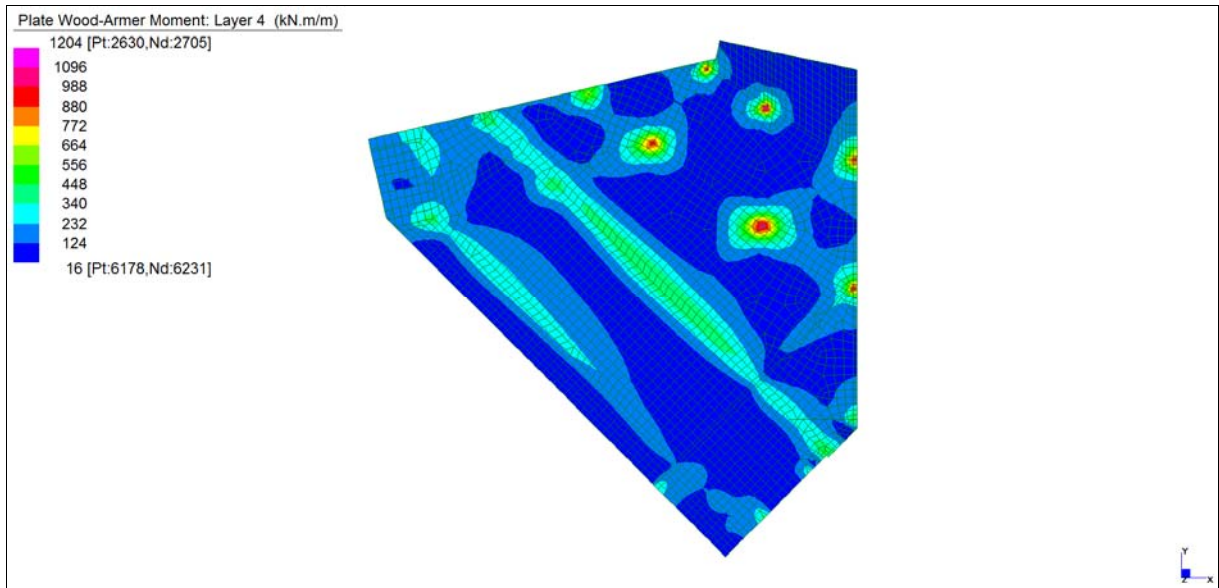
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



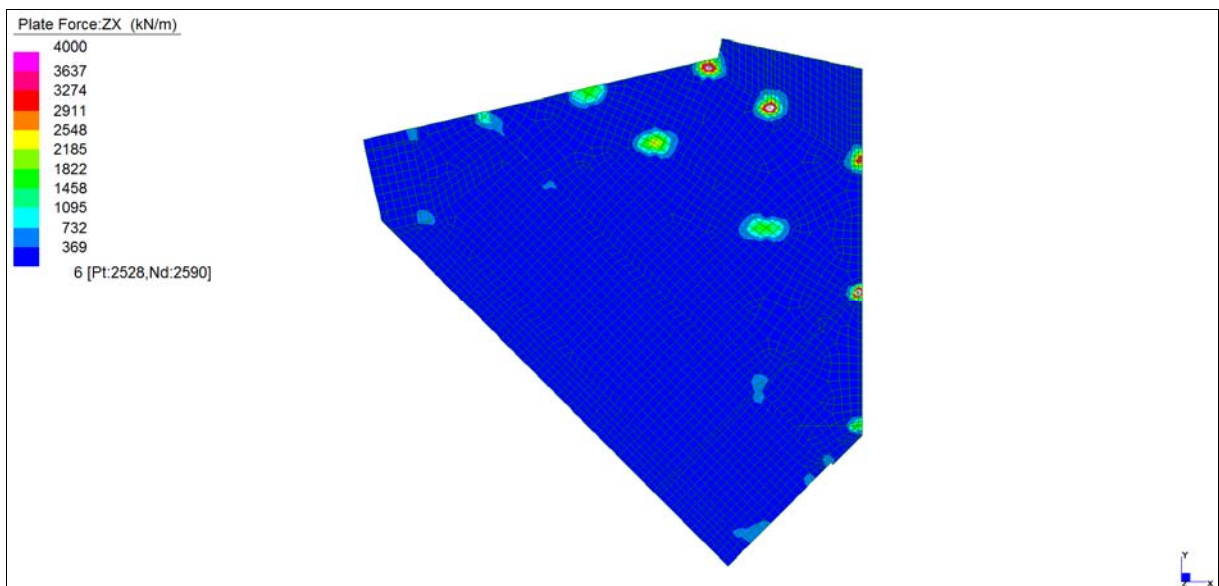
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



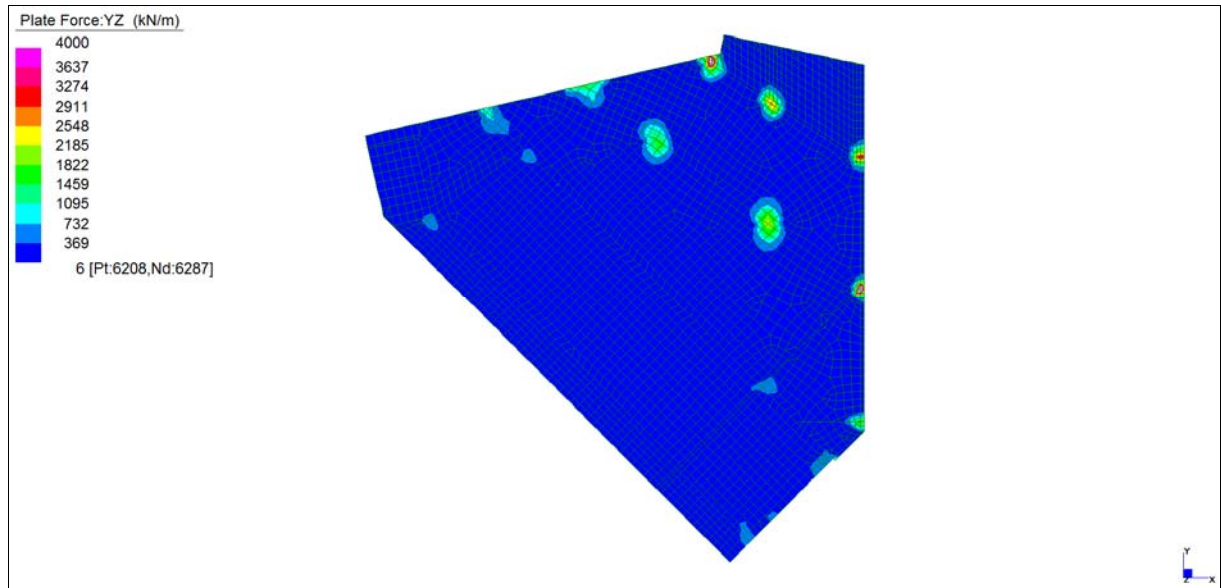
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

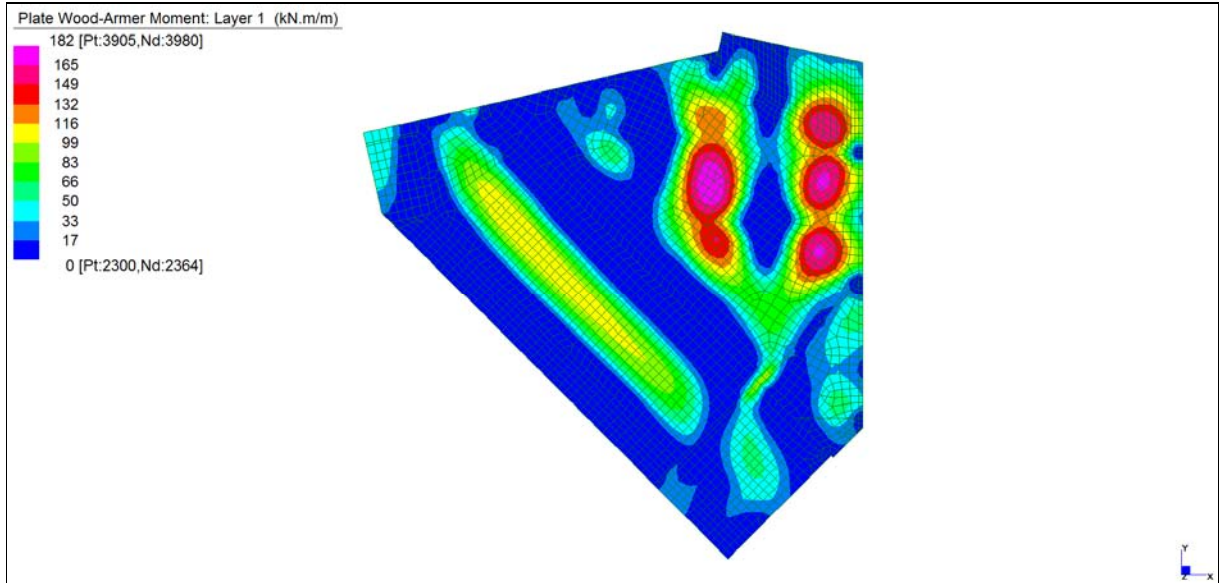


*Sforzo di taglio  $V_{YZ}$  (S.L.U.)*

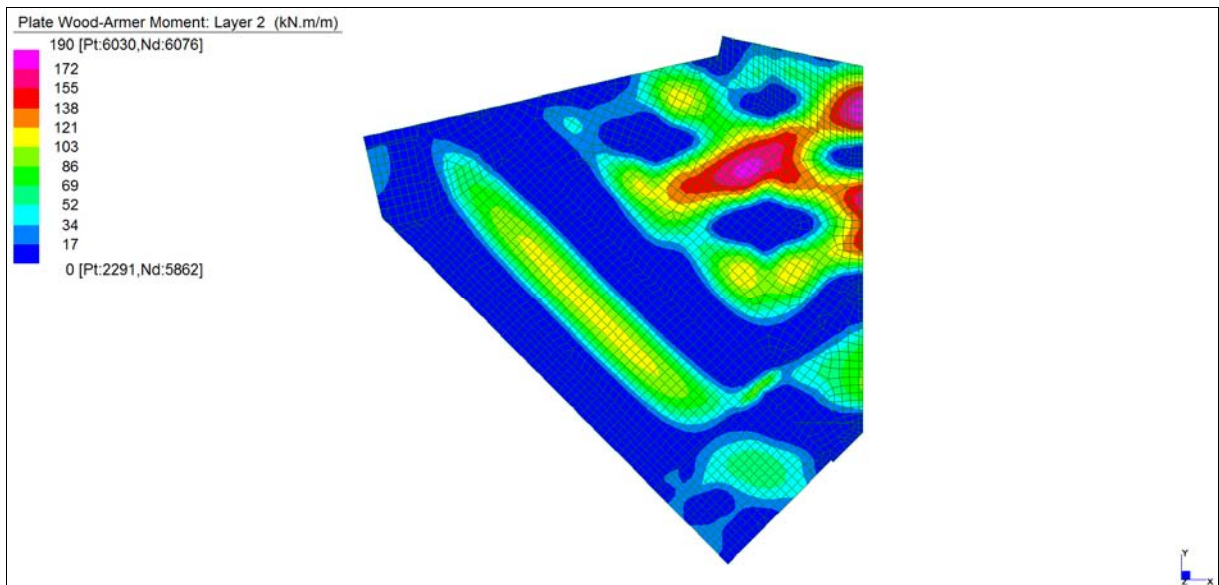
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



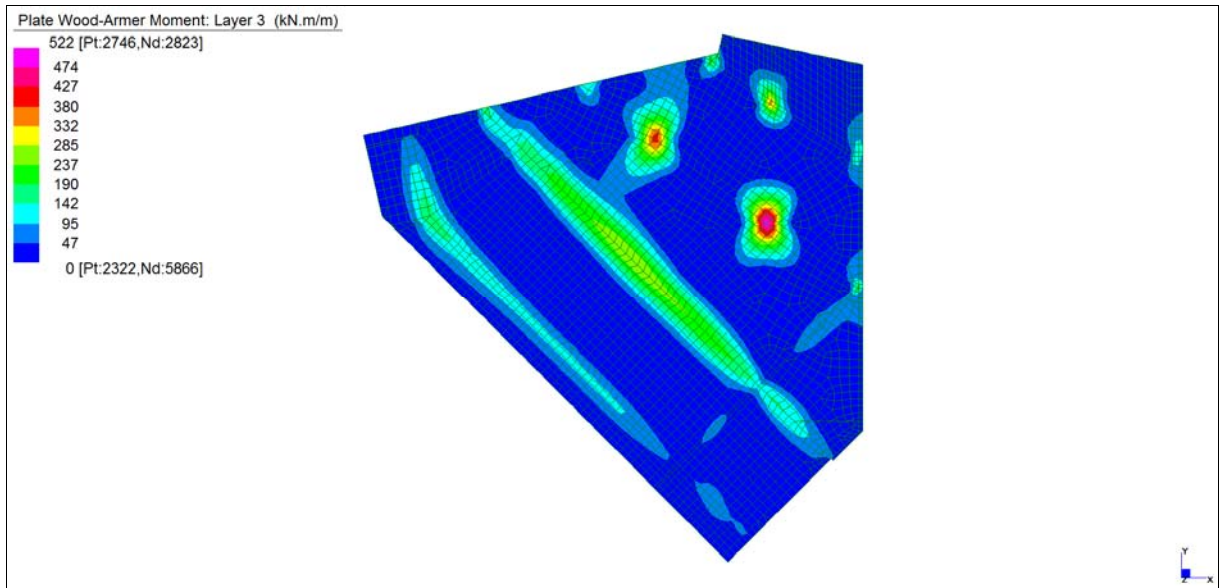
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*



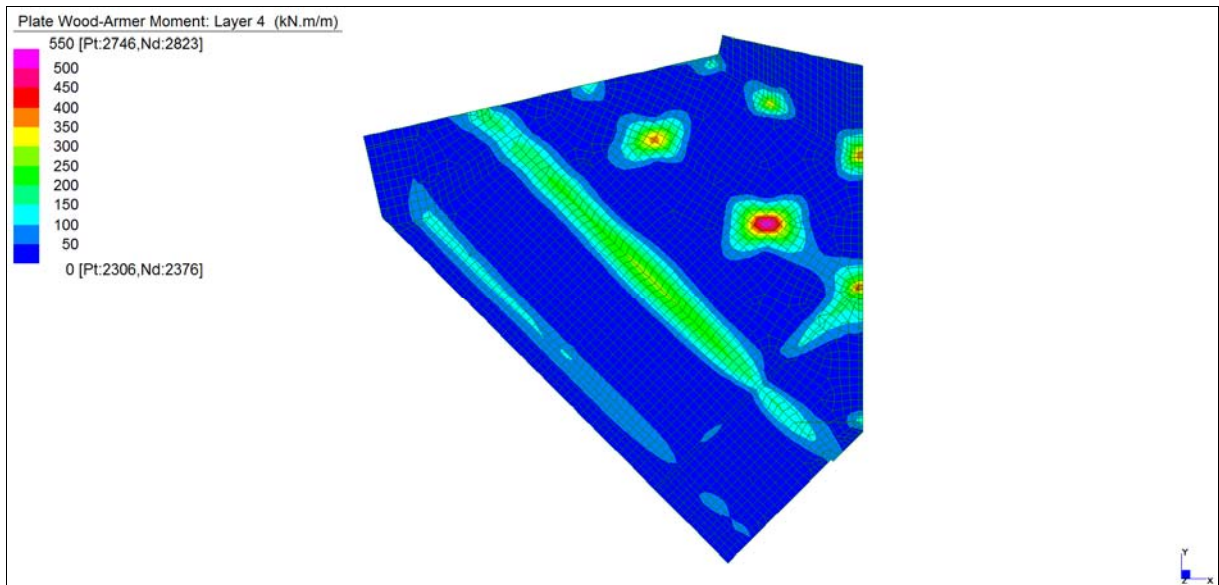
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

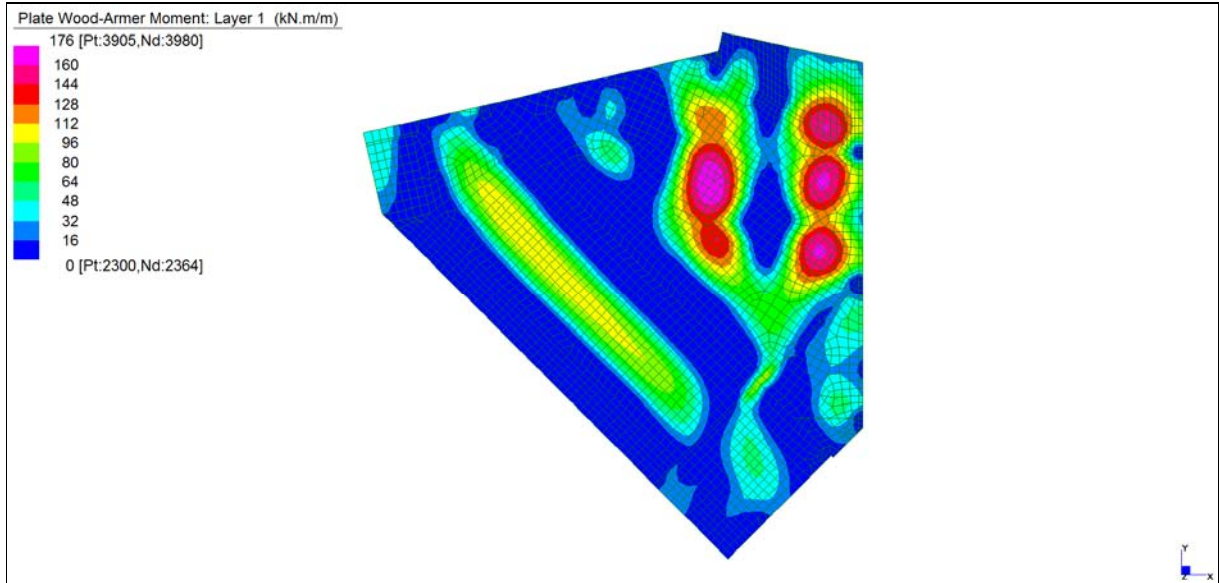


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)*

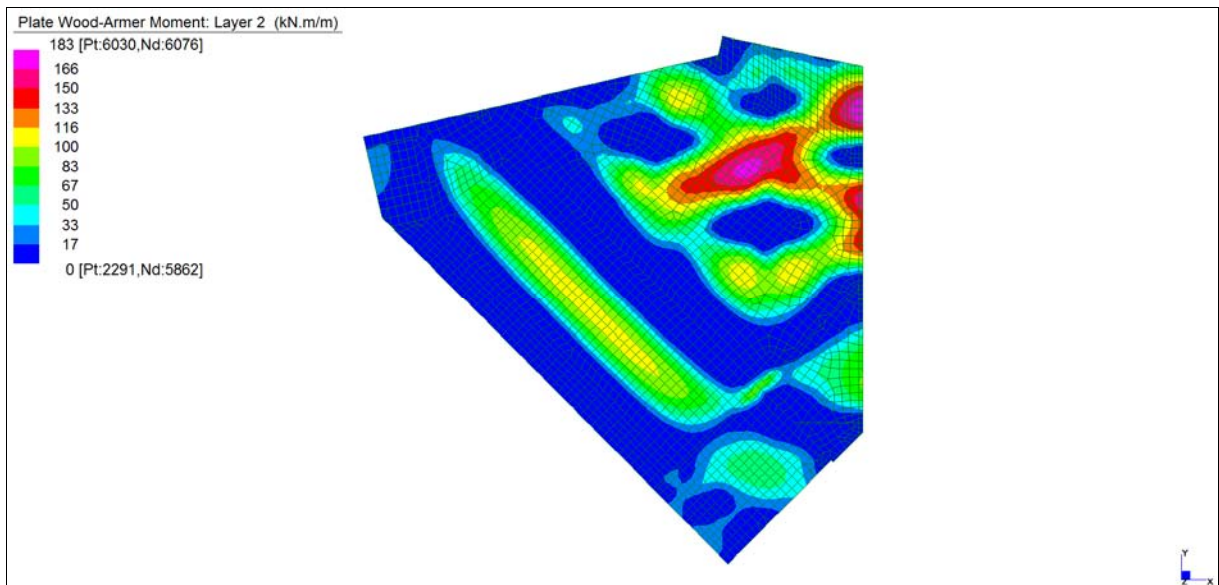
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



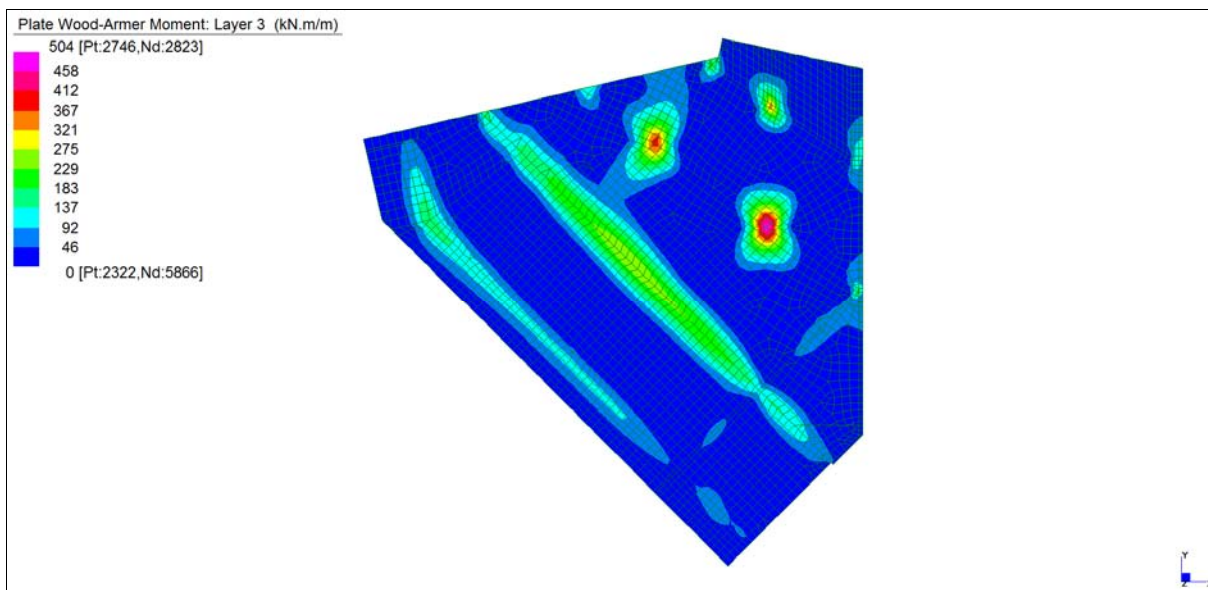
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*



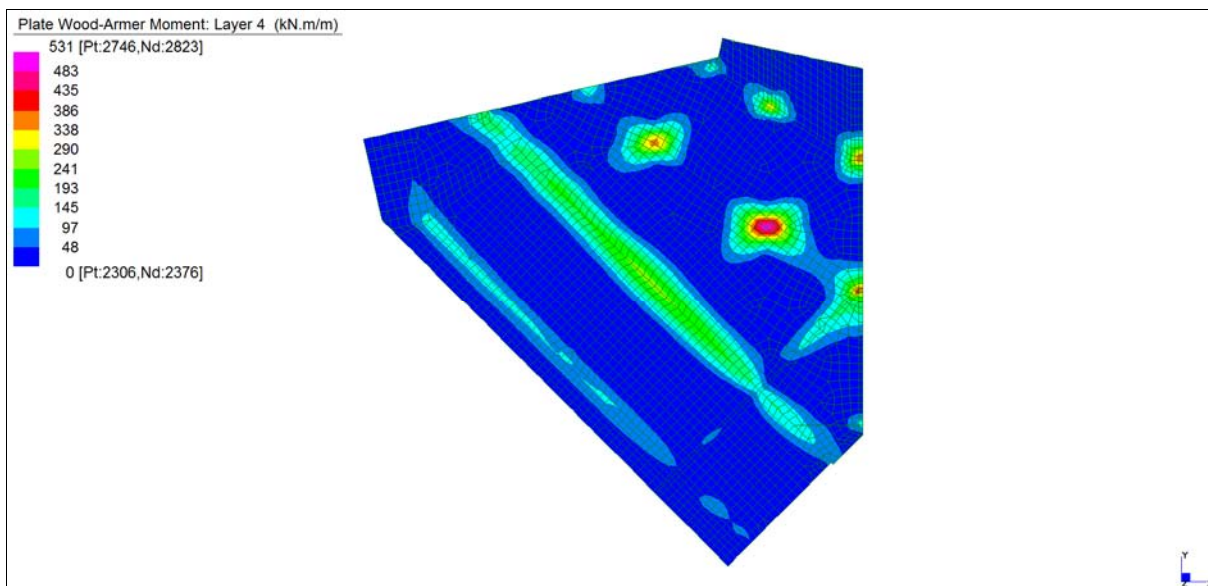
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

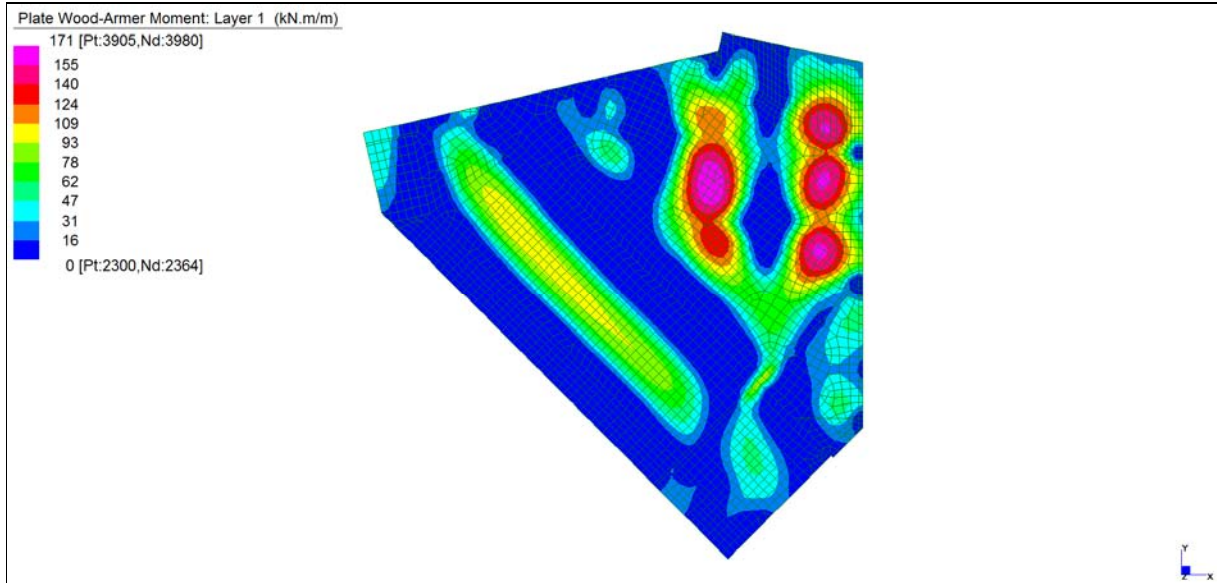


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)*

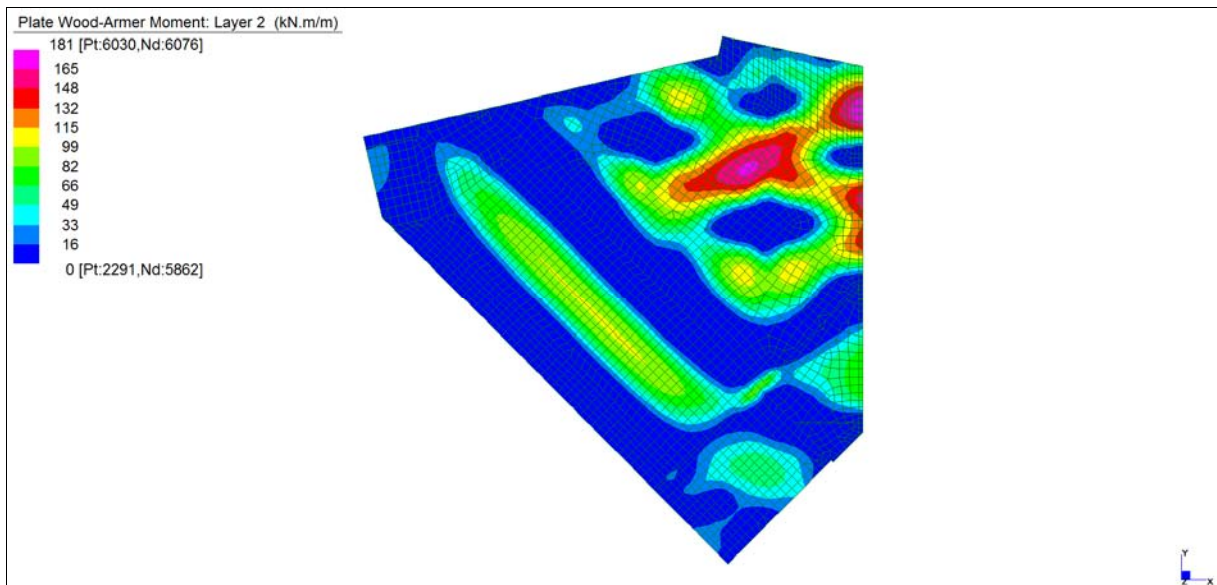
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



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

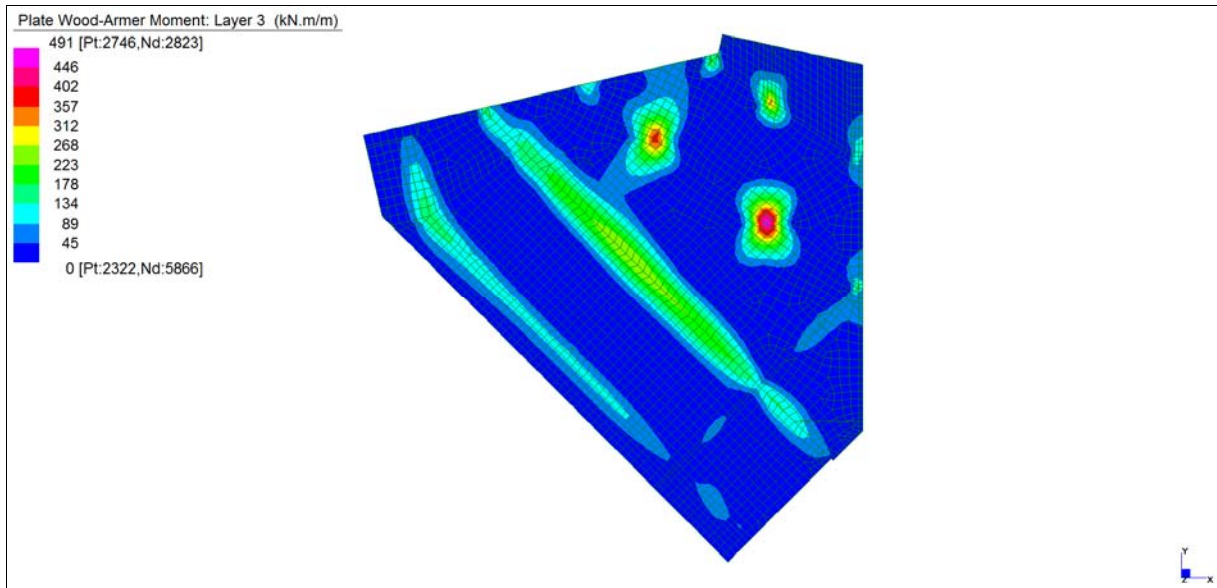


*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

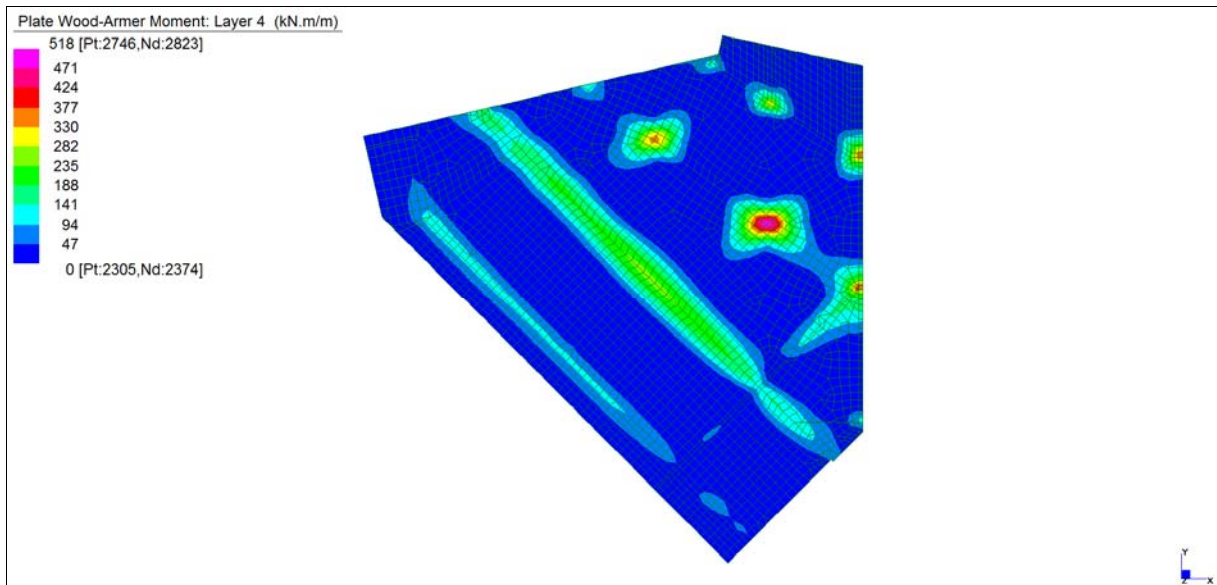


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



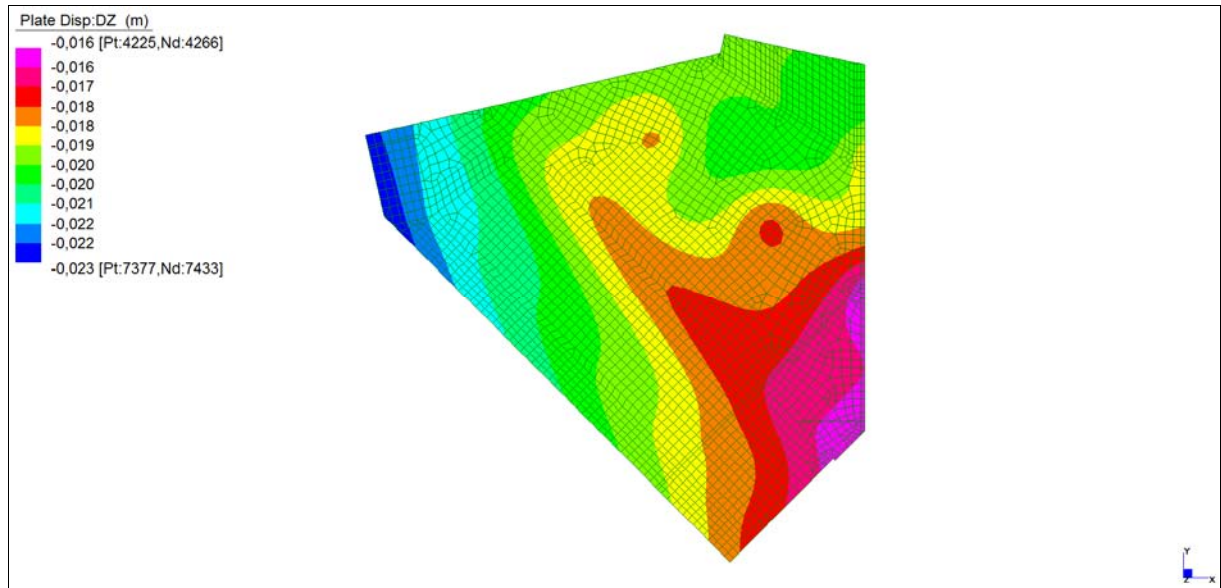
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 20/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 307$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 325$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Soletta-XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	900	961	Sì
Soletta-YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	800	873	Sì
Soletta-XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	1000	1113	Sì
Soletta-YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	1050	1194	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+680,10 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 66	60	53	60	60	900	φ20/20	2895	1034	761	1,30	0,794	0,399	-	φ18/40/40	0,794	0,890	Si	2,977	3,292	Si
pil 70	60	53	70	70	940	φ20/20	3971	193	293	1,15	0,926	0,399	-	φ20/40/40	0,926	1,099	Si	3,107	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 67	60	53	60	60	510	450	φ20/20	1356	675	743	1,40	0,709	0,399	-	φ18/40/40	0,709	0,856	Si	2,009	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+680,10 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Soletta-XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	182	3,56	≤ 17,43	79	≤ 360
Soletta-YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	190	3,43	≤ 17,43	90	≤ 360
Soletta-XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	522	9,60	≤ 17,43	190	≤ 360
Soletta-YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	550	8,94	≤ 17,43	185	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+680,10 m)*

SLE FREQUENTE	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
Soletta-XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	176	0,05	≤ 0,40
Soletta-YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	183	0,04	≤ 0,40
Soletta-XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	504	0,29	≤ 0,40
Soletta-YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	531	0,20	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Soletta (+680,10 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Soletta-XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	171	3,35	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Soletta-YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	181	3,27	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Soletta-XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	491	9,03	≤ 13,07	0,28	≤ 0,30
Soletta-YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	518	8,42	≤ 13,07	0,20	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Soletta (+680,10 m)*

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

### 13.3 MURI ( sp 30 cm)

#### 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.

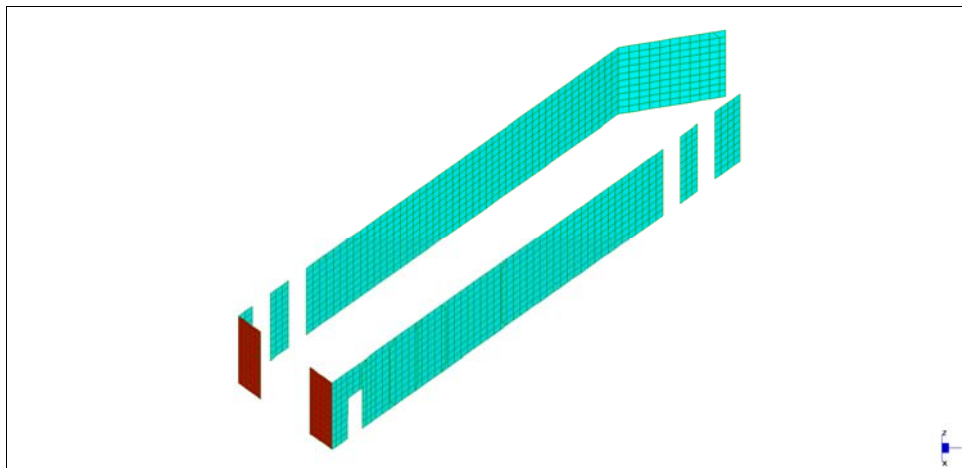
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

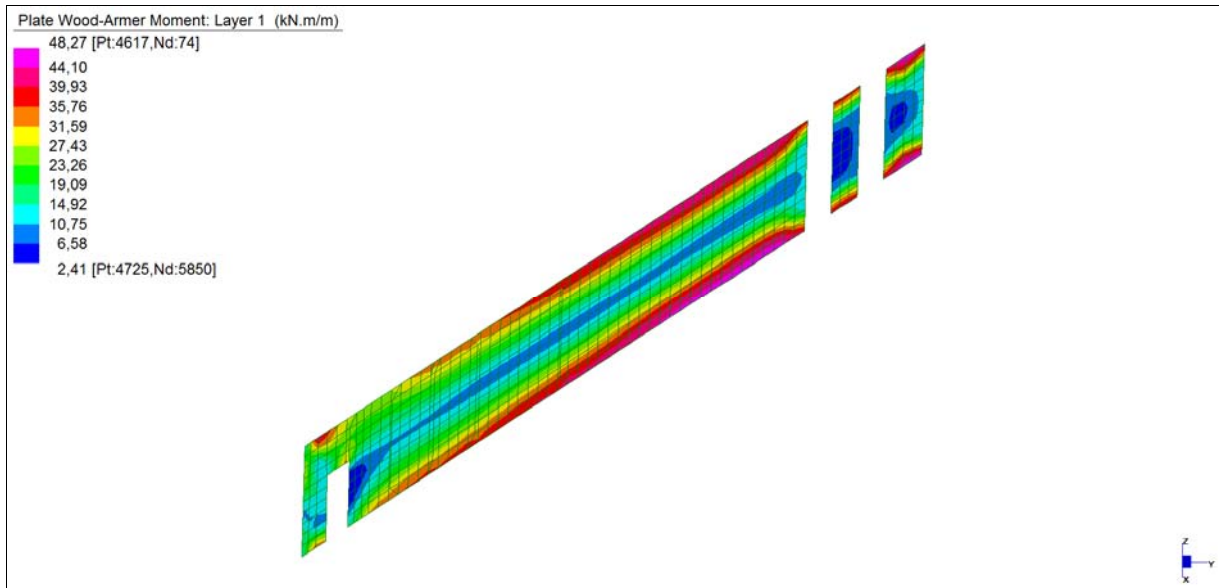
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

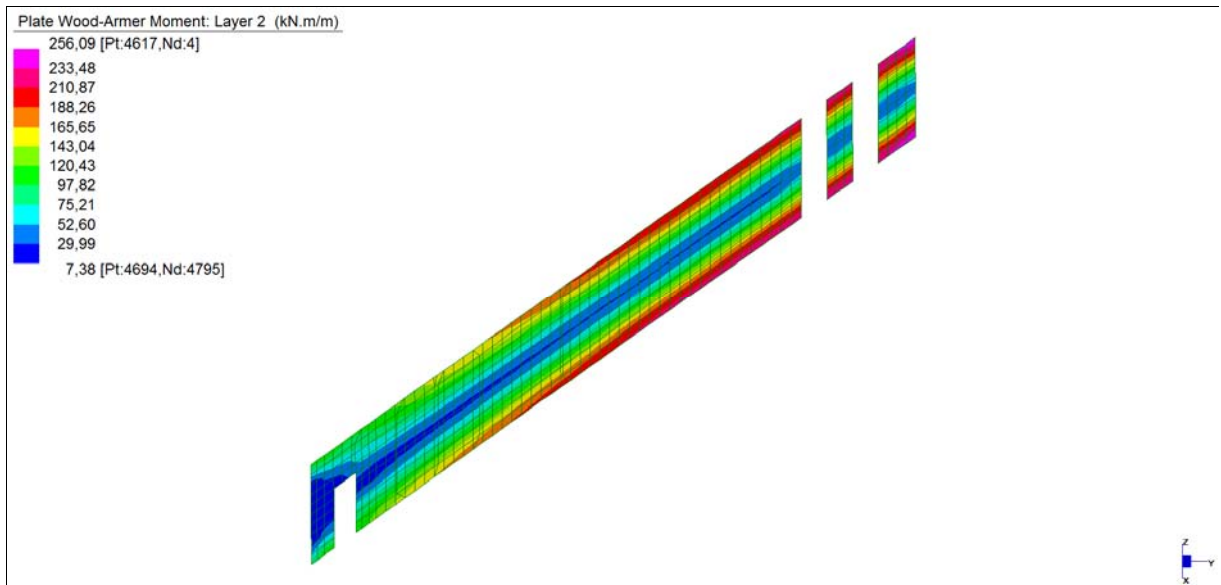
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



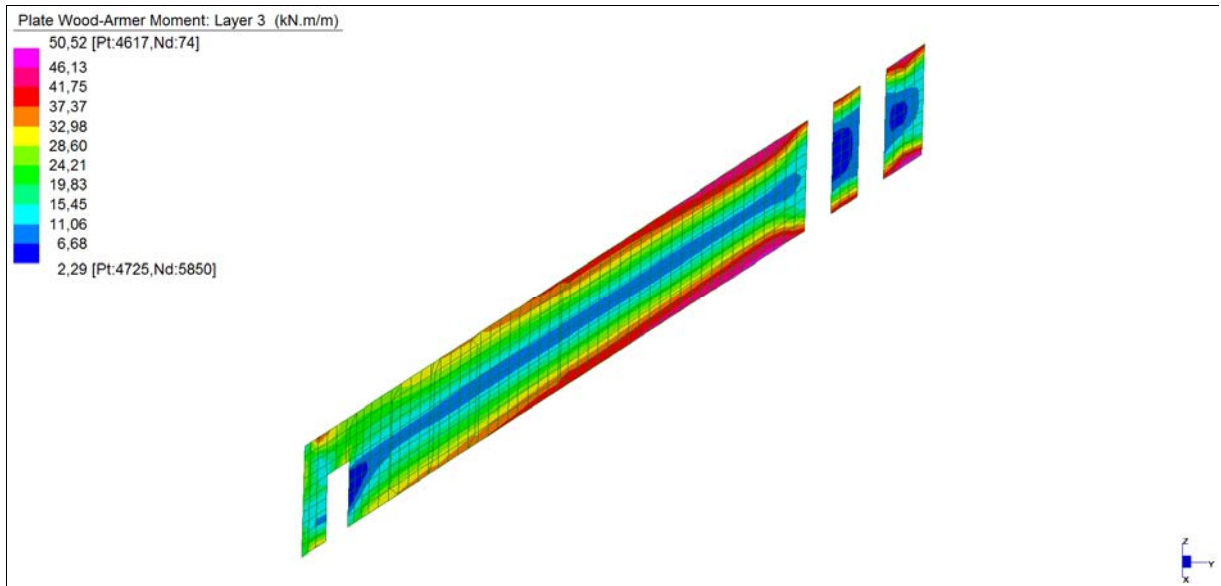
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



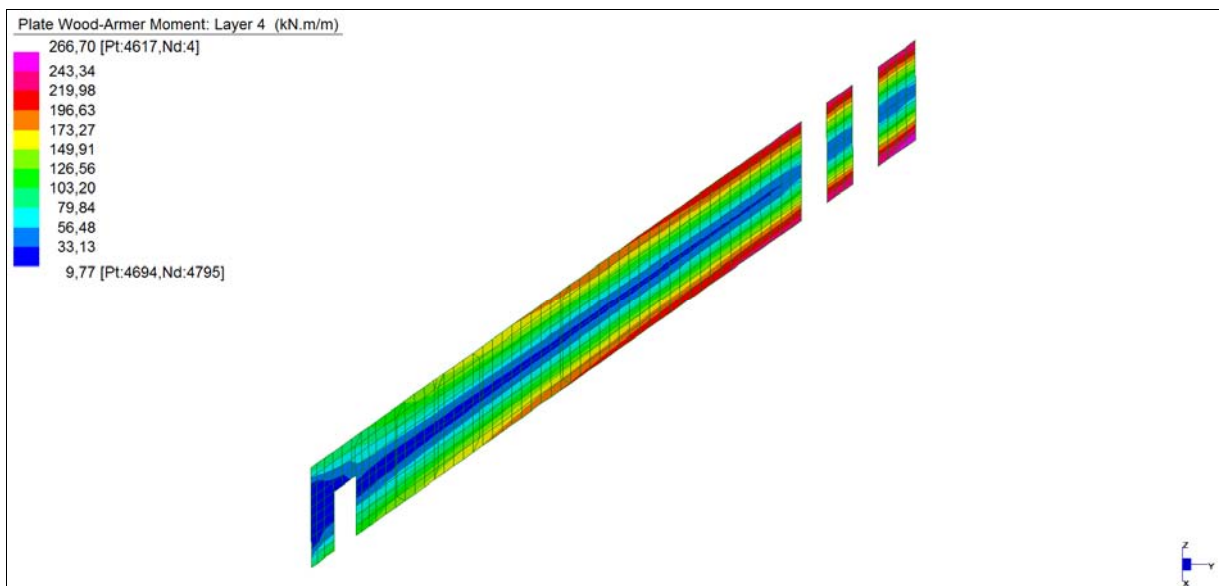
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

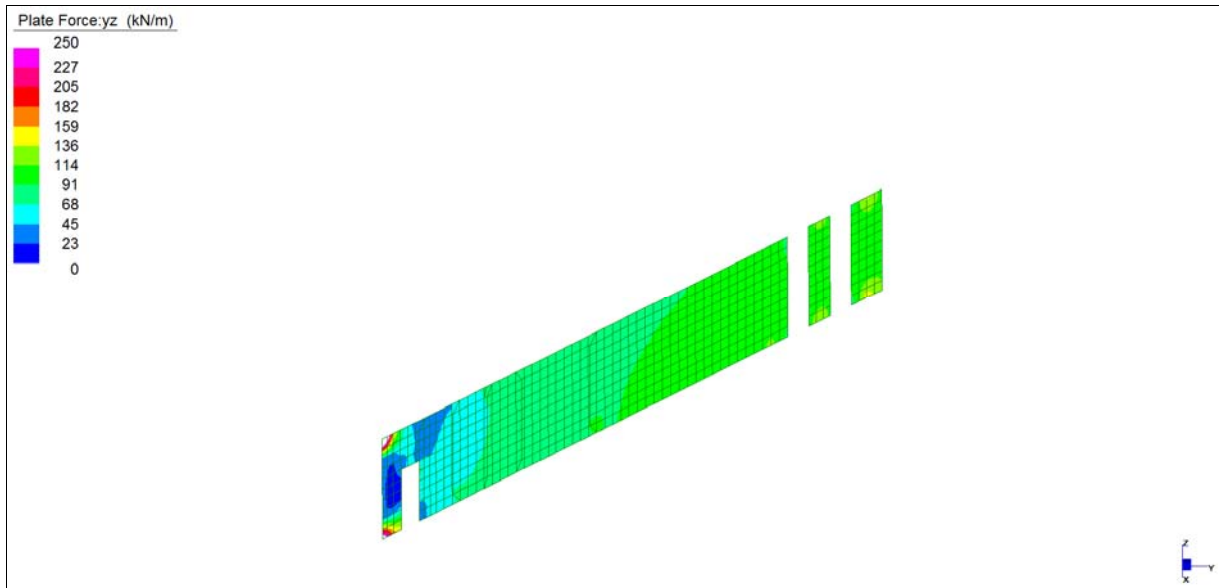


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

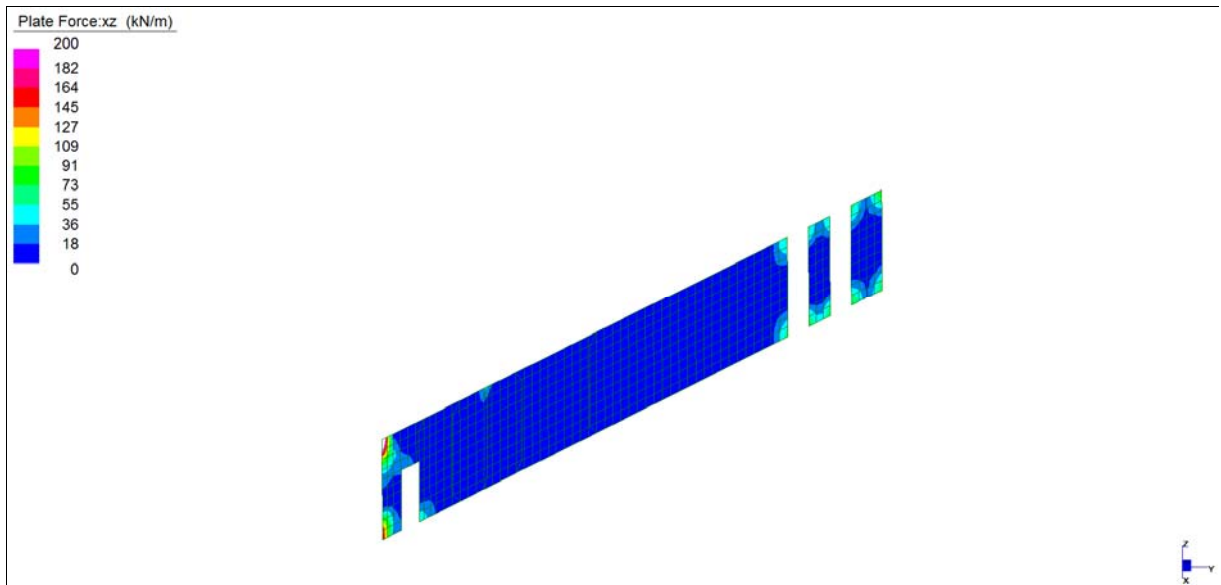


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

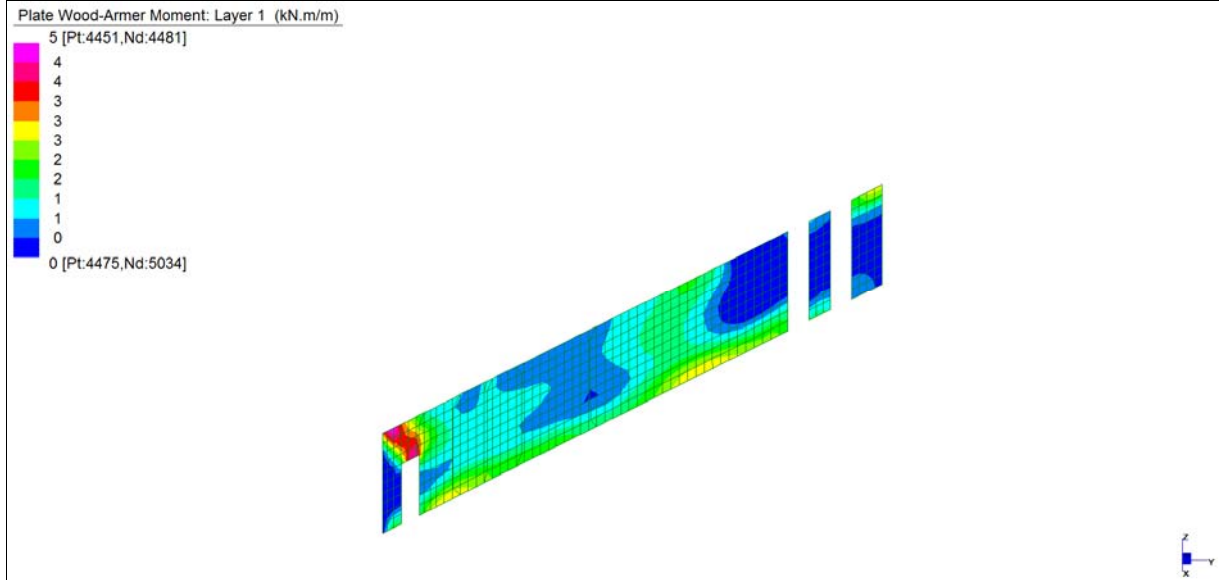


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

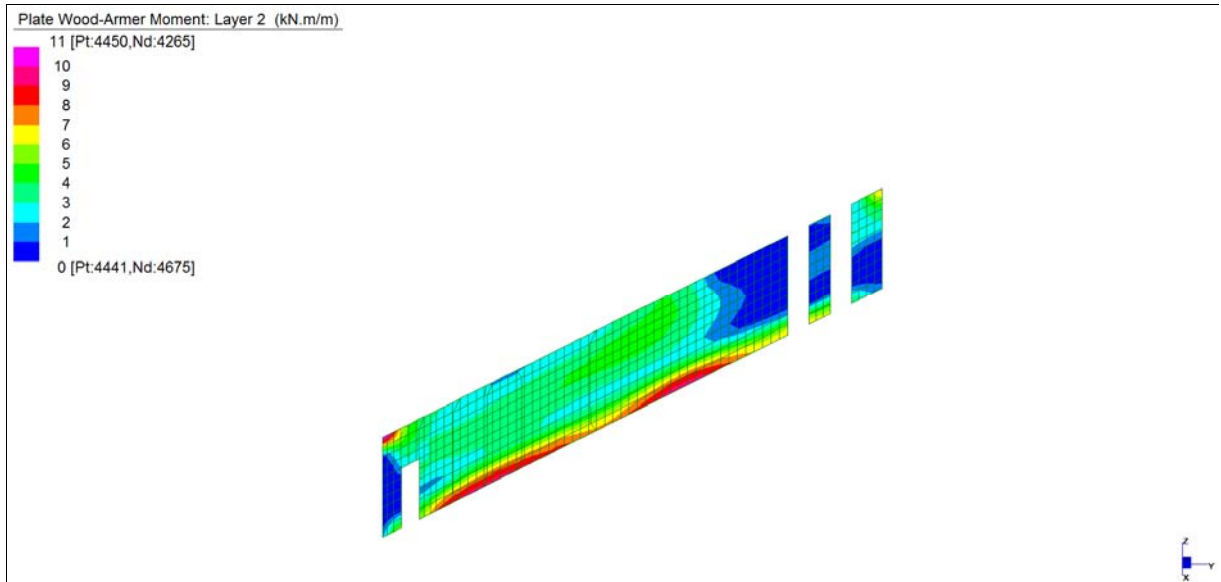
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



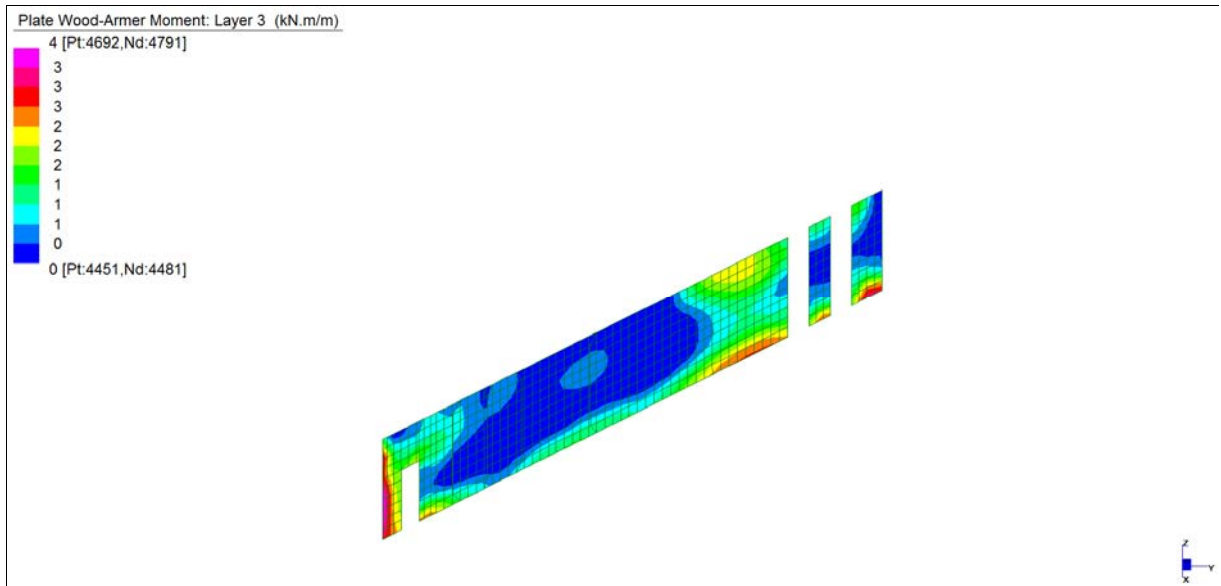
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



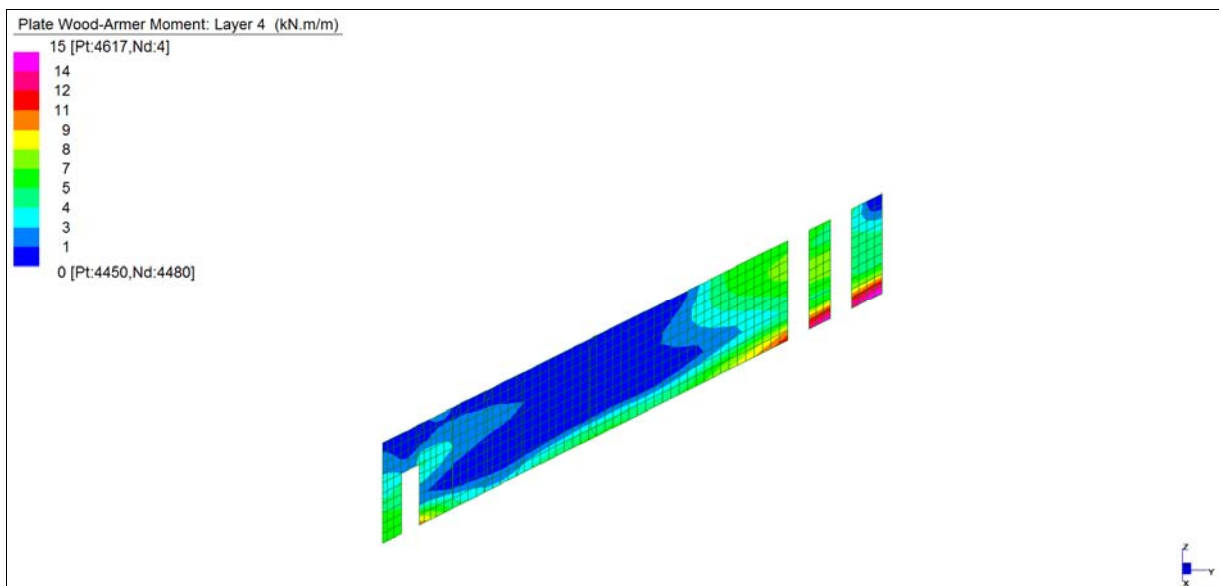
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

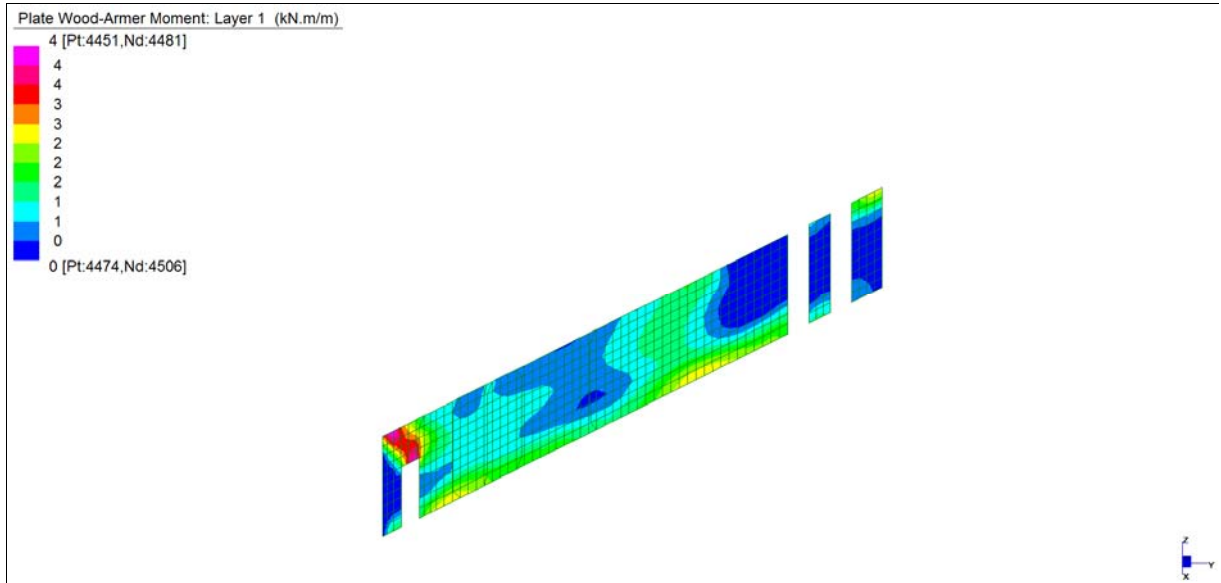


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

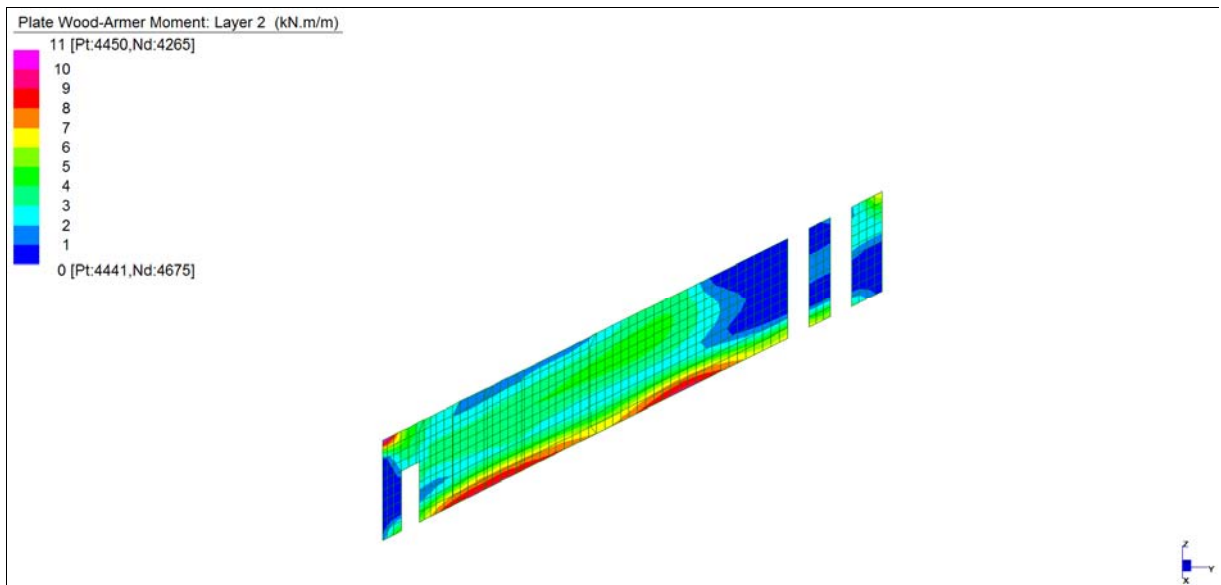
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



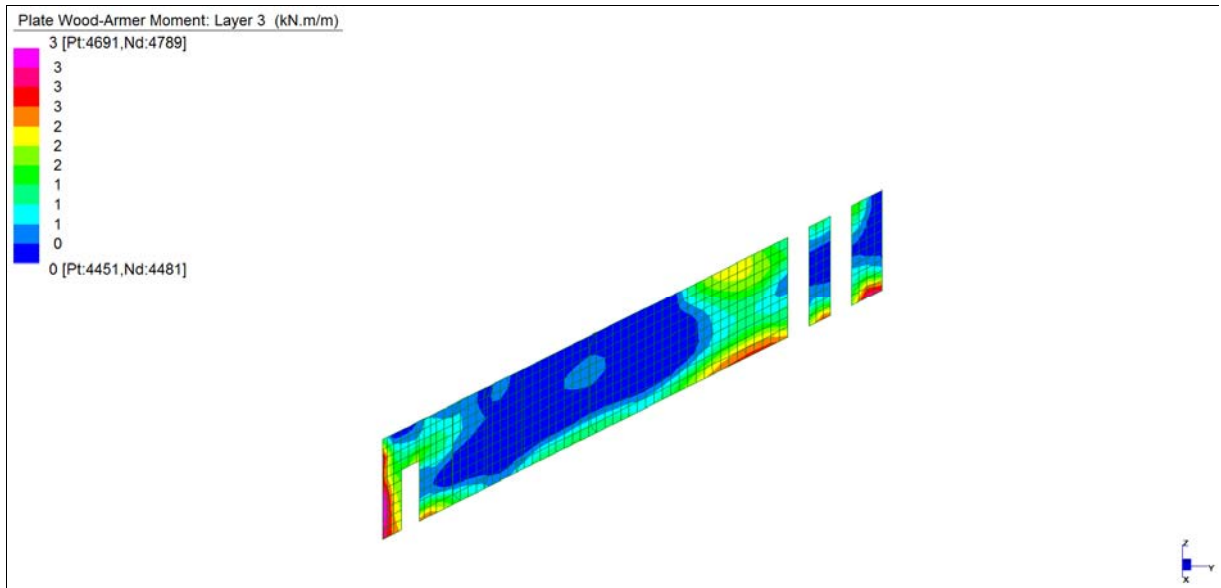
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



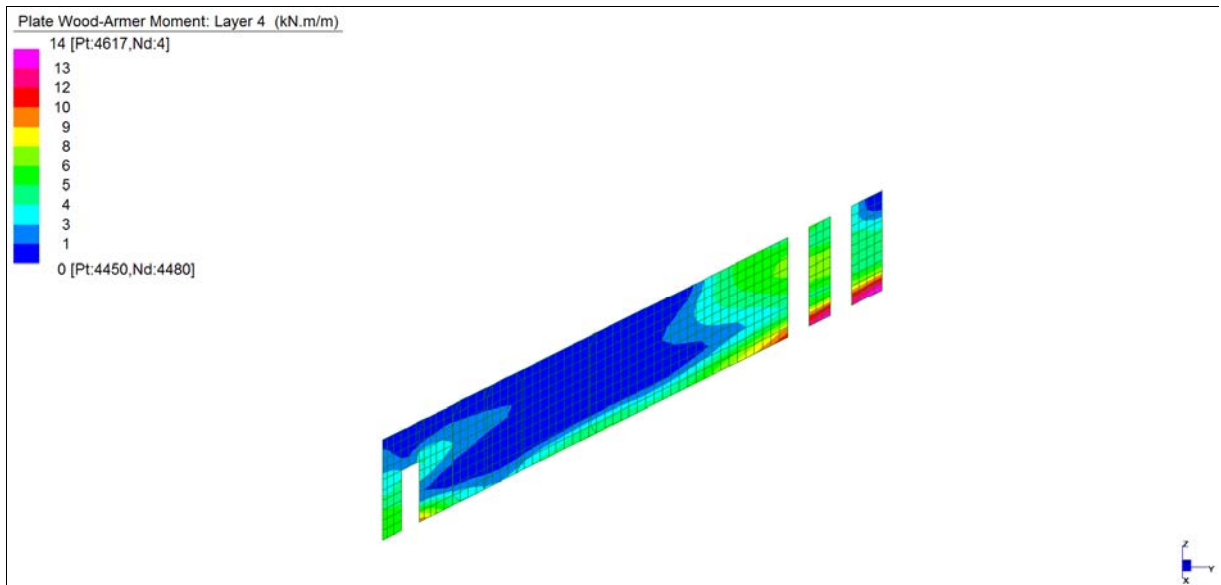
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

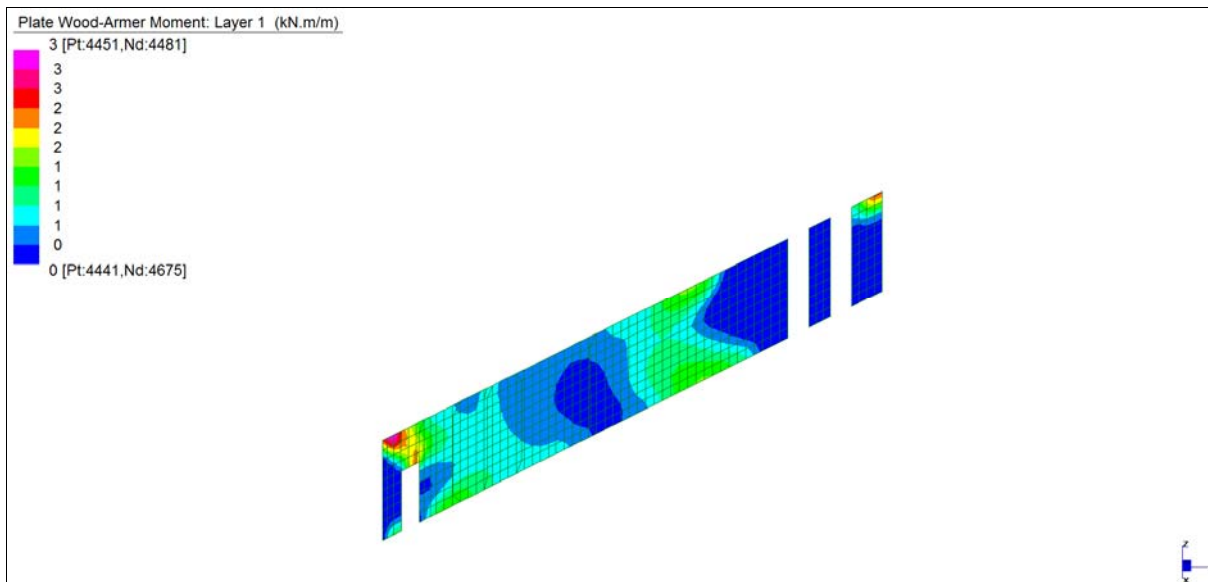


*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*

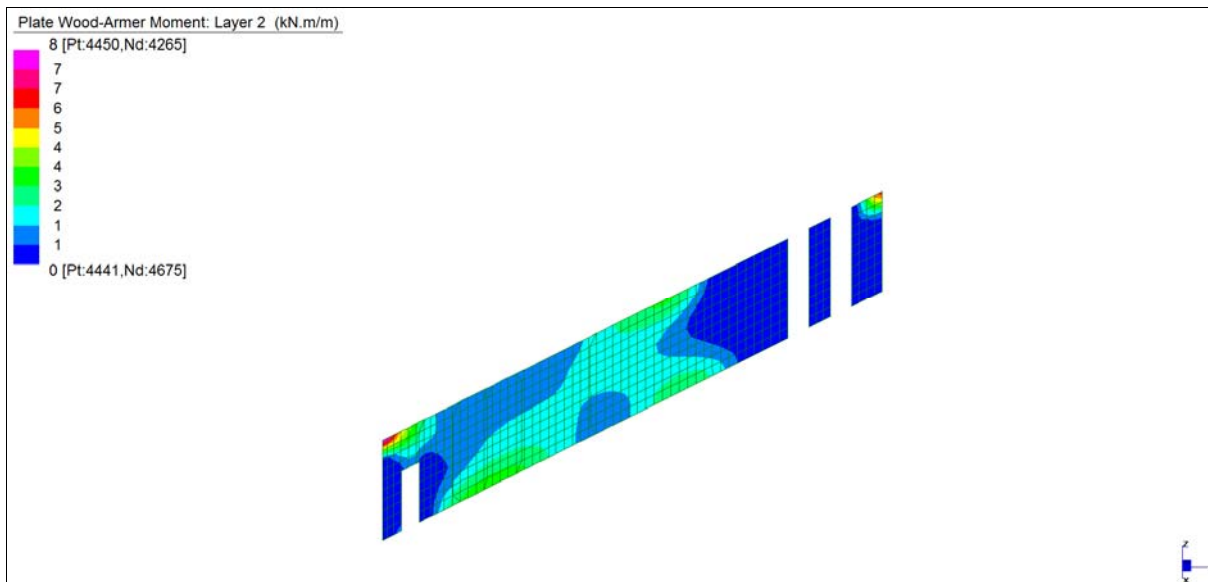


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

## Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



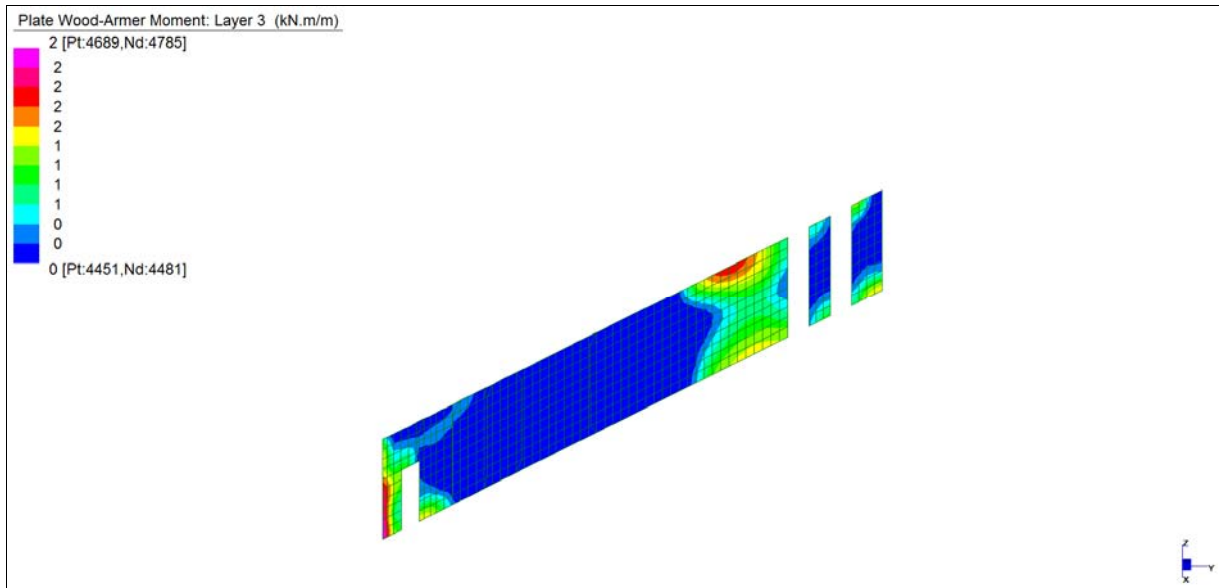
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



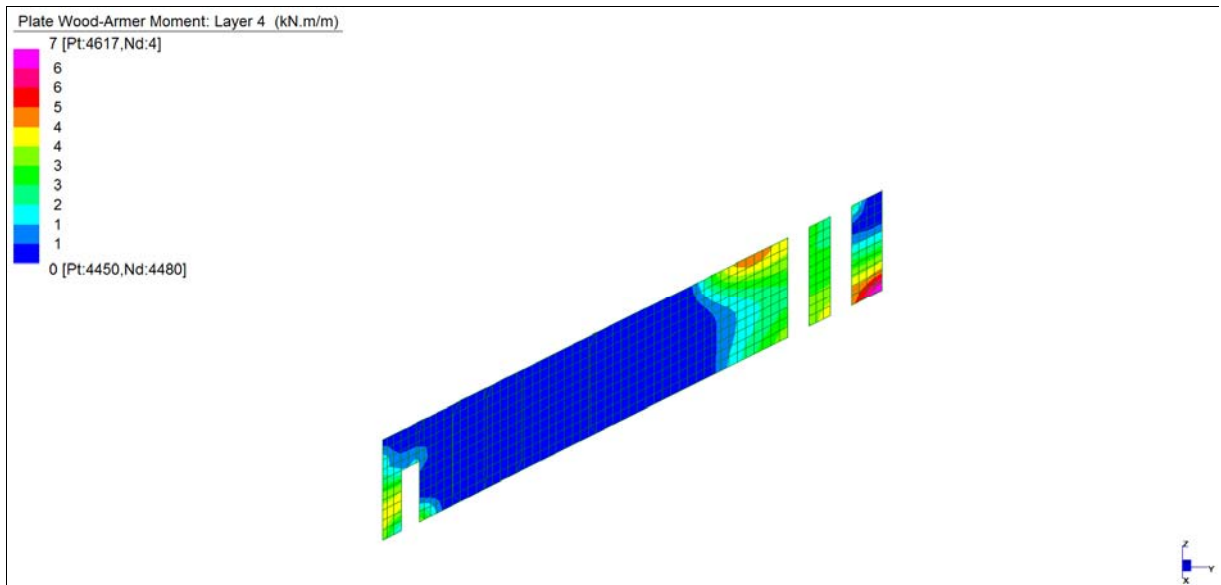
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 53 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 129 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri-dir. Orizz.-L1	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	48	53	Si
Muri-dir. Vert.-L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	256	272	Si
Muri-dir. Orizz.-L3	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	51	53	Si
Muri-dir. Vert.-L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	267	272	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 30 cm)*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	30	25	3000	φ12/20	0,0023	1,894	0,492	250	123	-	φ8/15/20	90	21,8	250	369	639	Si
Vert	100	30	23	3000	φ20/20	0,0167	1,933	0,507	200	194	-	φ8/15/20	90	21,8	200	339	587	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 30 cm)*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri-dir. Orizz.-L1	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	5	0,75	≤ 17,43	38	≤ 360
Muri-dir. Vert.-L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	11	0,92	≤ 17,43	15	≤ 360
Muri-dir. Orizz.-L3	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	4	0,60	≤ 17,43	31	≤ 360
Muri-dir. Vert.-L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	15	1,25	≤ 17,43	21	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) \_ Muri (sp = 30 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri-dir. Orizz.-L1	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	4	0,02	≤ 0,40
Muri-dir. Vert.-L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	11	0,01	≤ 0,40
Muri-dir. Orizz.-L3	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	3	0,02	≤ 0,40
Muri-dir. Vert.-L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	14	0,01	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) \_ Muri (sp = 30 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri-dir. Orizz.-L1	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	3	0,45	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30
Muri-dir. Vert.-L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	8	0,67	≤ 13,07	0,01	≤ 0,30
Muri-dir. Orizz.-L3	100	30	25	-	-	5	φ12/20	-	-	φ12/20	2	0,30	≤ 13,07	0,01	≤ 0,30
Muri-dir. Vert.-L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ24/20	-	φ20/20	7	0,59	≤ 13,07	0,01	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) \_ Muri (sp = 30 cm)*

## 13.4 MURI (sp 35 cm)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

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

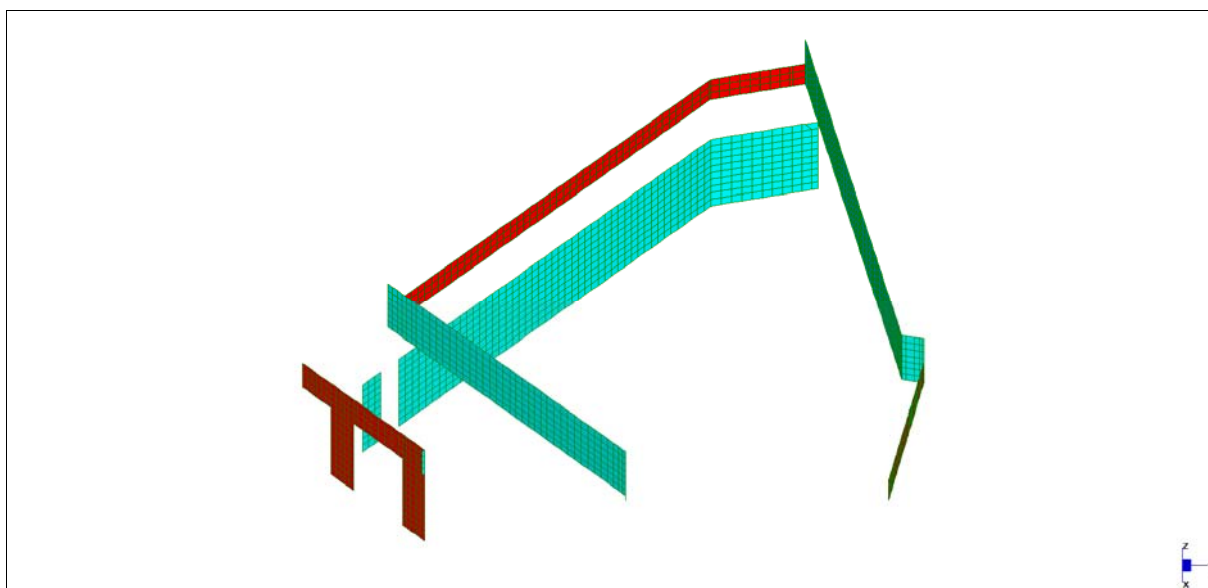
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

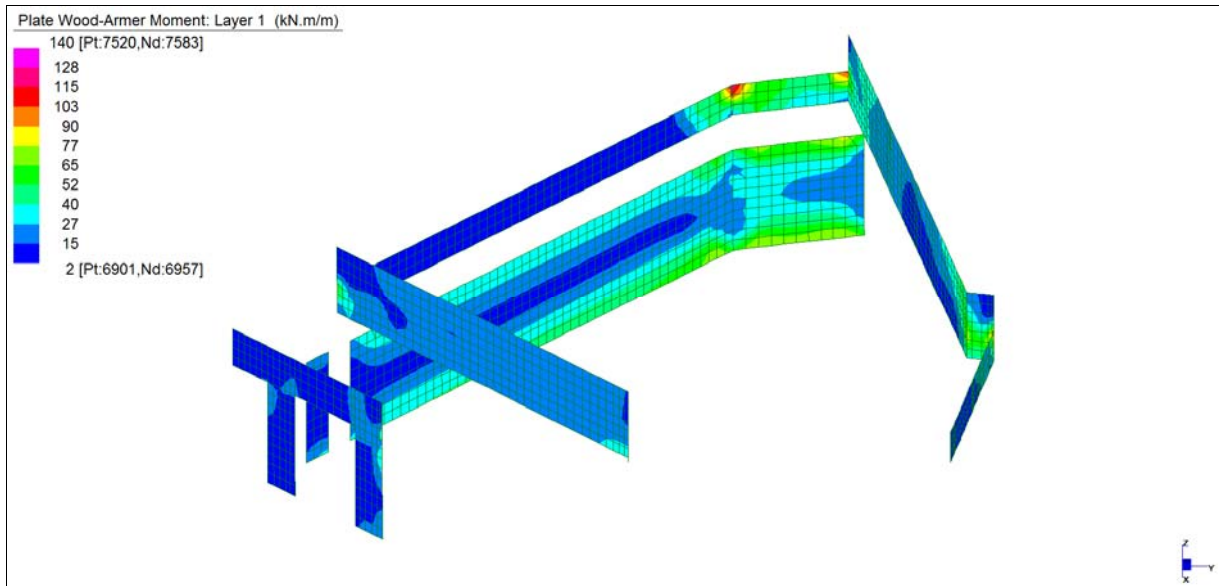
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

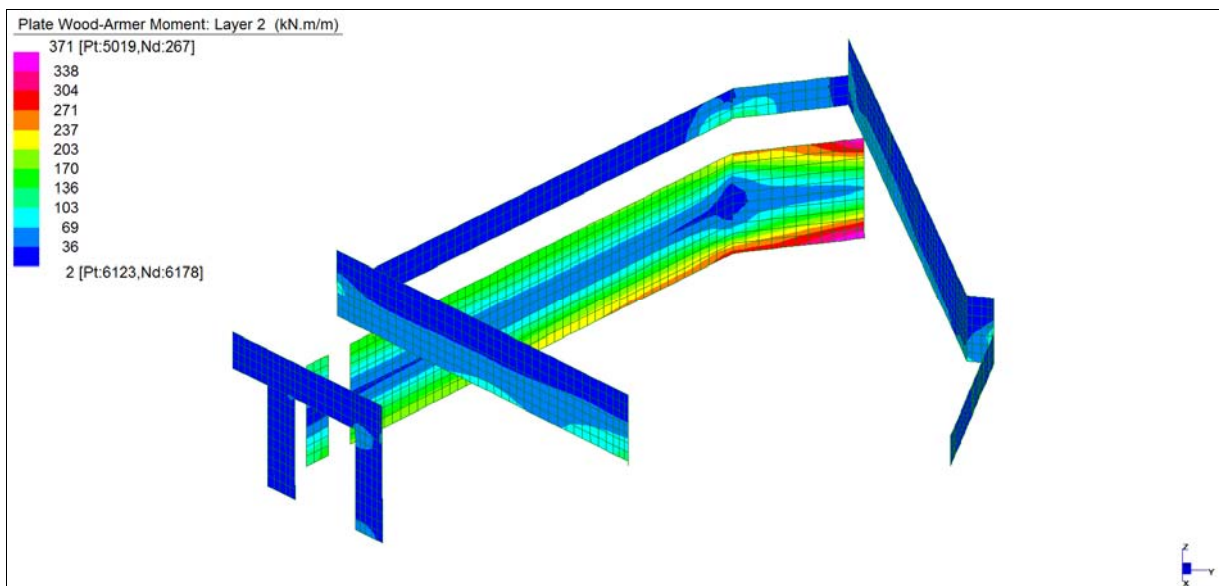
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



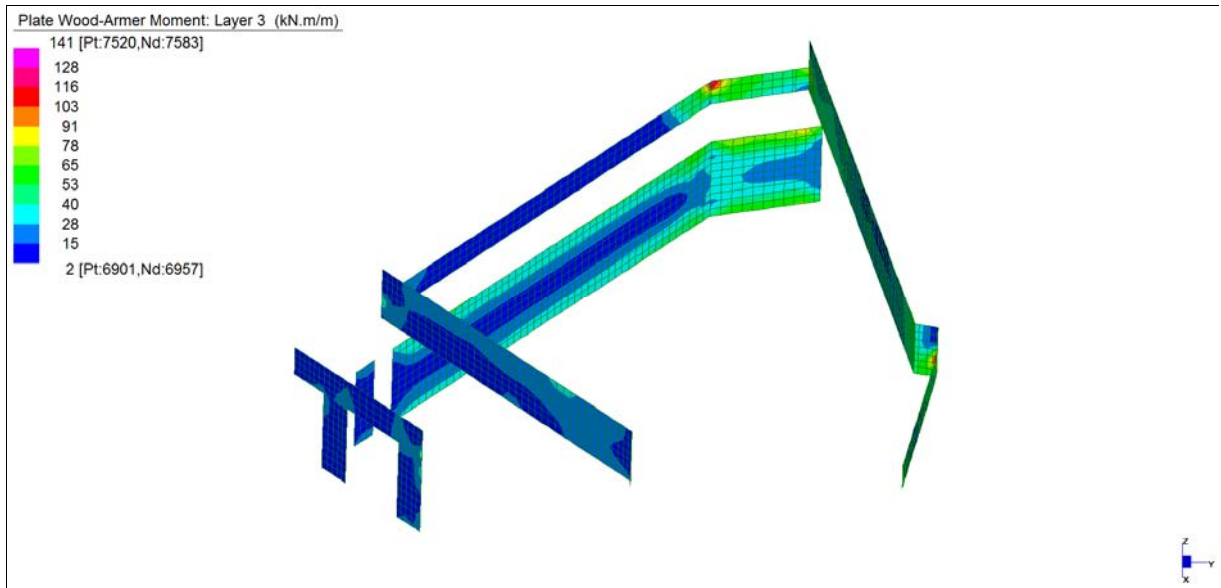
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



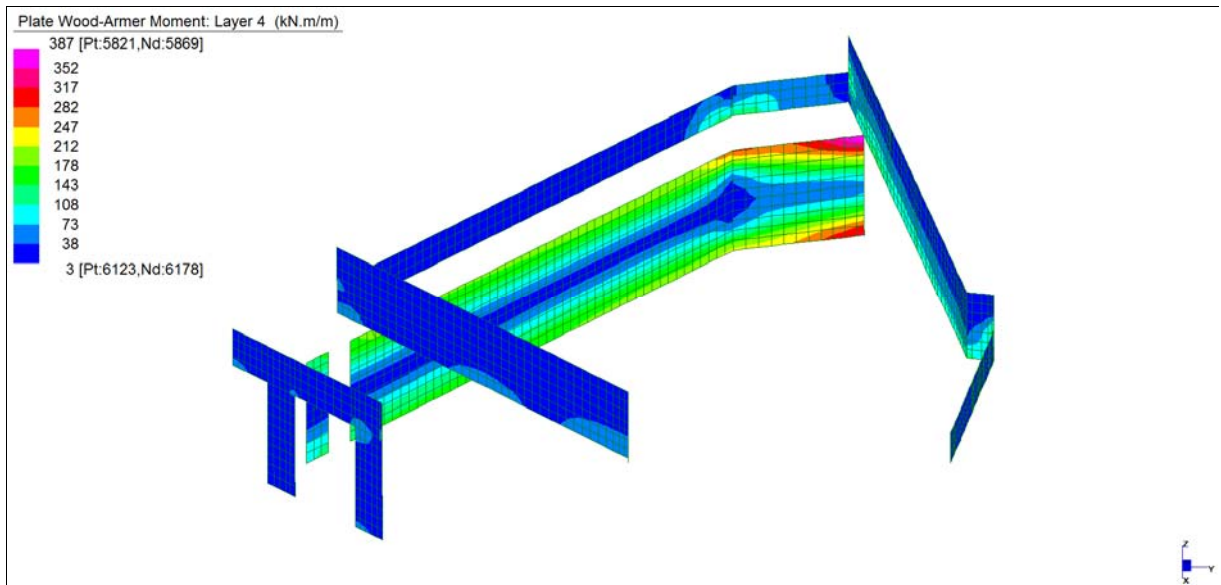
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



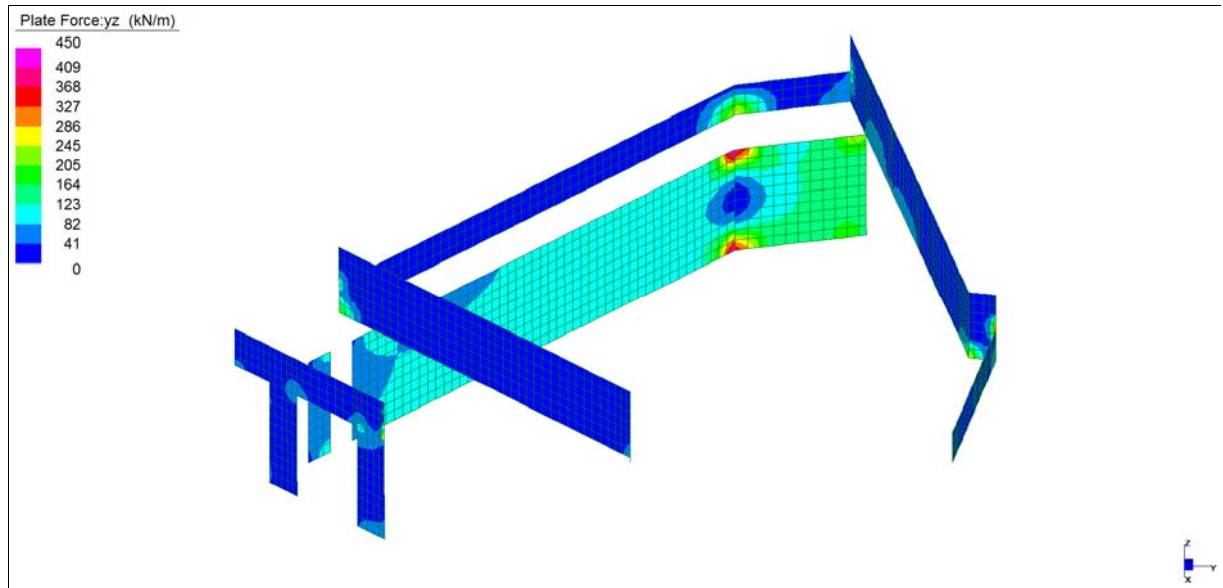
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



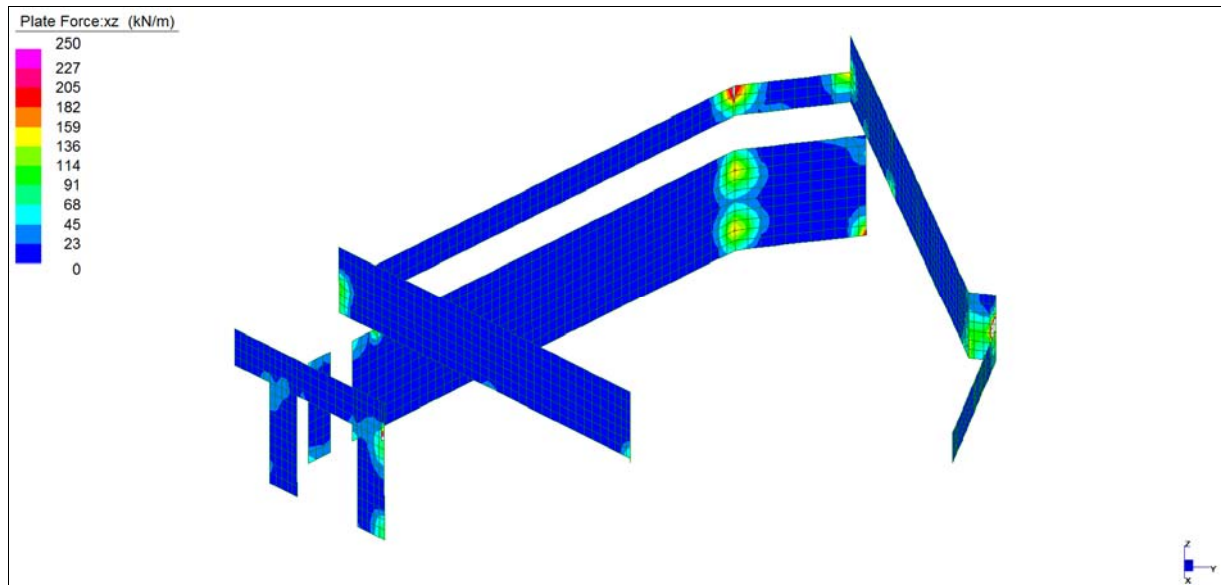
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Sforzo di taglio\_dir. Verticale  $V_{YZ\_locale}$  (S.L.U.)

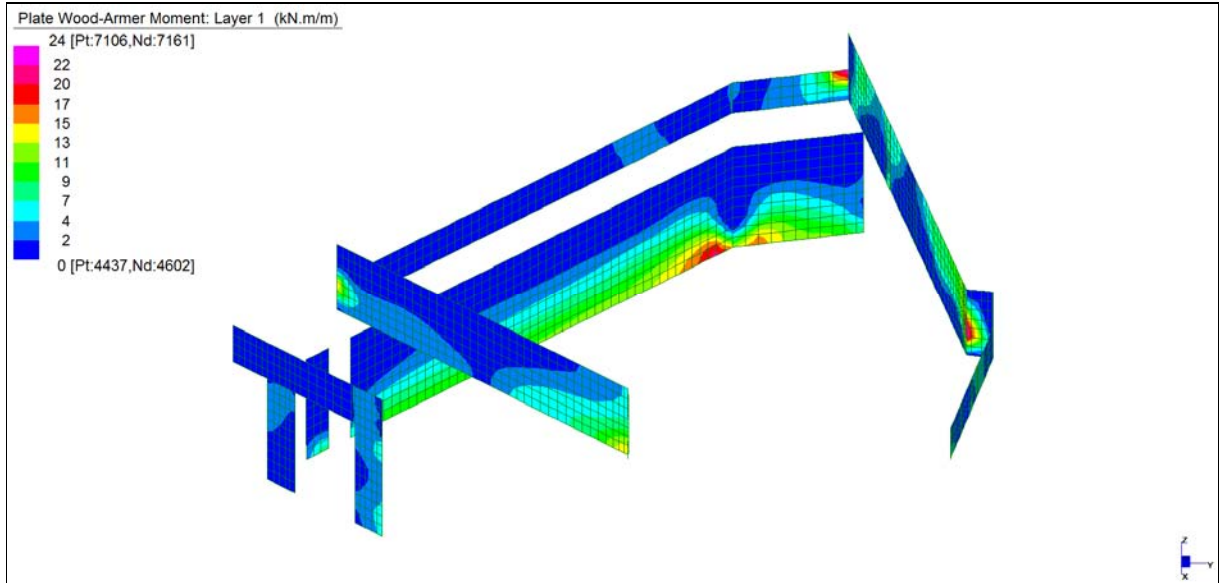


Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)

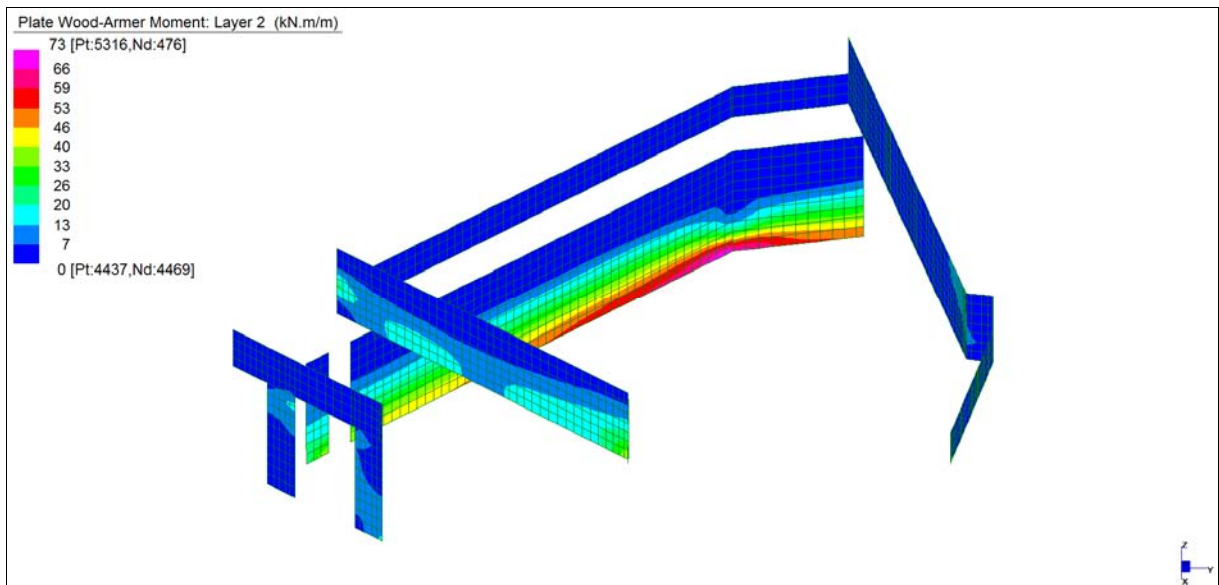
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



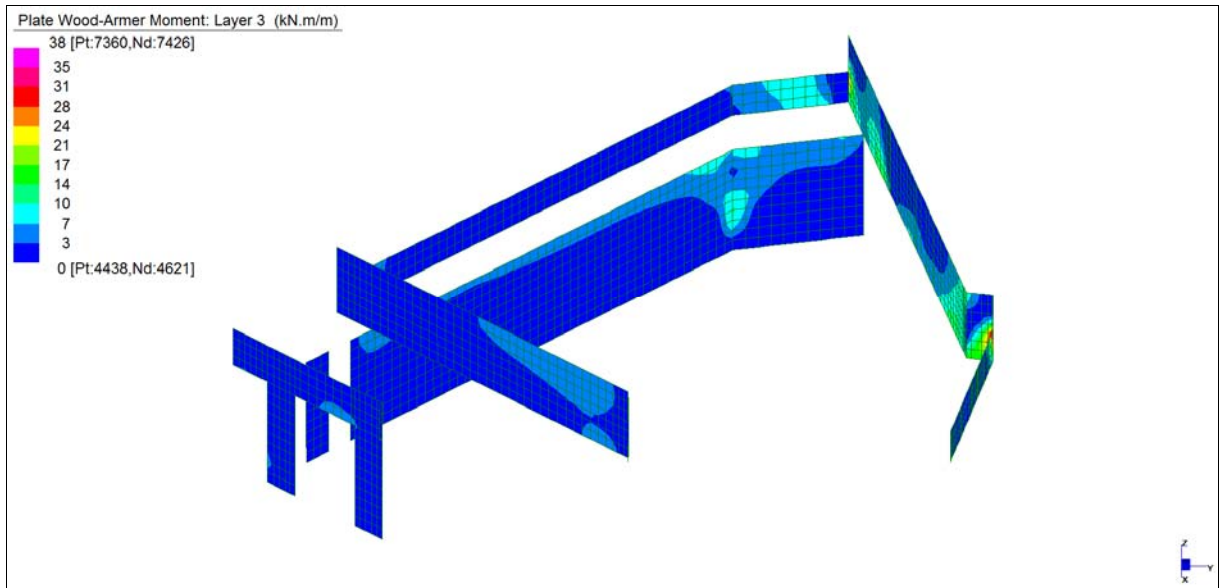
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



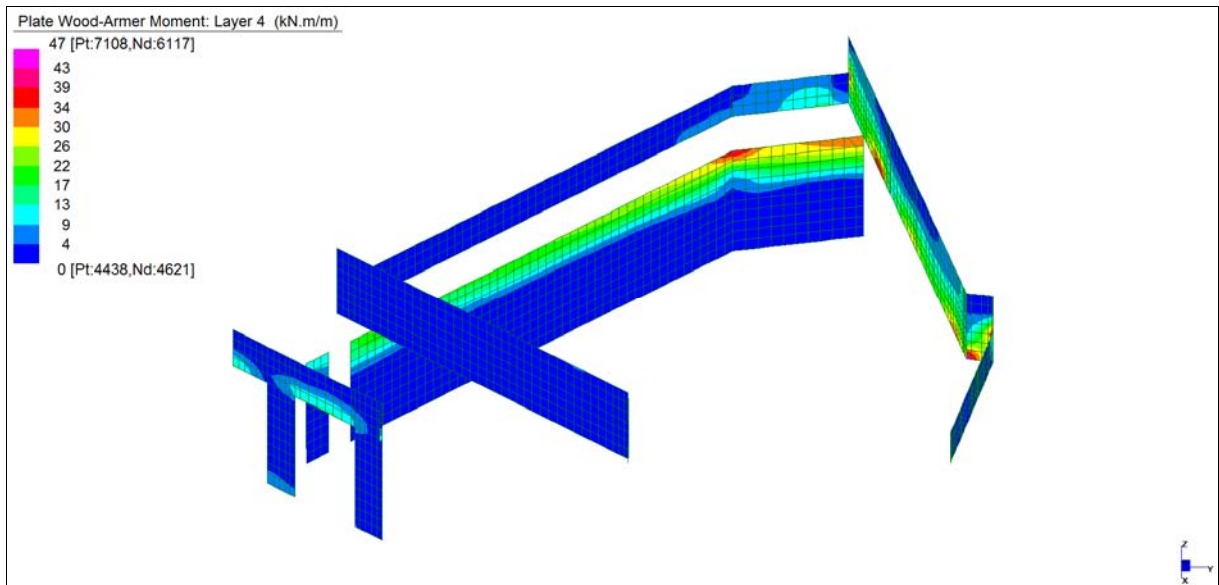
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

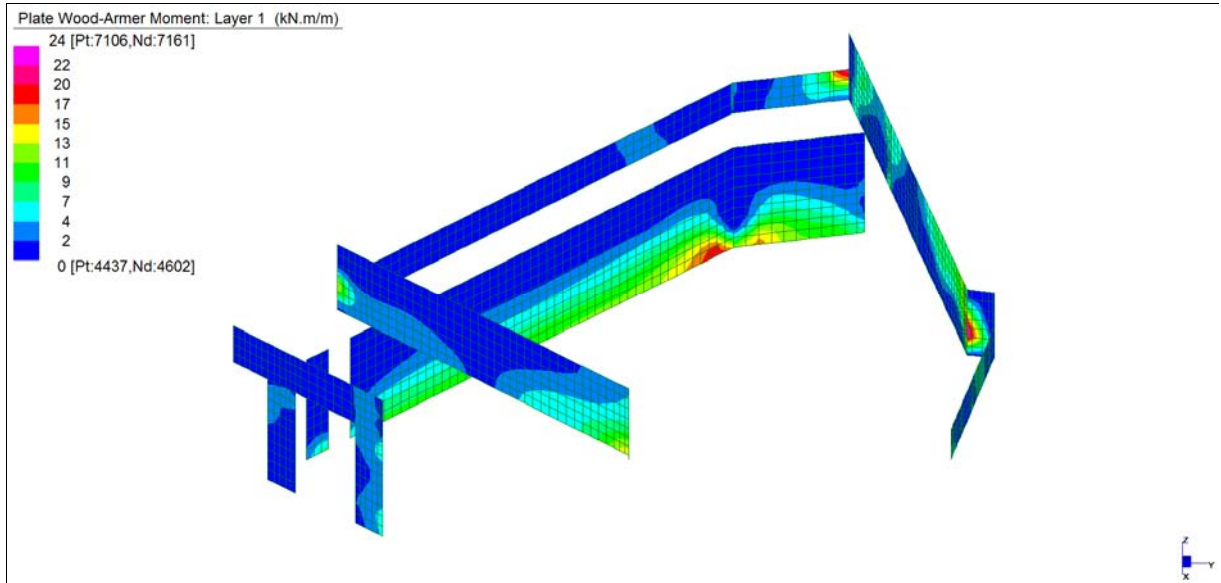


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

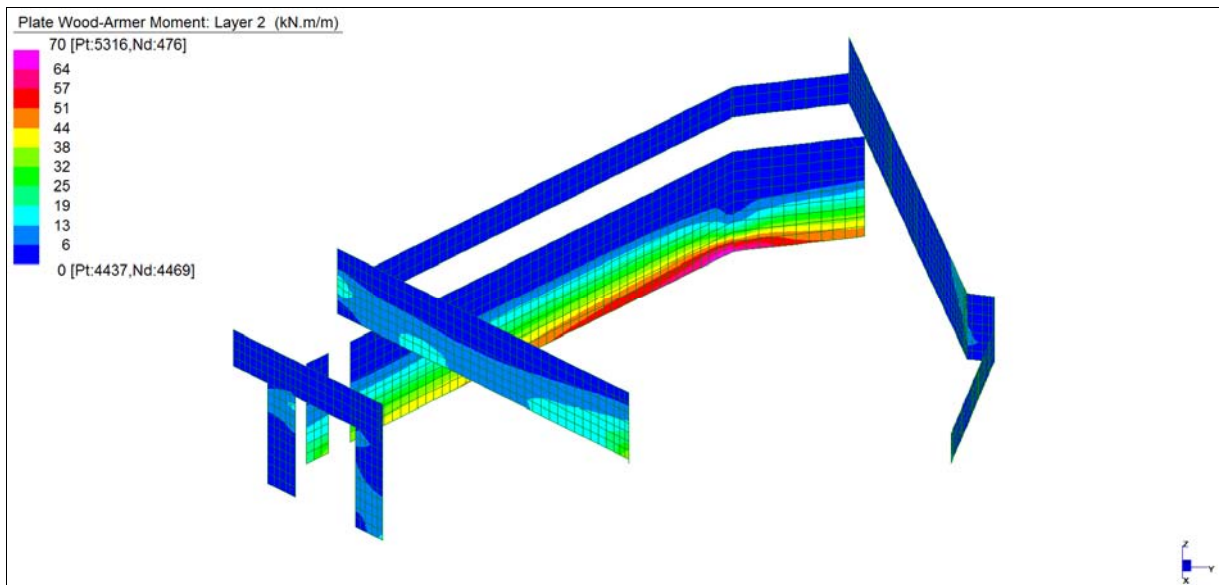
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



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

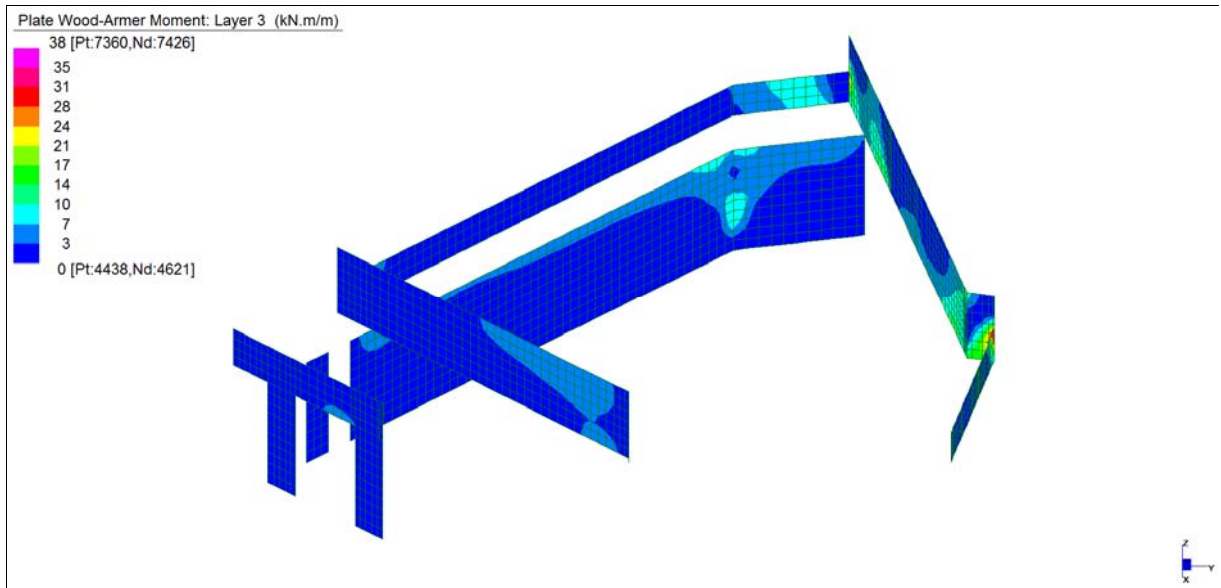


*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

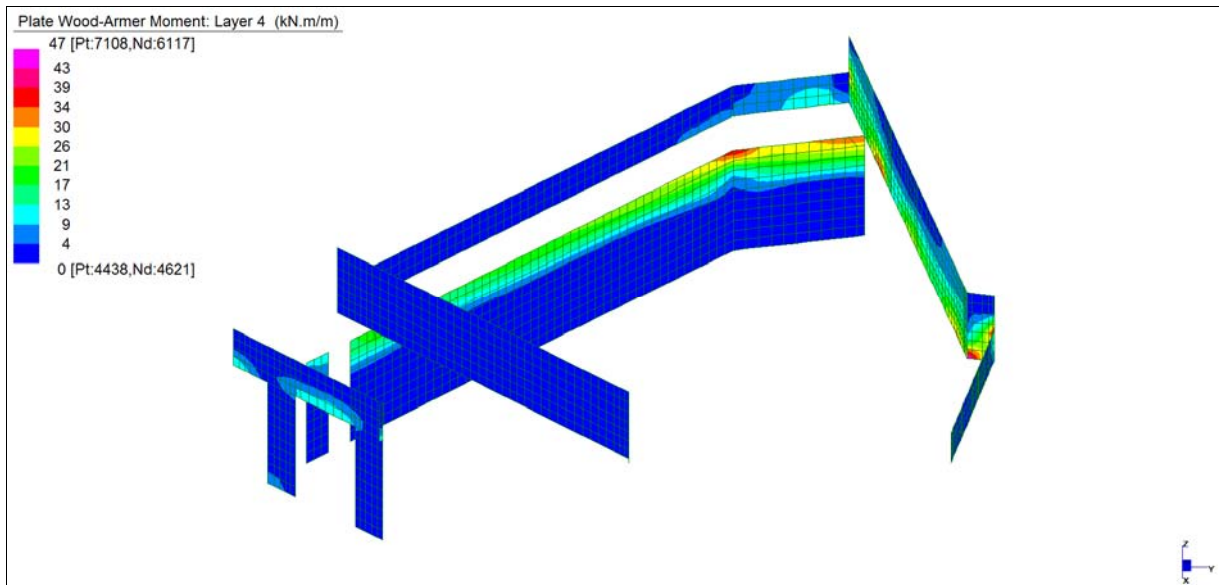


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

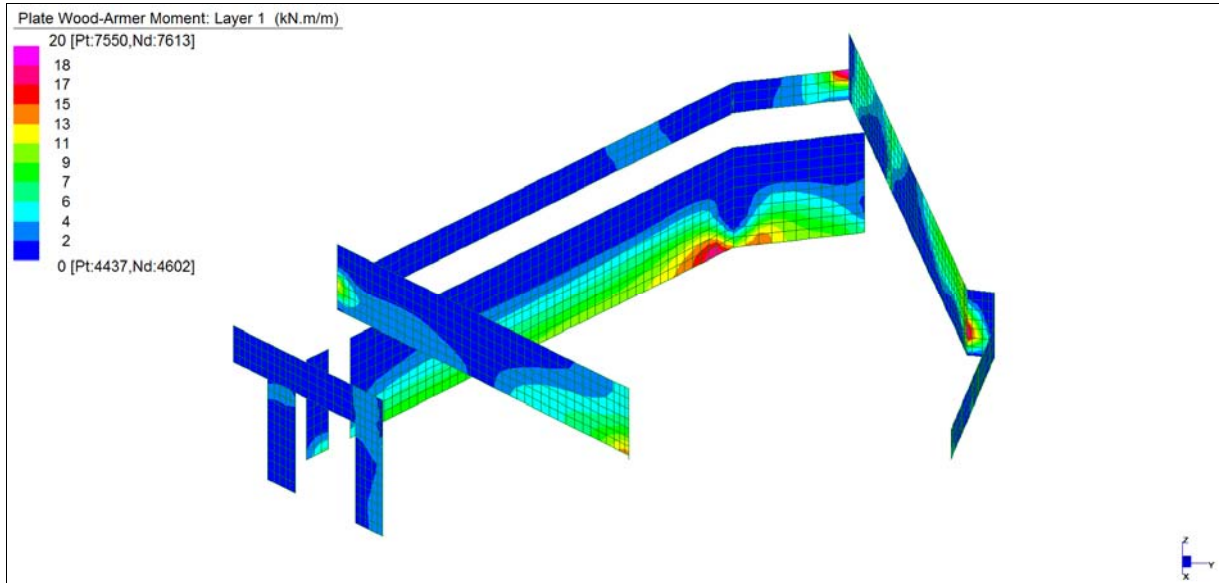


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

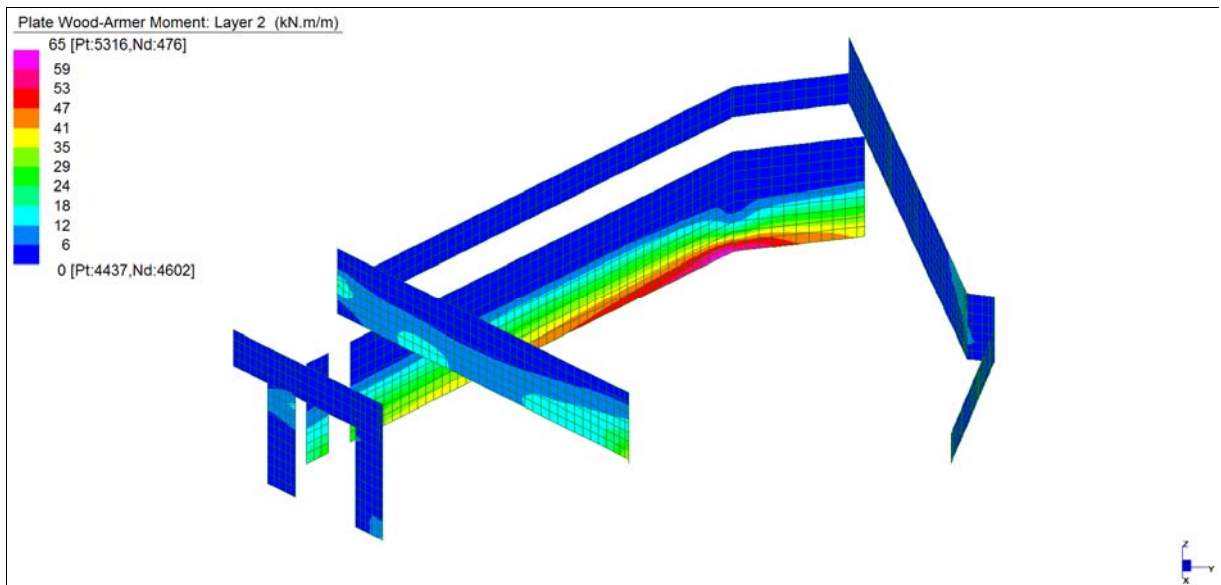
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



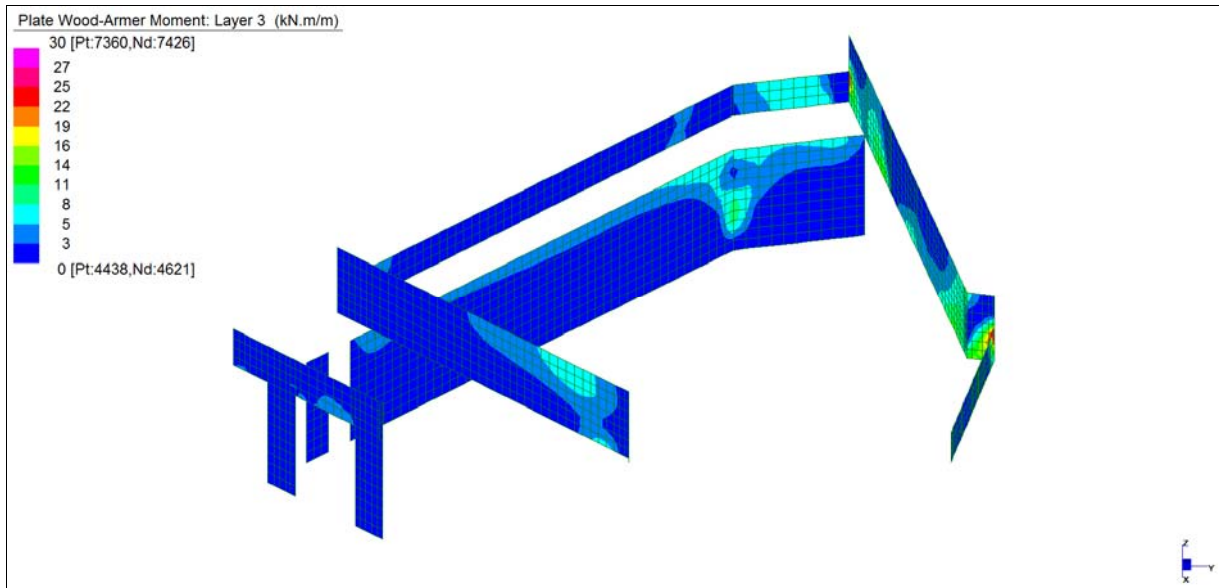
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



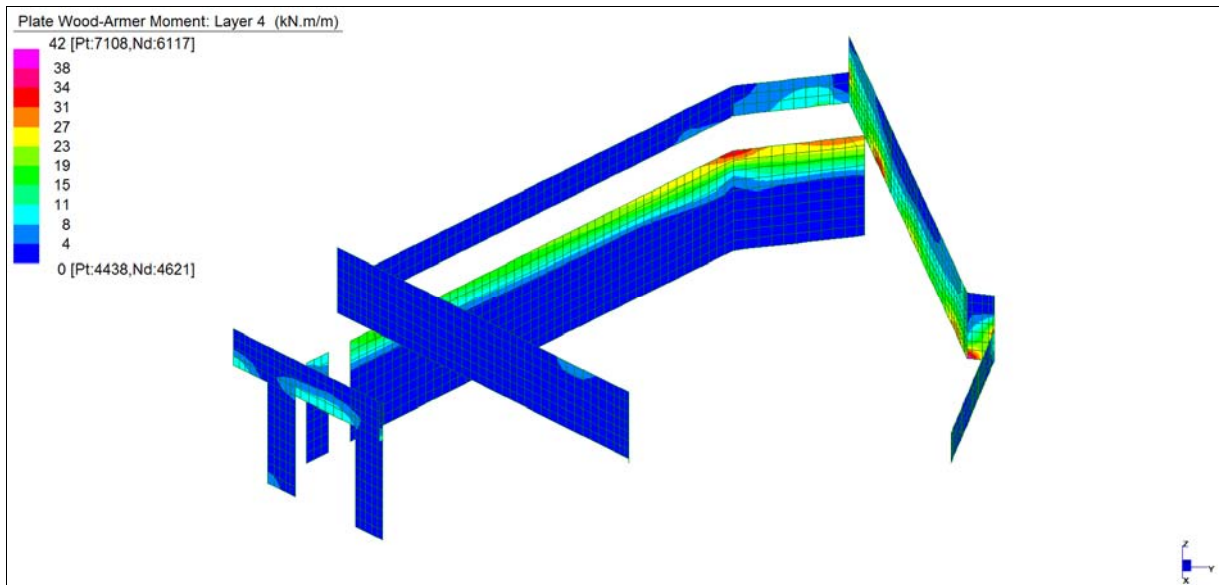
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

### 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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 64 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 159 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri-dir. Orizz.-L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	140	172	Si
Muri-dir. Vert.-L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	371	374	Si
Muri-dir. Orizz.-L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	141	172	Si
Muri-dir. Vert.-L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	360	374	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm)

### 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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>s1</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			°	°	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	35	30	3500	φ12/20	0,0052	1,816	0,462	250	162	-	φ8/15/20	90	21,8	250	443	766	Si
Vert	100	35	28	3500	φ20/20	0,0151	1,845	0,473	320	219	-	φ8/15/20	90	21,8	320	413	715	Si

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri-dir. Orizz.-L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	24	1,75	≤ 17,43	57	≤ 360
Muri-dir. Vert.-L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	73	4,18	≤ 17,43	74	≤ 360
Muri-dir. Orizz.-L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	38	2,78	≤ 17,43	91	≤ 360
Muri-dir. Vert.-L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	47	2,69	≤ 17,43	48	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) \_ Muri (sp = 35 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri-dir. Orizz.-L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	24	0,03	≤ 0,40
Muri-dir. Vert.-L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	70	0,04	≤ 0,40
Muri-dir. Orizz.-L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	38	0,05	≤ 0,40
Muri-dir. Vert.-L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	47	0,03	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) \_ Muri (sp = 35 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri-dir. Orizz.-L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	20	1,46	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Muri-dir. Vert.-L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	65	3,72	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri-dir. Orizz.-L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	30	2,19	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri-dir. Vert.-L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	42	2,40	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) \_ Muri (sp = 35 cm)*

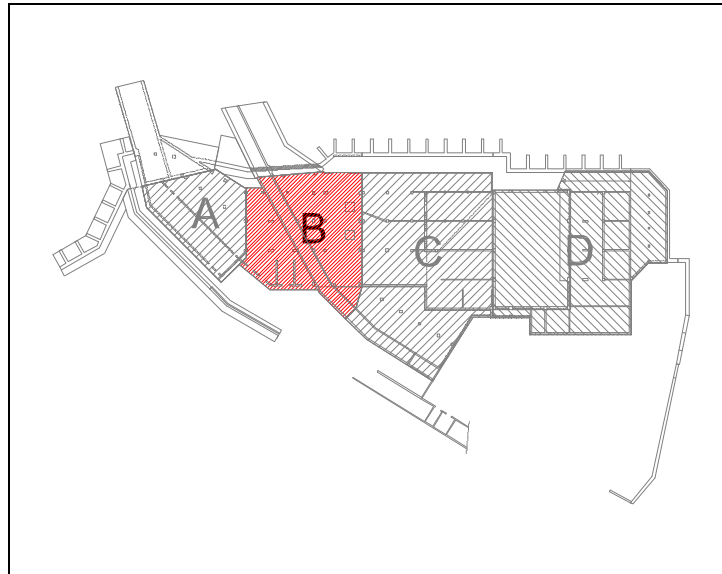
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

## 14.BLOCCO B

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



*Key plan - Individuazione Blocco B*

## 14.1 PLATEA (+667,95 m)

### 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.

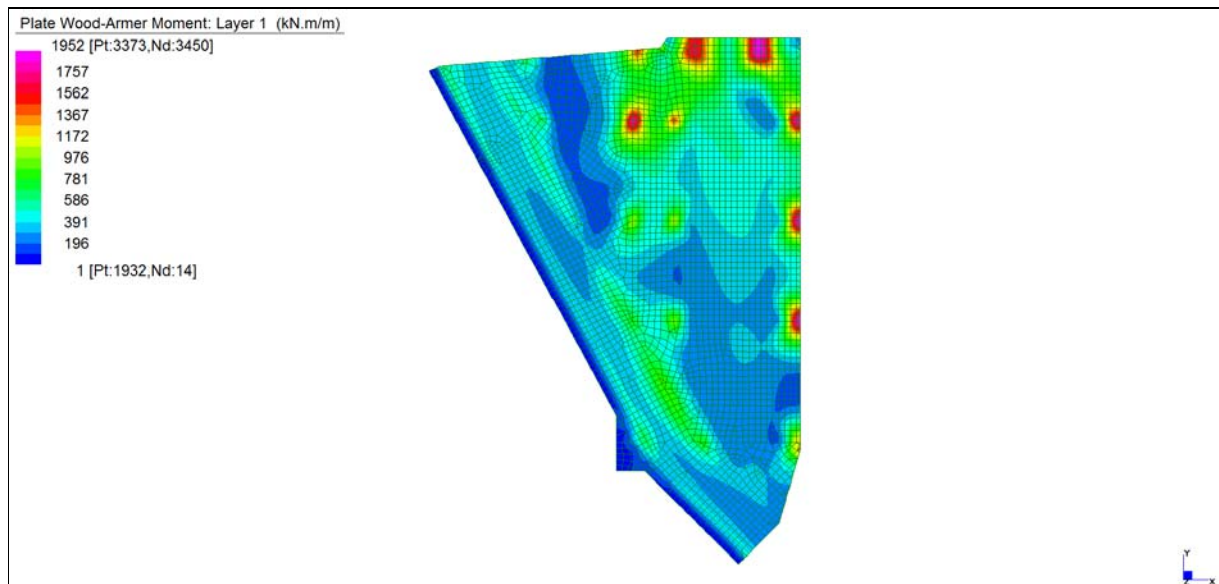
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

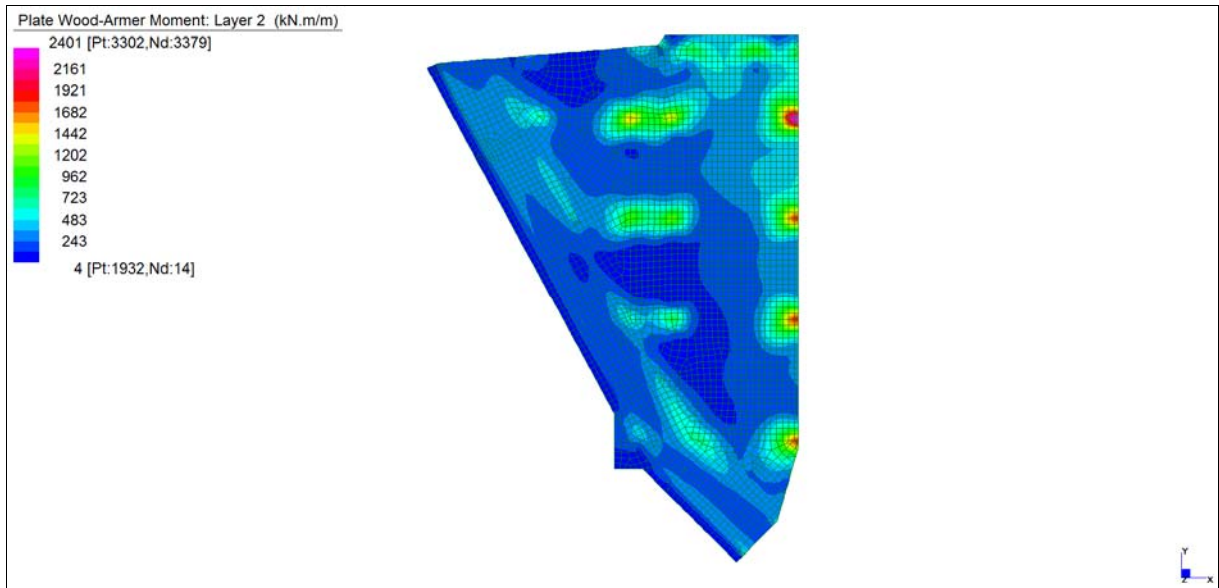
### Grafici di combinazione di SLU



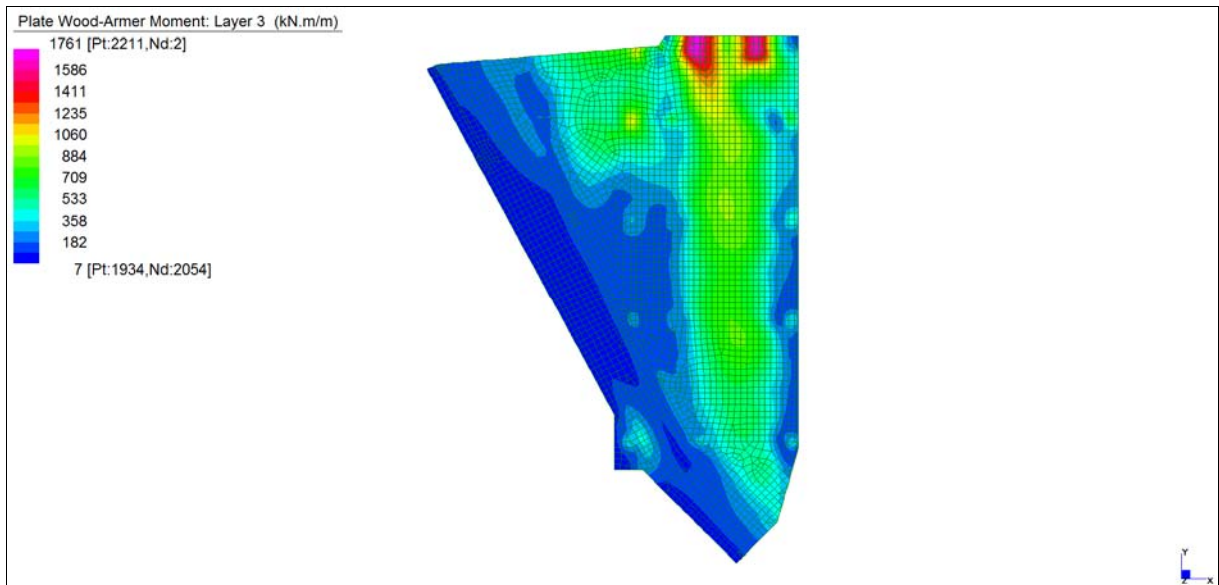
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

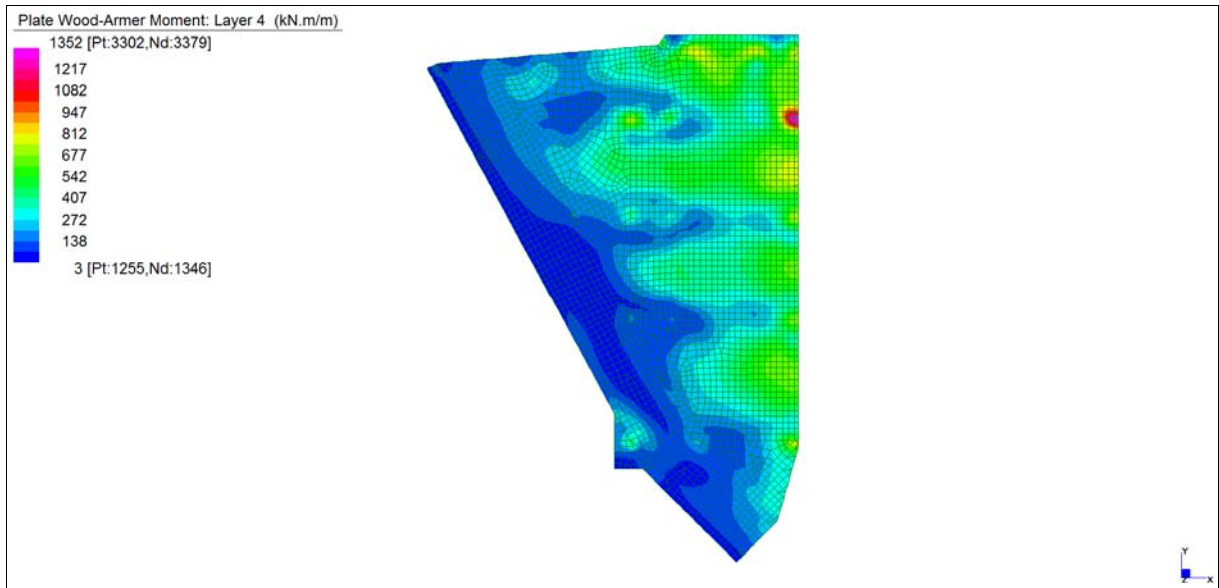


*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

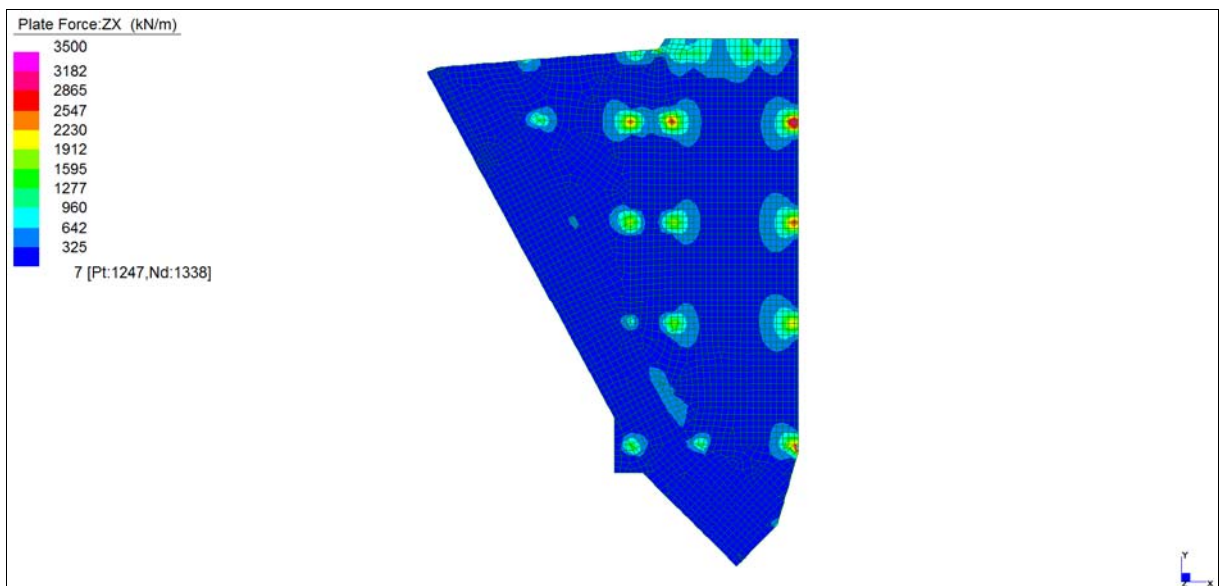


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



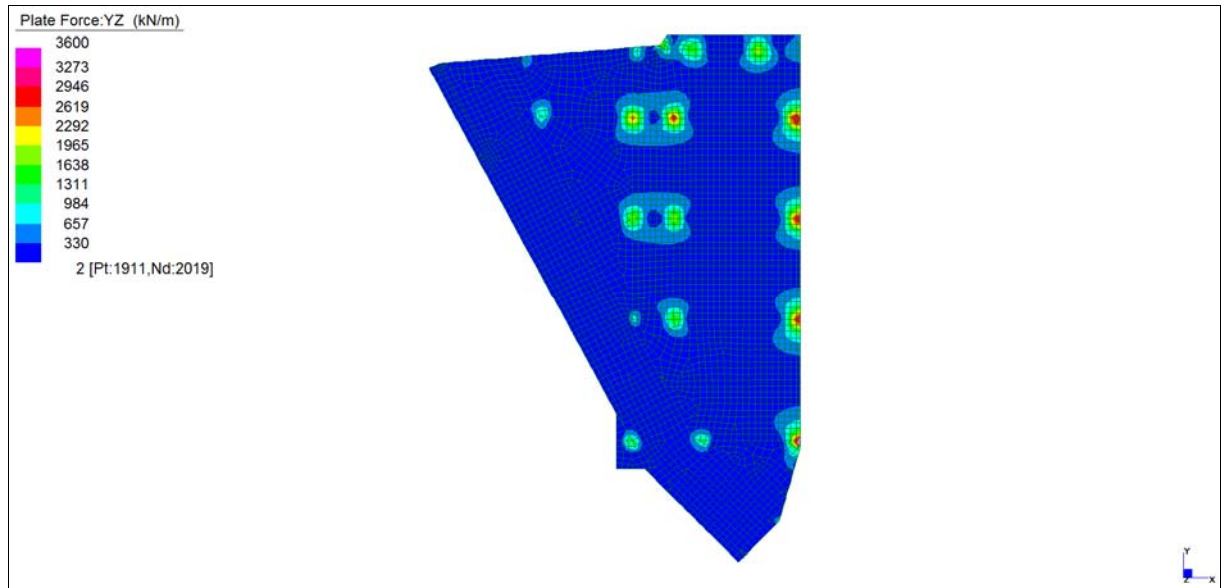
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

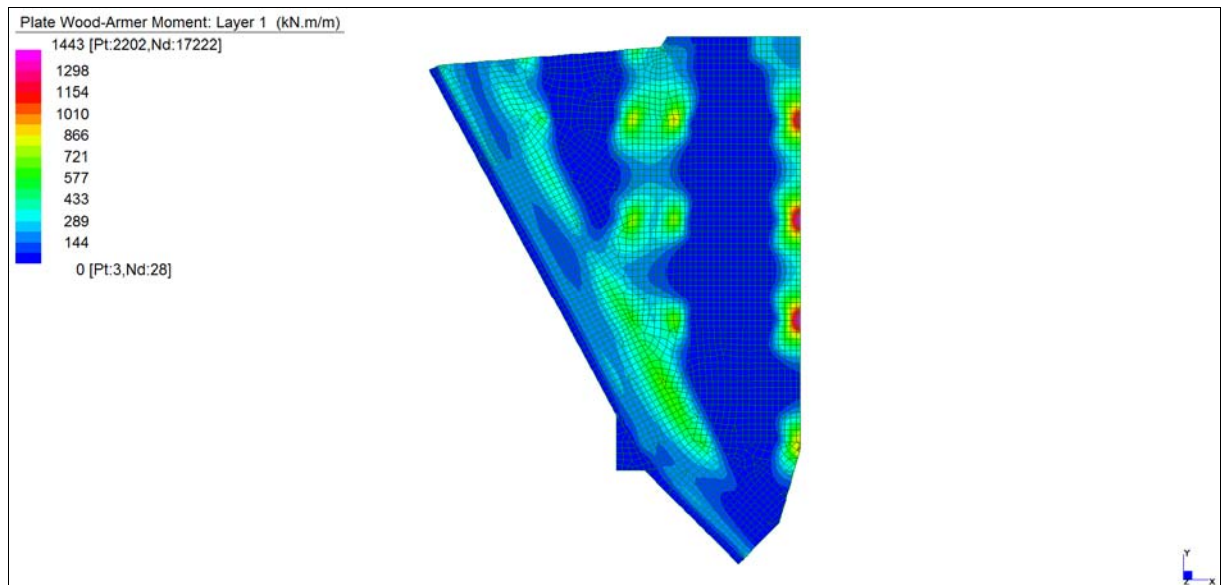
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

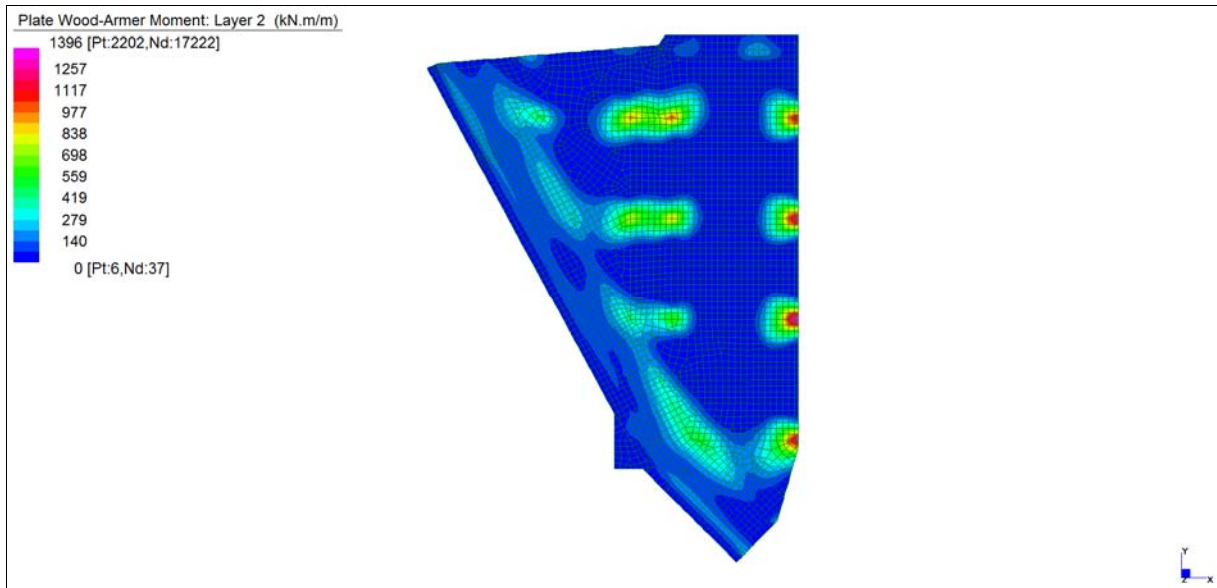
**Grafici di combinazione RARA**



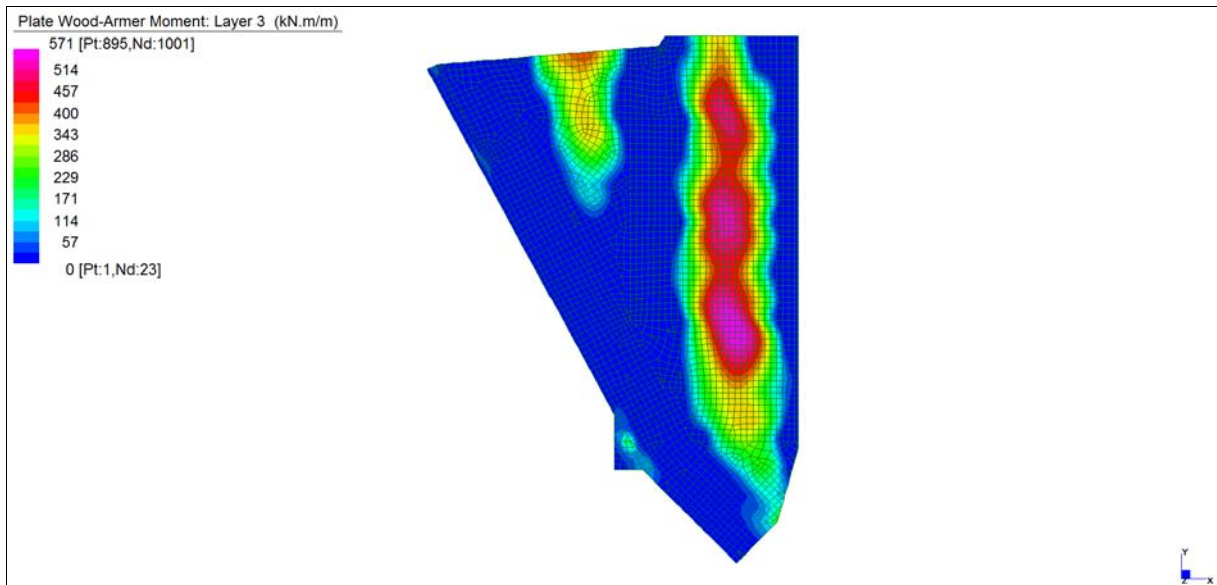
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



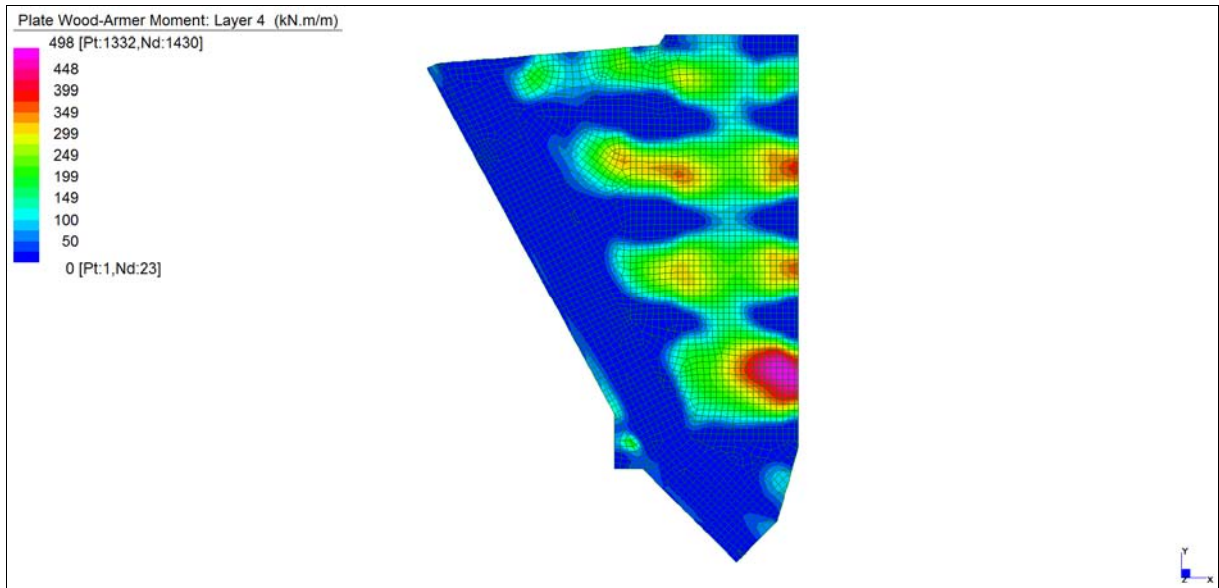
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

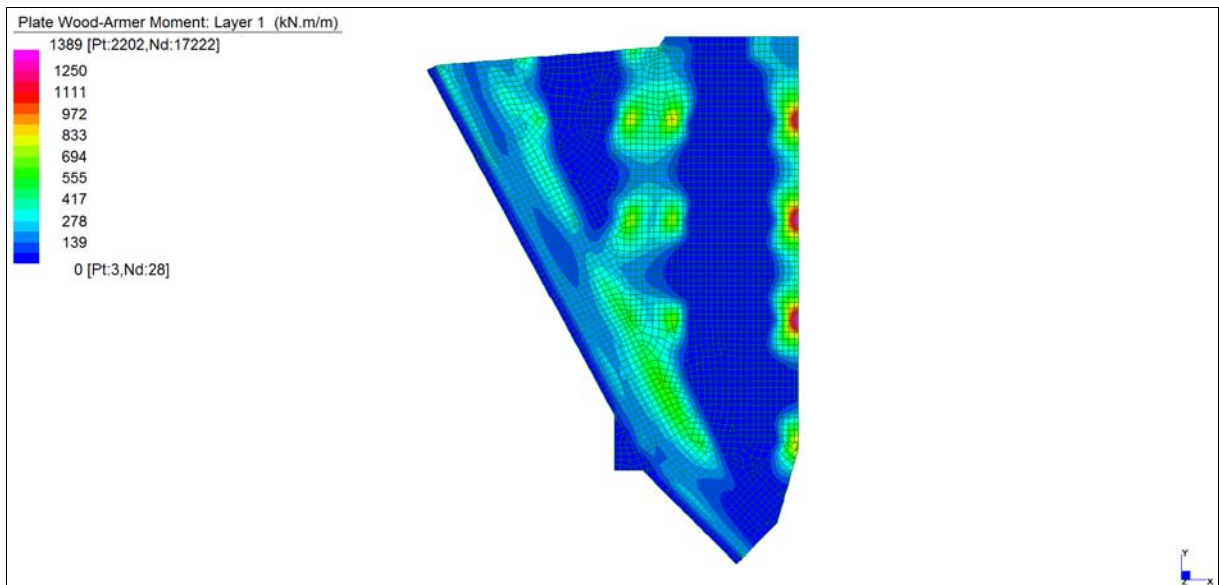
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

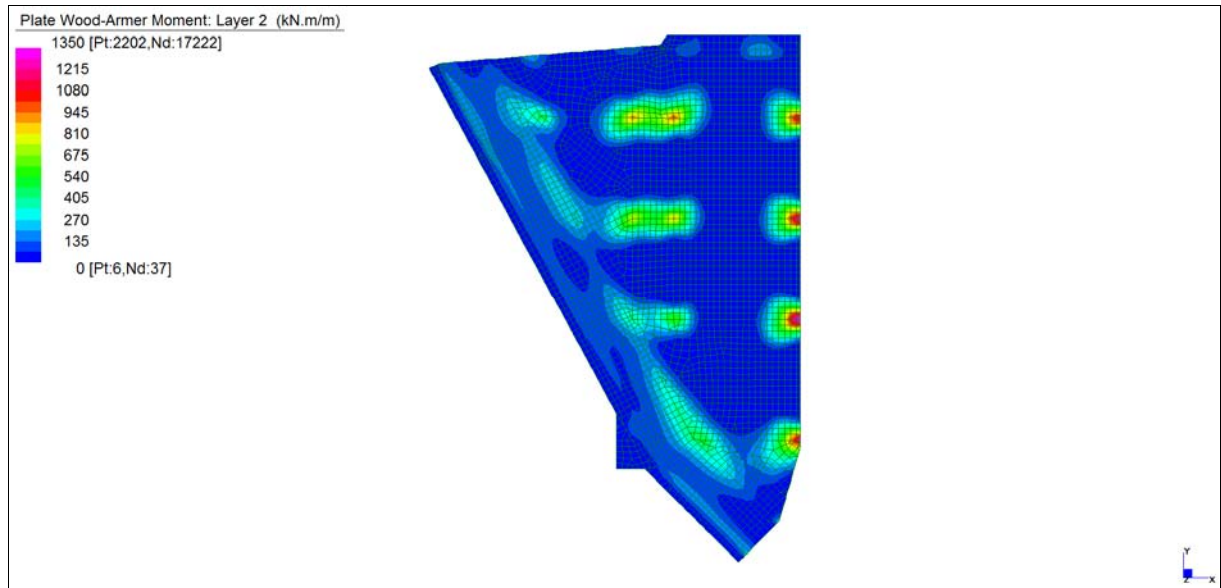
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



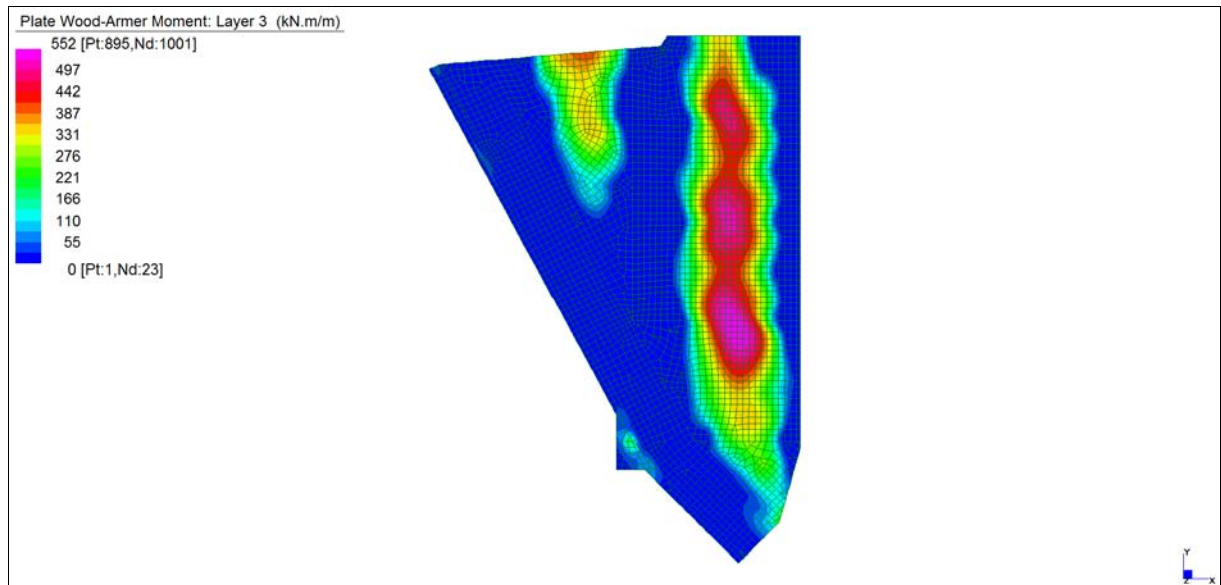
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



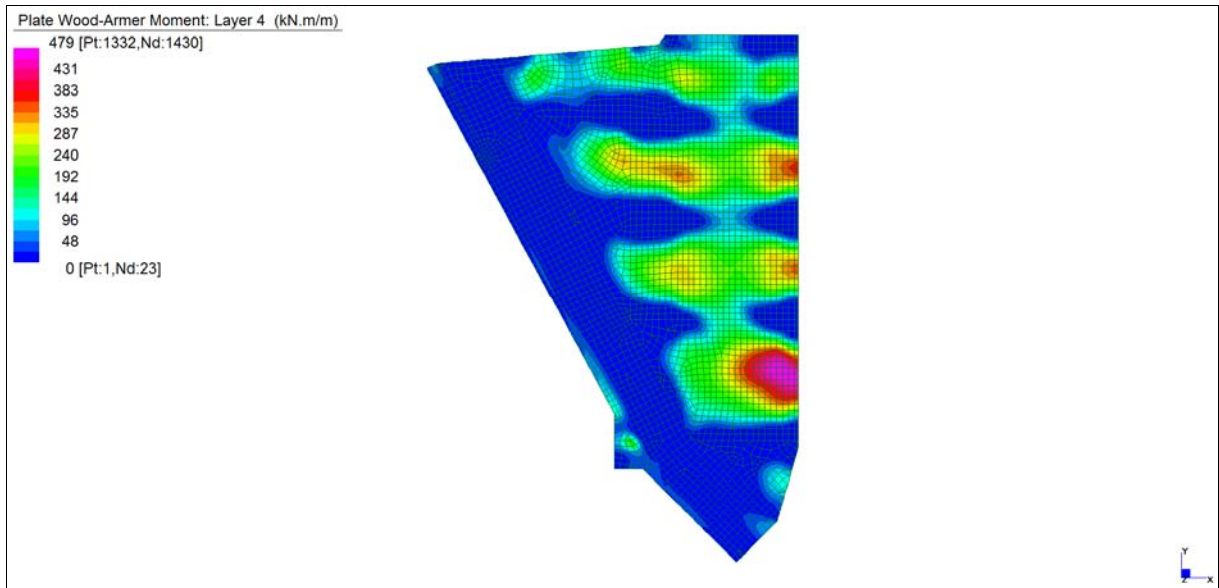
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

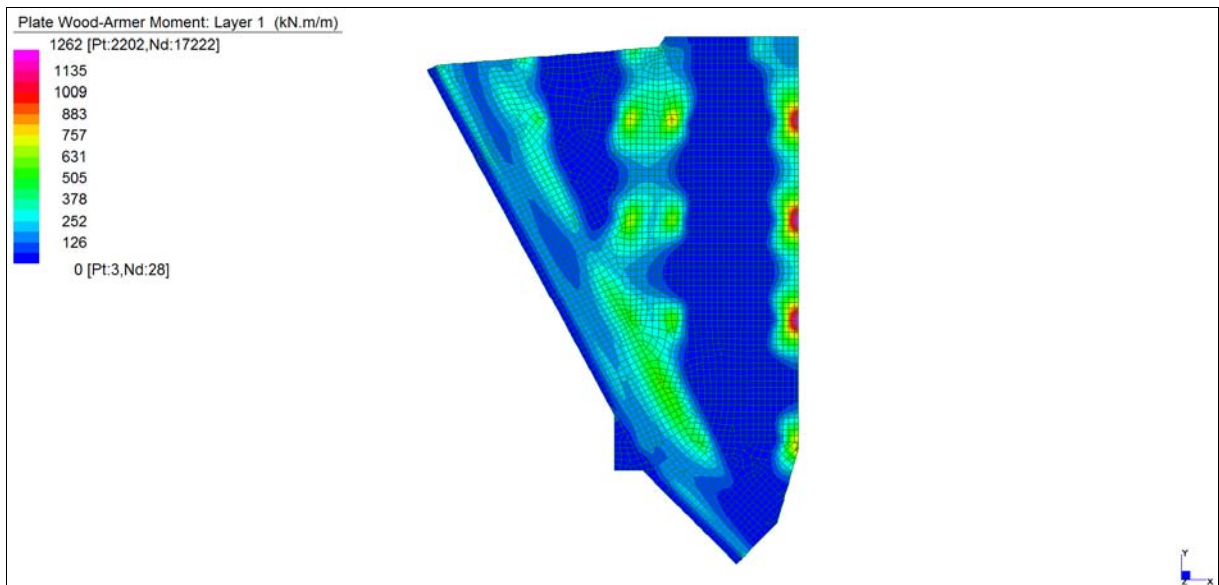
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

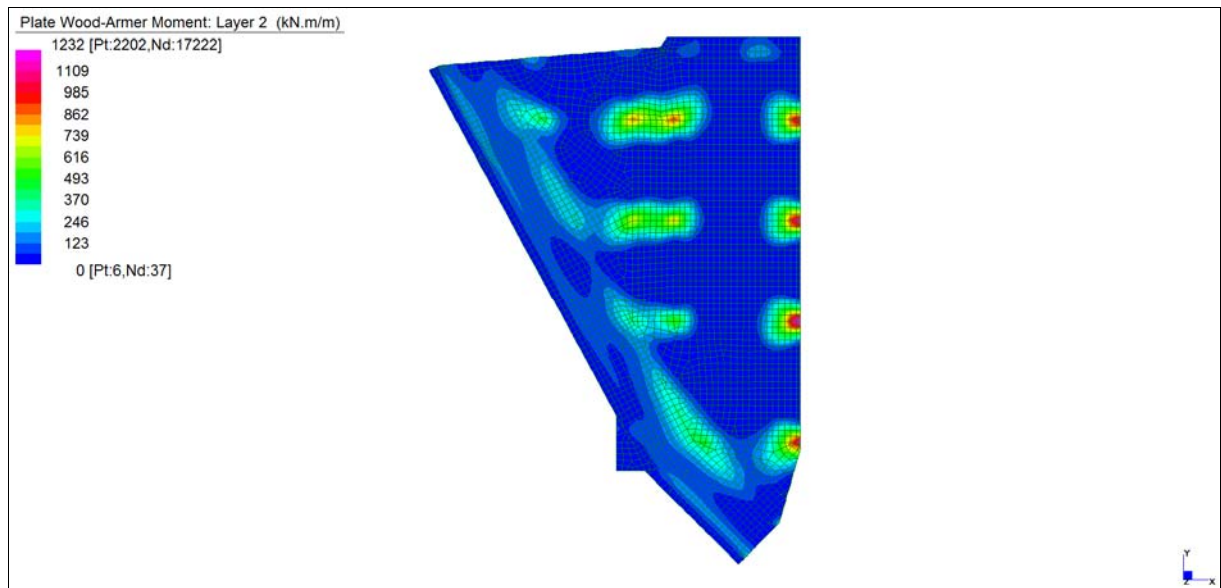
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



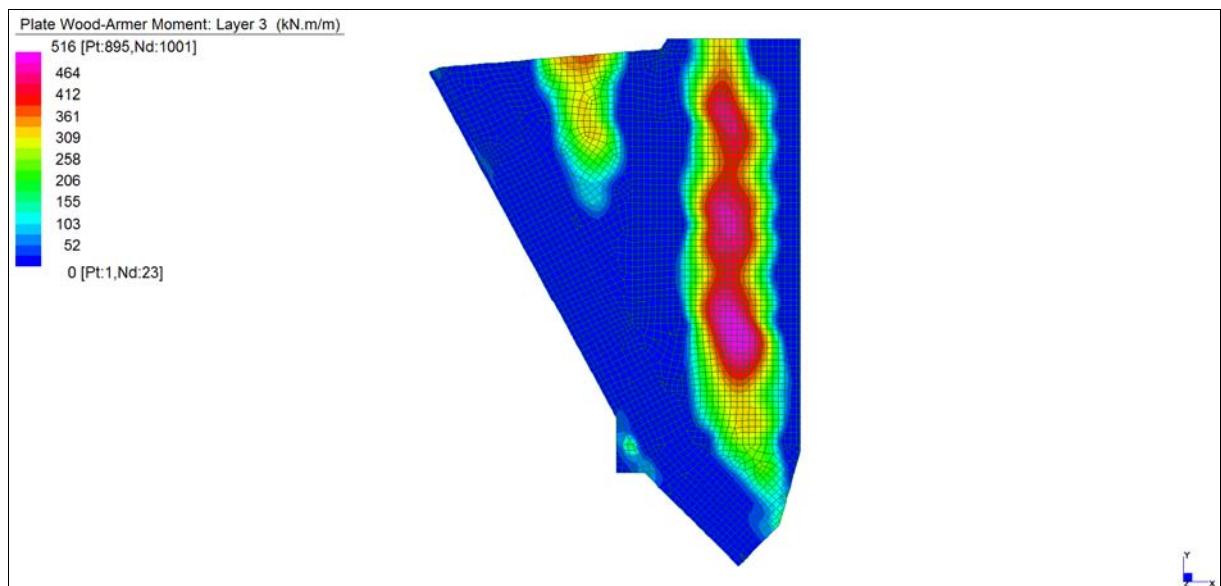
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



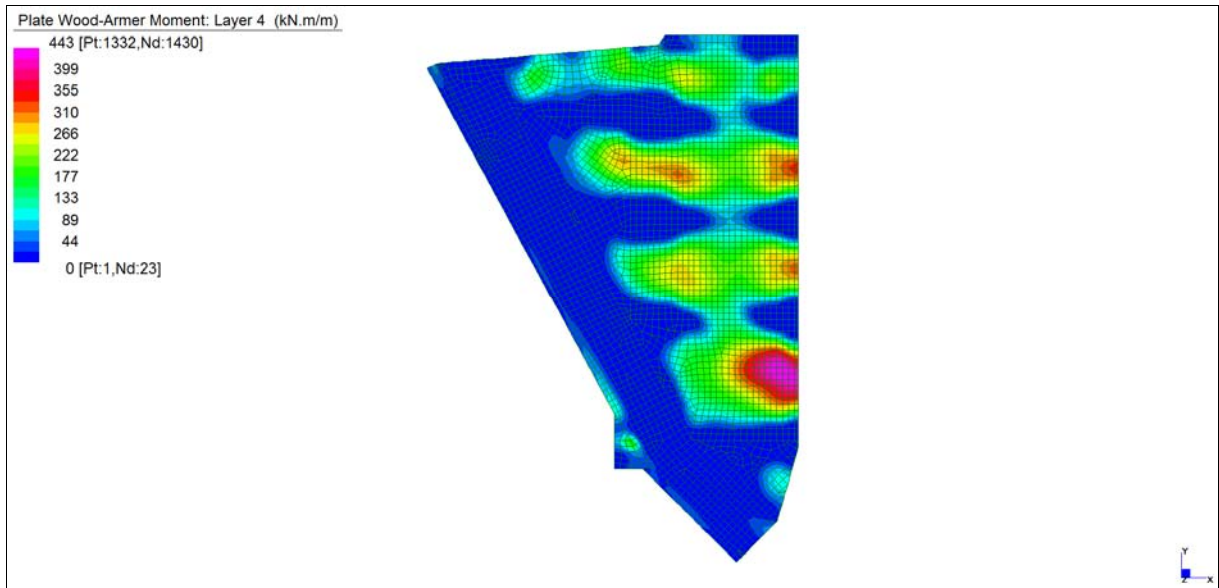
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 26/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 806$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 837$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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 (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1952	2402	Sì
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	-	6	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	2401	2508	Sì
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	1761	1915	Sì
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	-	-	6	φ26/10	-	-	φ26/20	1352	1605	Sì

**Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea (+667,95 m)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 4	90	83	60	60	1277	φ26/20	3101	99	107	1,15	0,339	0,377	Si	-	-	-	-	1,801	3,292	Si
pil 5	90	83	70	100	1377	φ26/20	6541	340	927	1,15	0,662	0,377	-	φ16/40/40	0,662	0,729	Si	2,682	3,292	Si
pil 6	90	83	60	70	1297	φ26/20	5134	350	266	1,15	0,552	0,377	-	φ14/40/40	0,552	0,557	Si	2,752	3,292	Si
pil 7-8	90	83	100	145	1527	φ26/20	10143	1238	3329	1,15	0,926	0,377	-	φ18/40/40	0,926	0,929	Si	2,885	3,292	Si
pil 18	90	83	70	100	1377	φ26/20	5090	389	597	1,15	0,515	0,377	-	φ14/40/40	0,515	0,558	Si	2,087	3,292	Si
pil 19	90	83	60	60	1277	φ26/20	5328	226	94	1,15	0,582	0,377	-	φ16/40/40	0,582	0,716	Si	3,095	3,292	Si
pil 20-21	90	83	100	145	1527	φ26/20	8079	1264	1290	1,15	0,738	0,377	-	φ18/40/40	0,738	0,929	Si	2,298	3,292	Si
pil 30	90	83	60	60	1277	φ26/20	4428	185	64	1,15	0,483	0,377	-	φ14/40/40	0,483	0,548	Si	2,572	3,292	Si
pil 31-32	90	83	100	145	1527	φ26/20	10026	925	2219	1,15	0,915	0,377	-	φ18/40/40	0,915	0,929	Si	2,852	3,292	Si
pil 42	90	83	70	100	1377	φ26/20	3938	482	812	1,15	0,399	0,377	-	φ14/40/40	0,399	0,558	Si	1,615	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 2	90	83	60	60	698	638	φ26/20	1303	158	147	1,40	0,317	0,377	Si	-	-	-	-	1,228	3,292	Si
pil 3	90	83	60	60	698	638	φ26/20	2178	165	175	1,40	0,529	0,377	-	φ14/40/40	0,529	0,550	Si	2,053	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Platea (+667,95 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1443	10,95	≤ 17,43	242	≤ 360
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	-	6	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1396	9,76	≤ 17,43	223	≤ 360
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	571	4,63	≤ 17,43	121	≤ 360
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	-	-	6	φ26/10	-	-	φ26/20	498	3,95	≤ 17,43	124	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Platea (+667,95 m)*

SLE FREQUENTE	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
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1290	0,33	≤ 0,40
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	-	6	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1350	0,23	≤ 0,40
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	552	0,12	≤ 0,40
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	-	-	6	φ26/10	-	-	φ26/20	479	0,07	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Platea (+667,95 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1150	8,73	≤ 13,07	0,29	≤ 0,30
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	-	6	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1232	8,61	≤ 13,07	0,20	≤ 0,30
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ20/20	-	φ26/20	516	4,19	≤ 13,07	0,10	≤ 0,30
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	-	-	6	φ26/10	-	-	φ26/20	443	3,52	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) – Platea (+667,95 m)*

## 14.2 PLATEA (+675,05 m)

### 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.

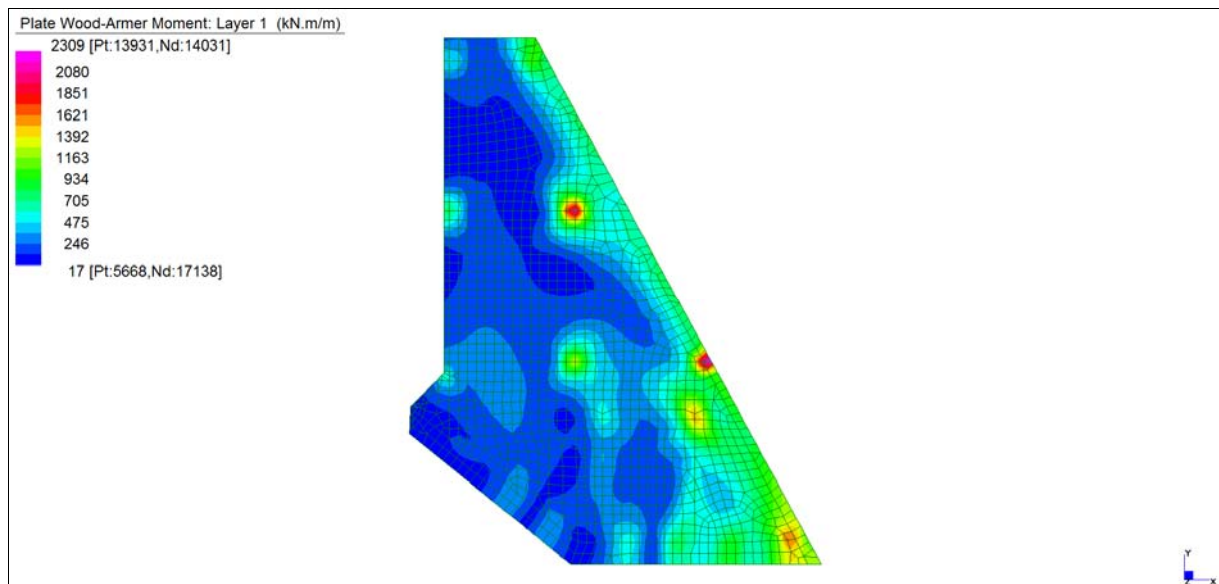
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

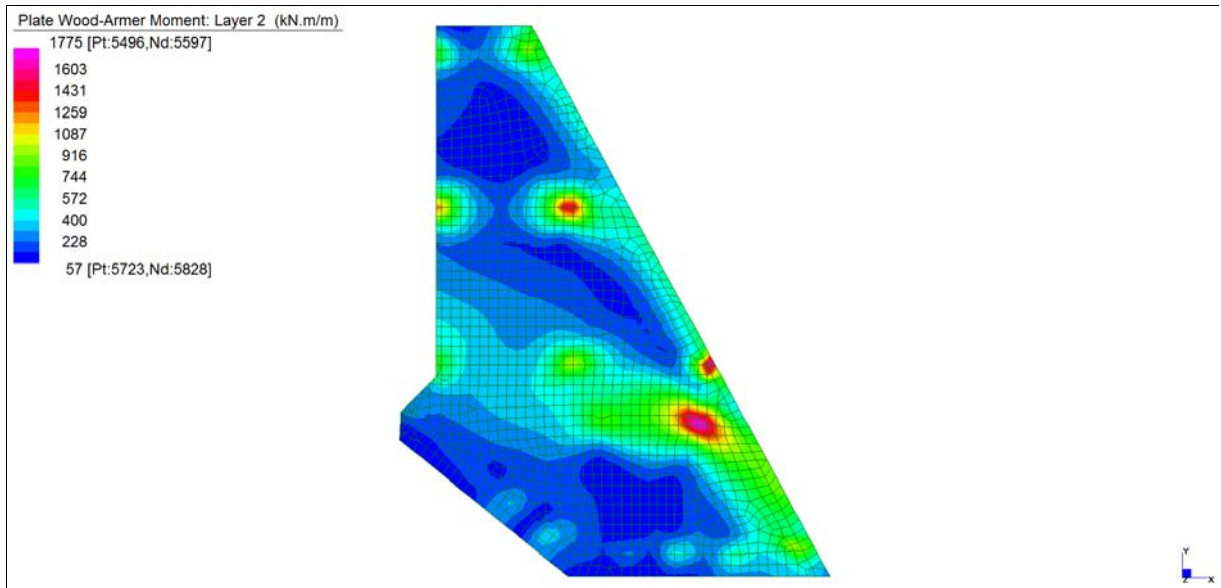
### Grafici di combinazione di SLU



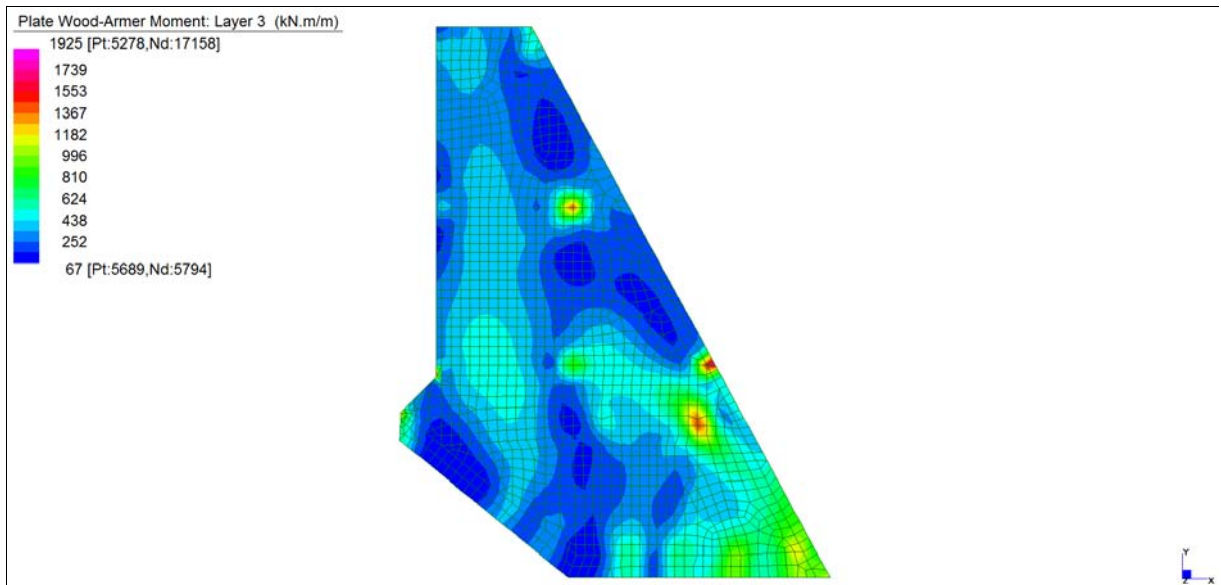
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



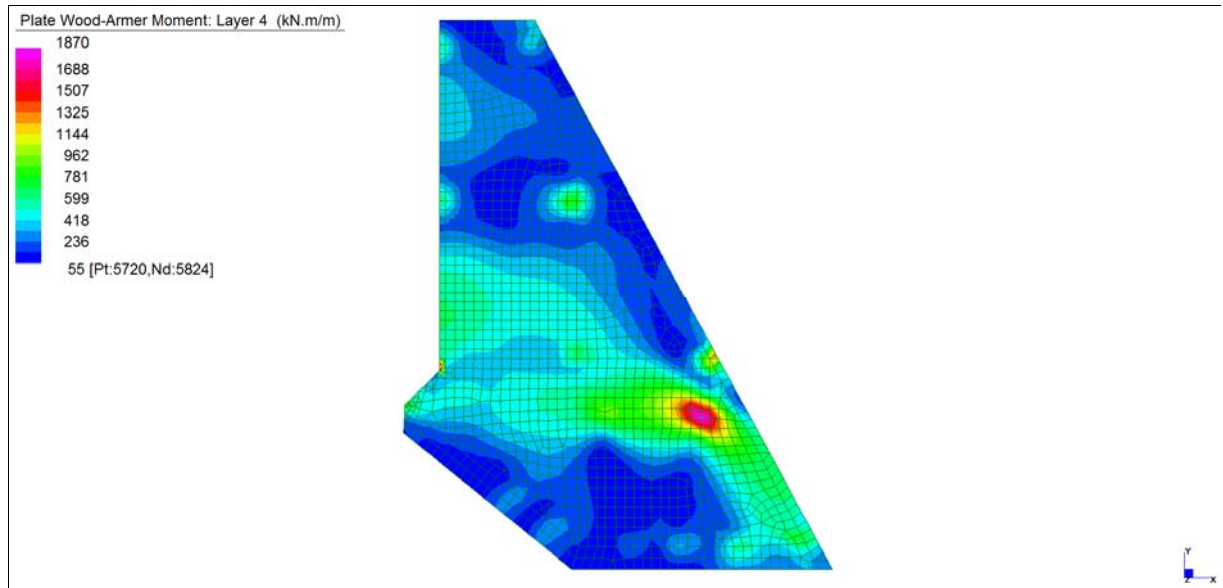
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



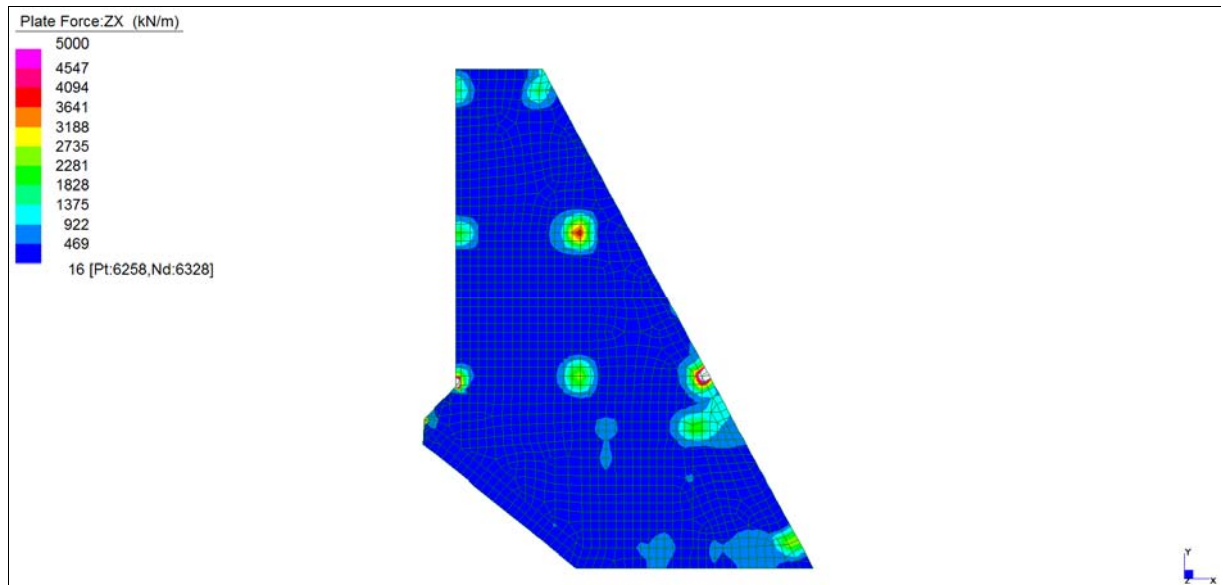
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



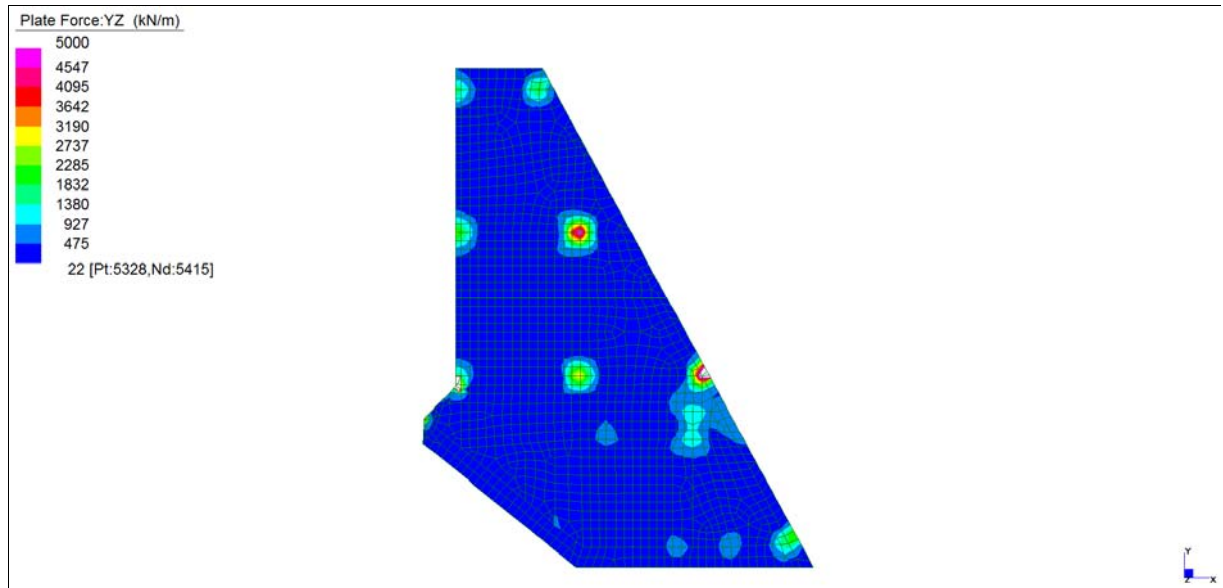
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

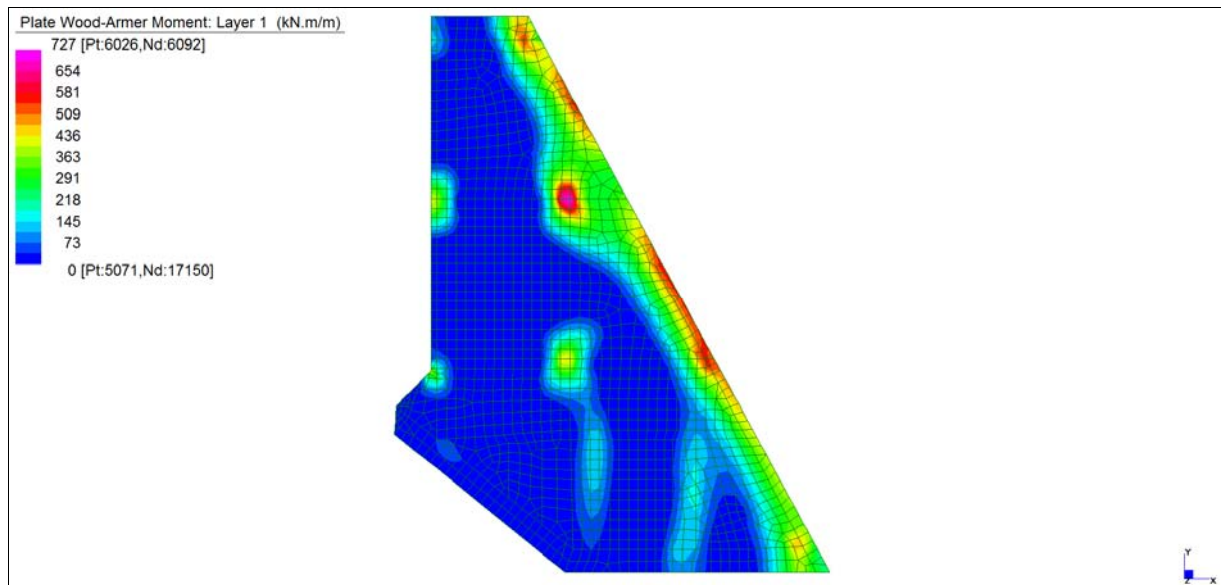
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

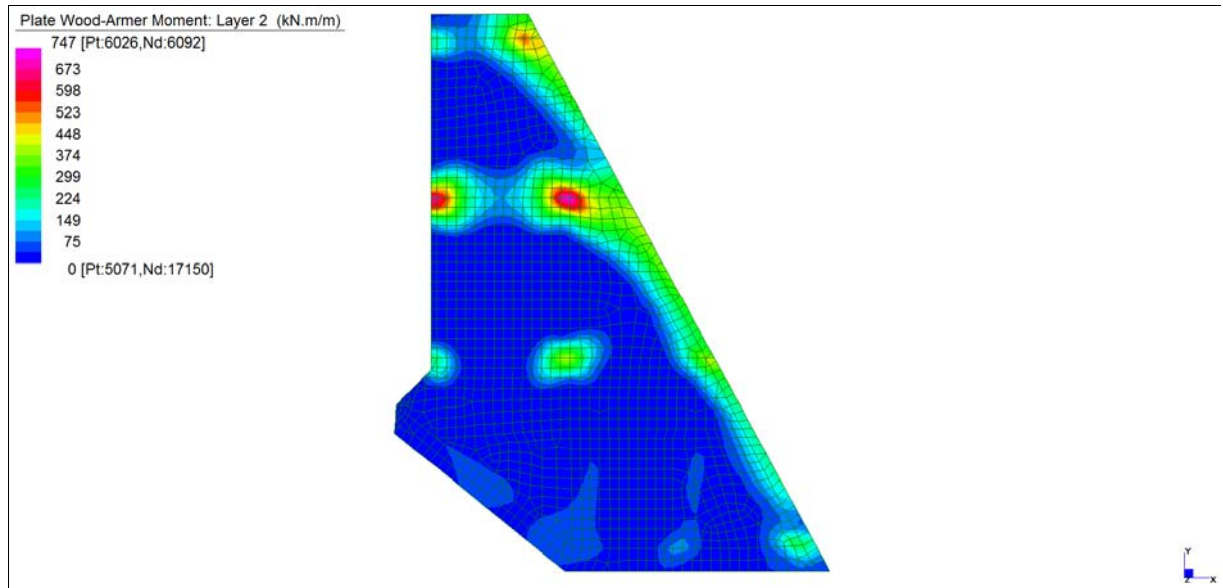
**Grafici di combinazione RARA**



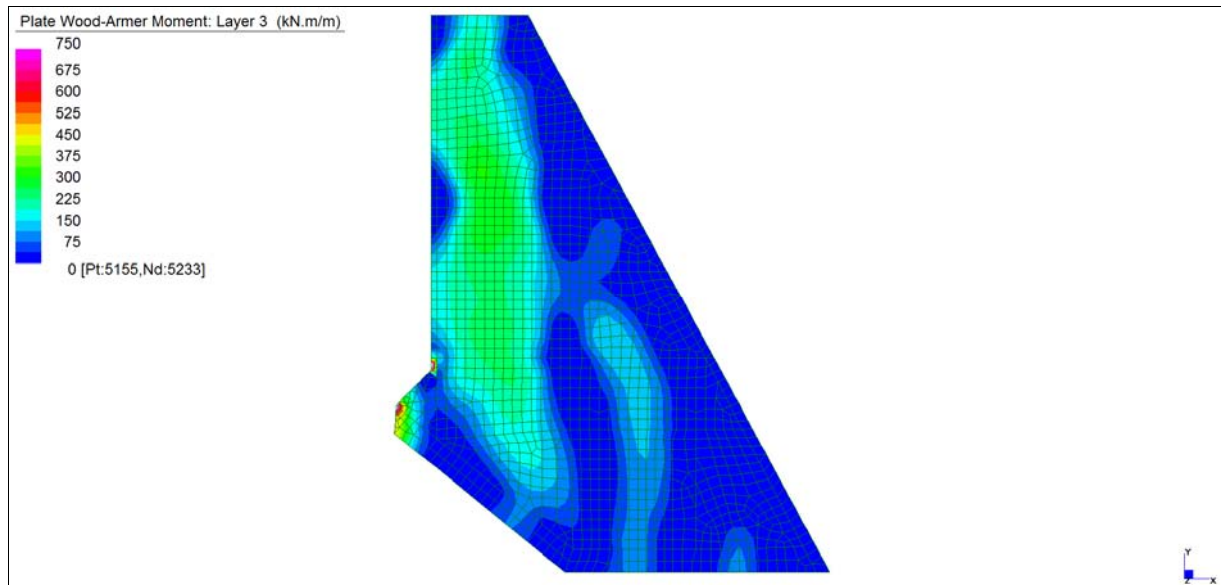
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

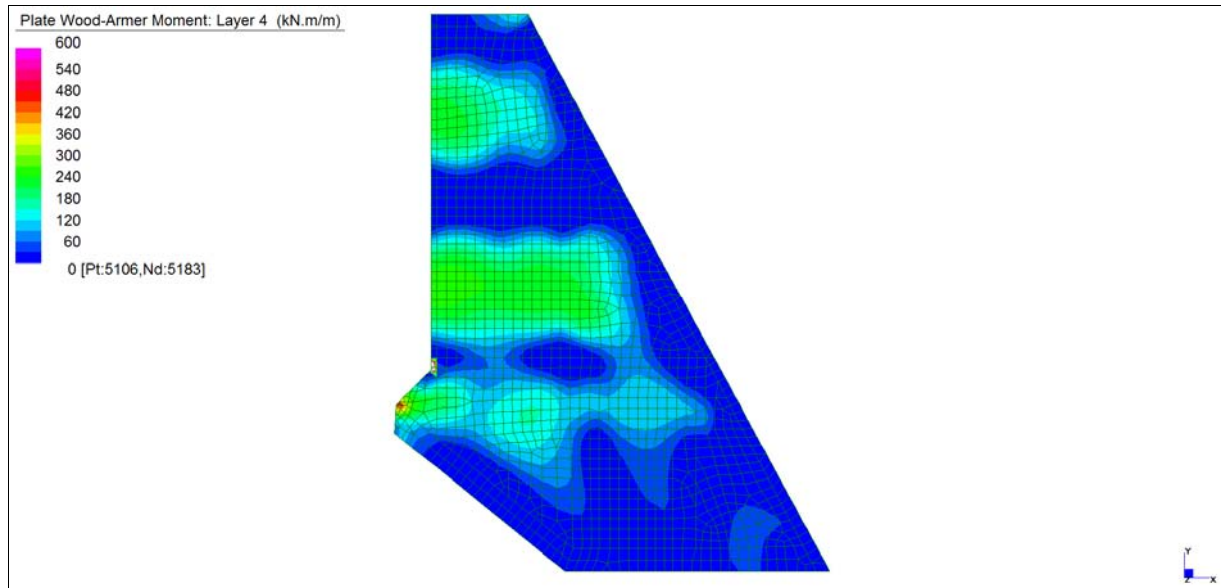


*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*



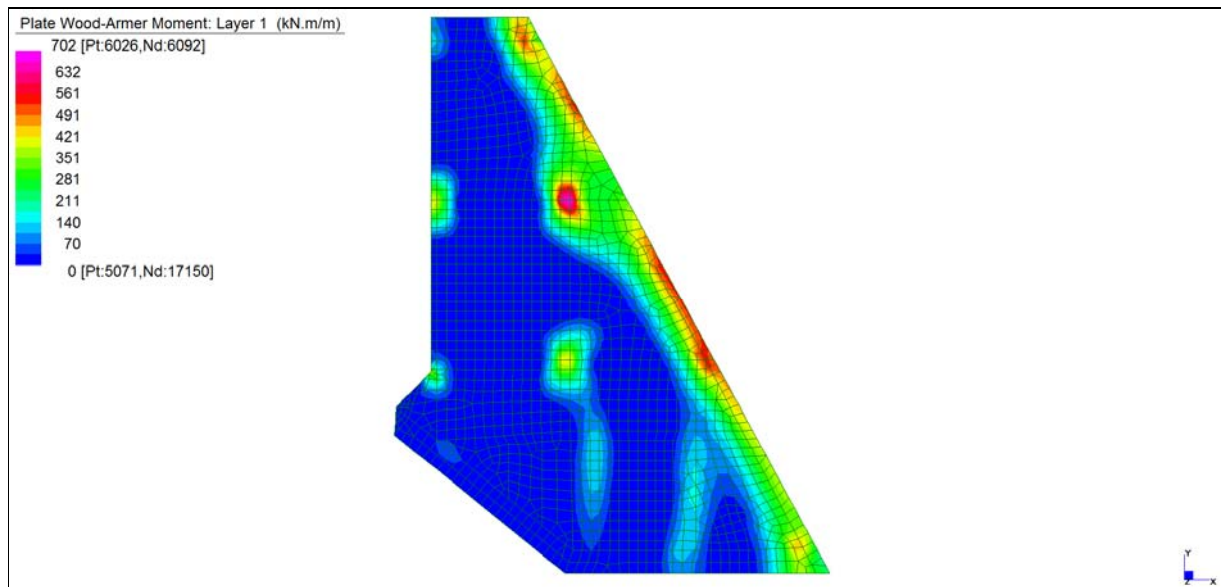
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

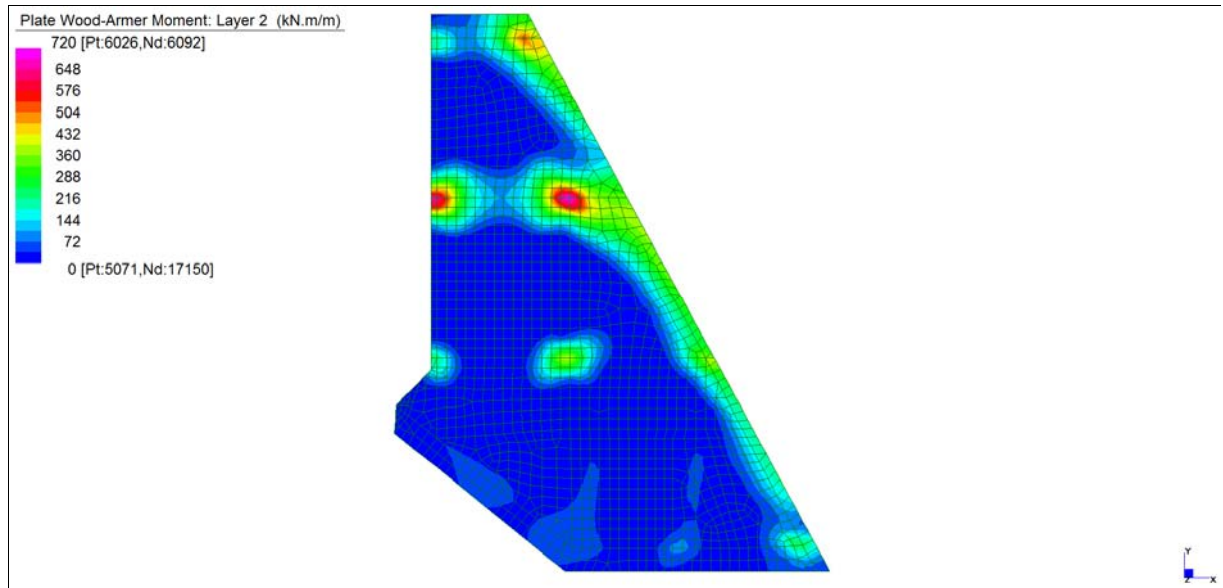
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



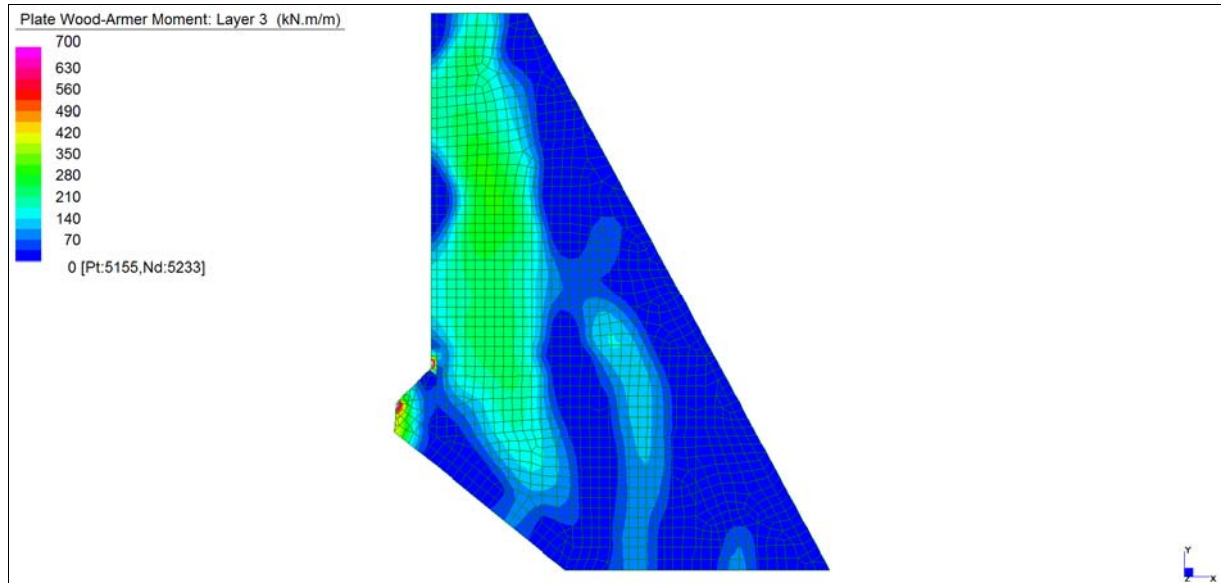
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



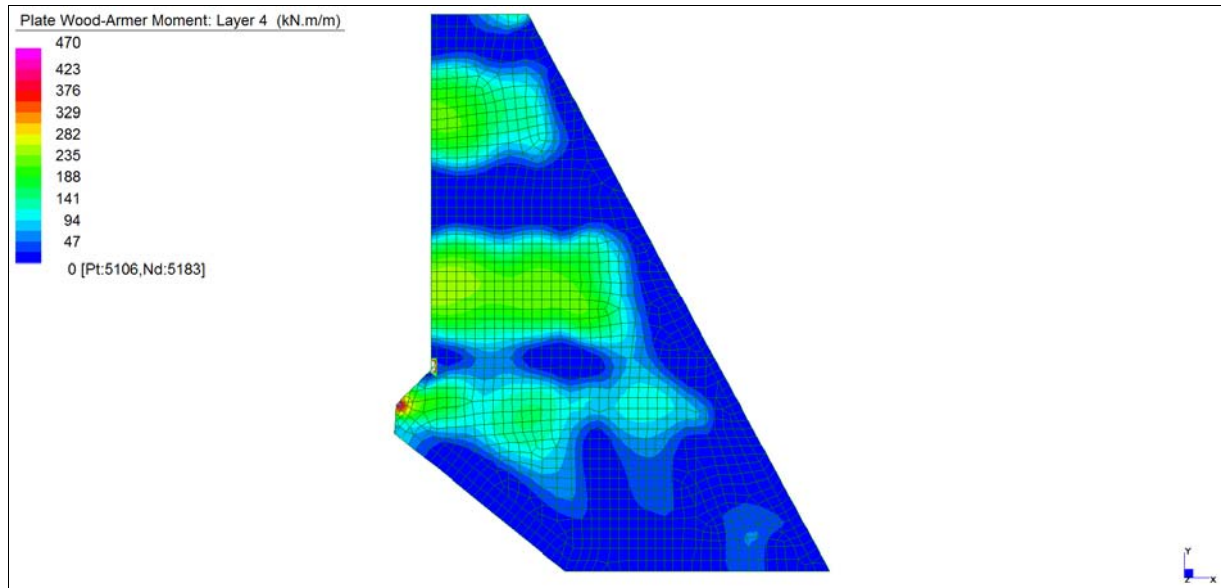
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

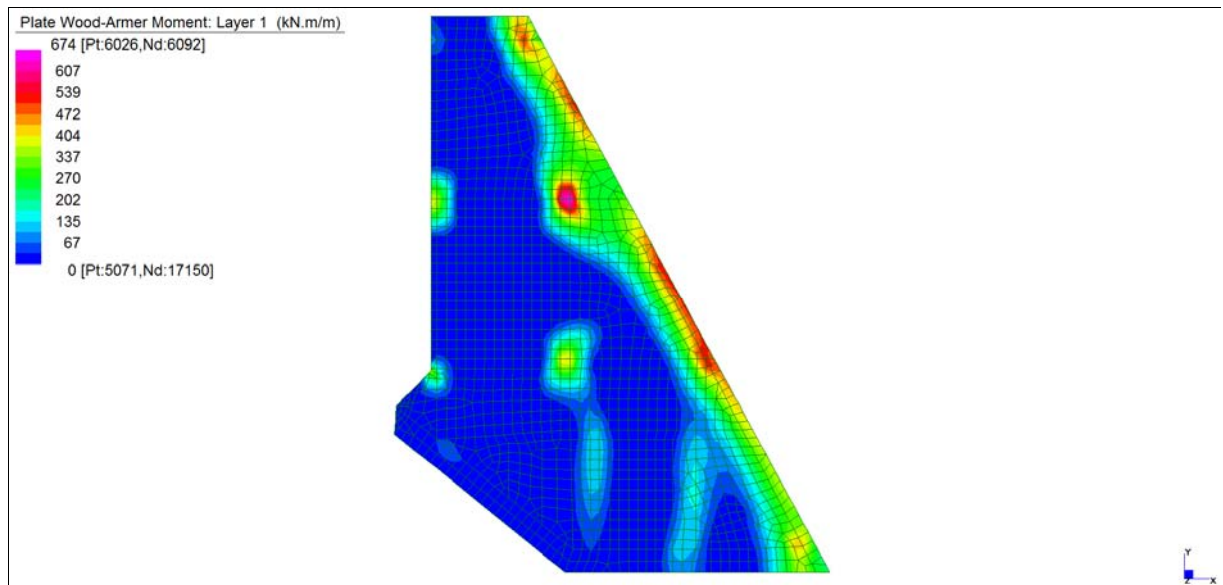
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

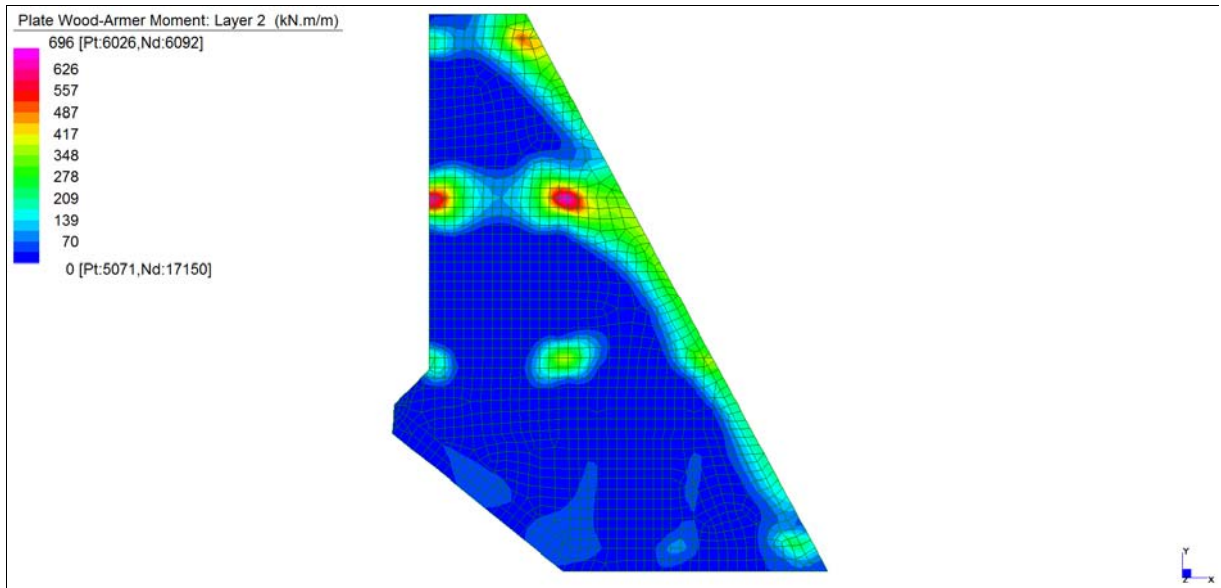
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



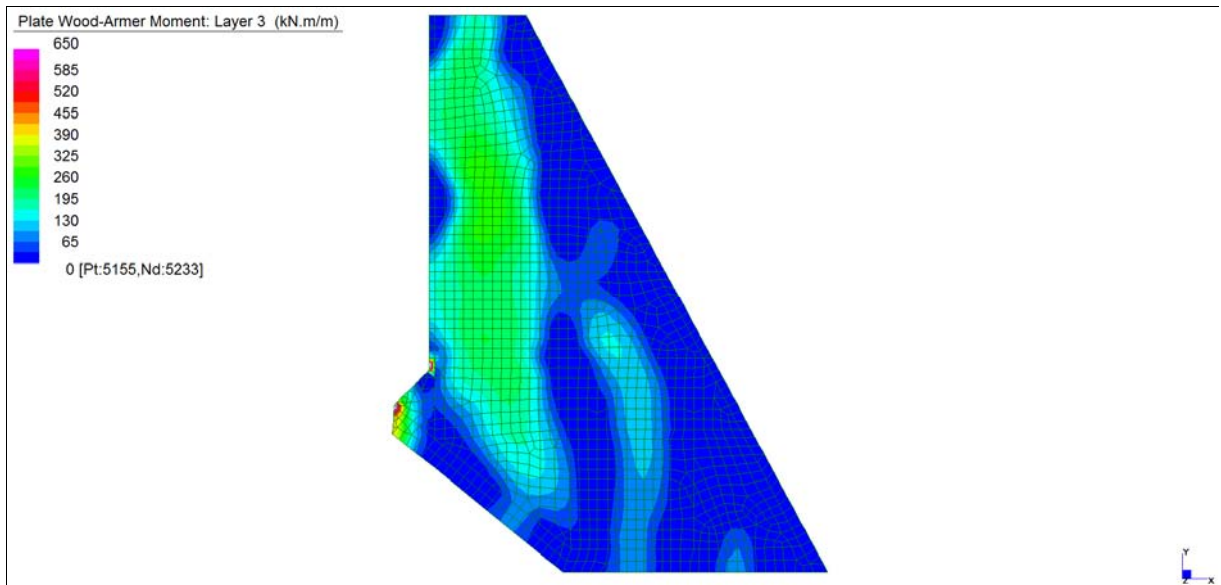
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



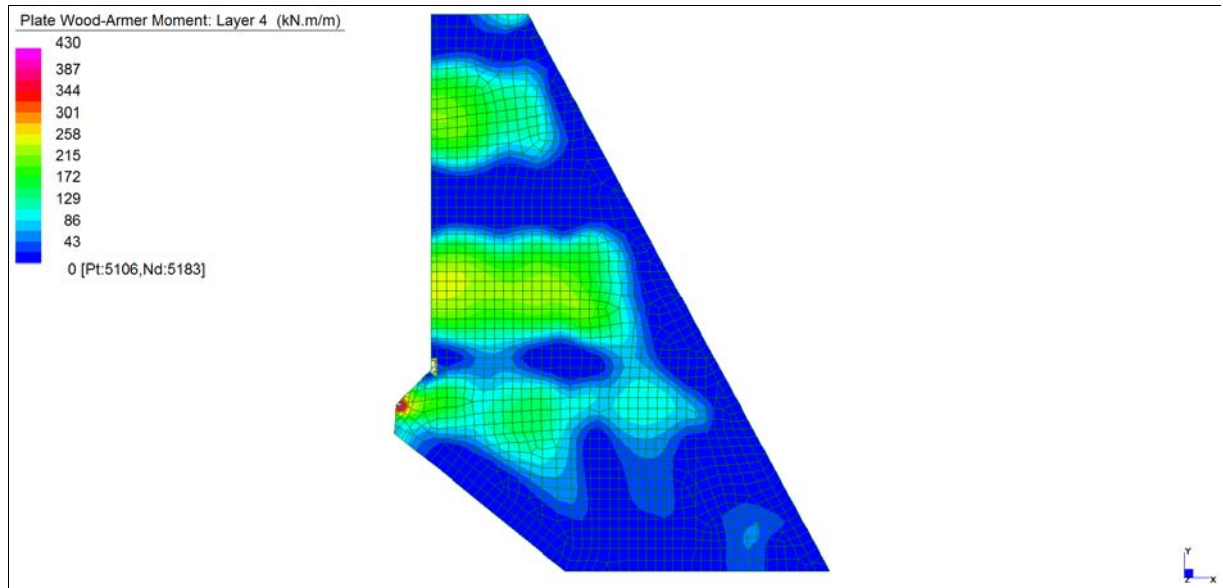
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 26/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 598$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 629$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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 (+675) XX inf-L1	100	70	61	56	51	9	φ26/10	φ26/10	φ26/20	φ26/20	2000	2349	Sì
Platea (+675) YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ24/10	-	φ26/20	1775	1895	Sì
Platea (+675) XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	1600	1689	Sì
Platea (+675) YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	1870	1996	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,Y</sub>	M <sub>Ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 73	70	63	50	150	1185	φ26/20	4844	1318	3636	1,47	0,959	0,434	-	φ20/40/40	0,959	1,128	Si	2,842	3,292	Si
pil 76	70	63	50	150	1185	φ26/20	3753	1019	2504	1,42	0,719	0,434	-	φ16/40/40	0,719	0,722	Si	2,130	3,292	Si
pil 77	70	63	50	150	1185	φ26/20	3389	1507	2919	1,55	0,711	0,434	-	φ16/40/40	0,711	0,722	Si	2,107	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,Y</sub>	M <sub>Ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 67-68	70	63	60	125	638	578	φ26/20	2979	1841	1995	1,40	1,046	0,434	-	φ20/40/40	1,046	1,084	Si	2,724	3,292	Si
pil 69	70	63	60	60	573	513	φ26/20	3221	972	779	1,40	1,260	0,434	-	φ16/20/40	1,260	1,442	Si	3,006	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Platea (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Platea (+675) XX inf-L1	100	70	61	56	51	9	φ26/10	φ26/10	φ26/20	φ26/20	727	8,56	≤ 17,43	132	≤ 360
Platea (+675) YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ24/10	-	φ26/20	747	8,13	≤ 17,43	153	≤ 360
Platea (+675) XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	600	7,41	≤ 17,43	140	≤ 360
Platea (+675) YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	600	6,43	≤ 17,43	116	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Platea (+675,05 m)*

SLE FREQUENTE	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
Platea (+675) XX inf-L1	100	70	61	56	51	9	φ26/10	φ26/10	φ26/20	φ26/20	702	0,17	≤ 0,40
Platea (+675) YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ24/10	-	φ26/20	720	0,15	≤ 0,40
Platea (+675) XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	700	0,24	≤ 0,40
Platea (+675) YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	470	0,07	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Platea (+675,05 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Platea (+675) XX inf-L1	100	70	61	56	51	9	φ26/10	φ26/10	φ26/20	φ26/20	674	7,93	≤ 13,07	0,16	≤ 0,30
Platea (+675) YY inf-L2	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ24/10	-	φ26/20	696	7,57	≤ 13,07	0,14	≤ 0,30
Platea (+675) XX sup-L3	100	70	61	56	-	9	φ26/10	φ22/10	-	φ26/20	650	8,03	≤ 13,07	0,21	≤ 0,30
Platea (+675) YY sup-L4	100	70	64	59	-	6	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	430	4,61	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Platea (+675,05 m)*



## 14.3 SOLETTA (+675,05 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.

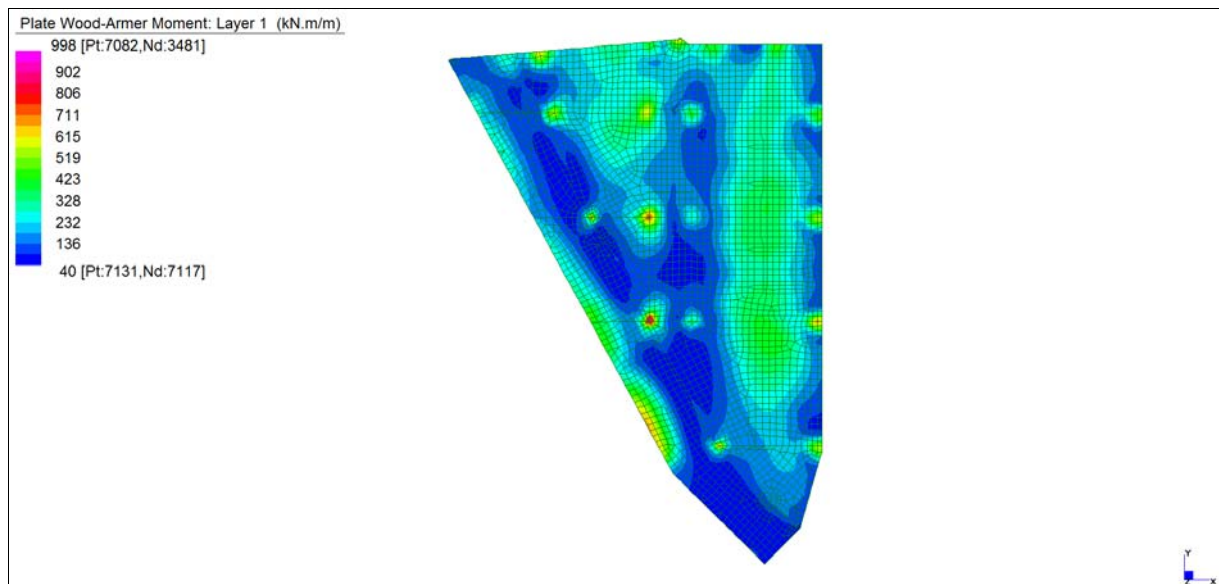
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

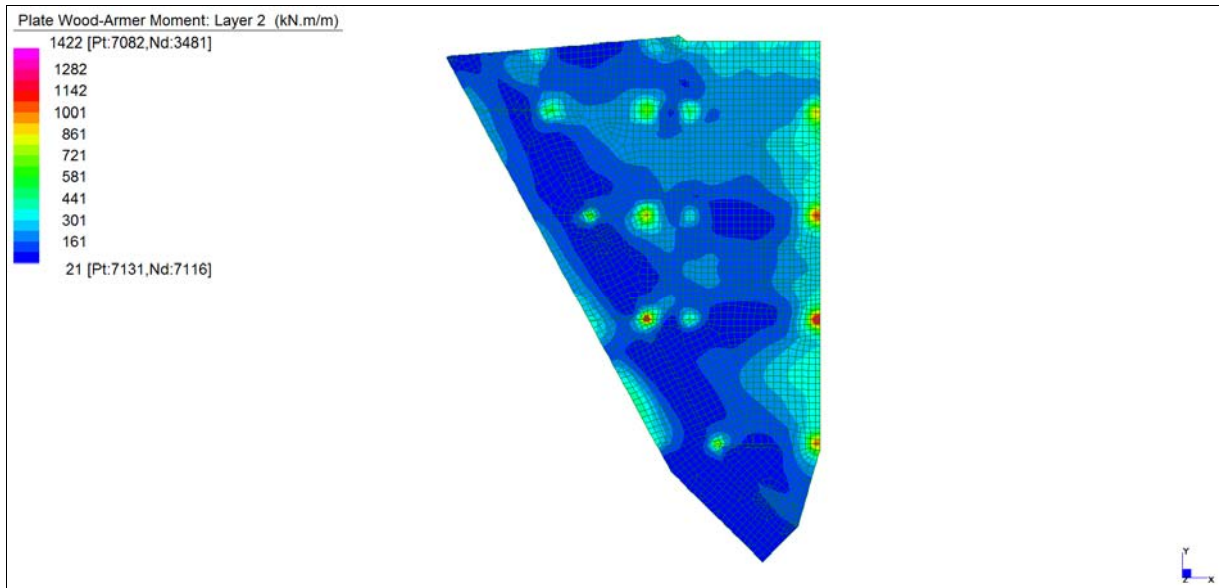
### Grafici di combinazione di SLU



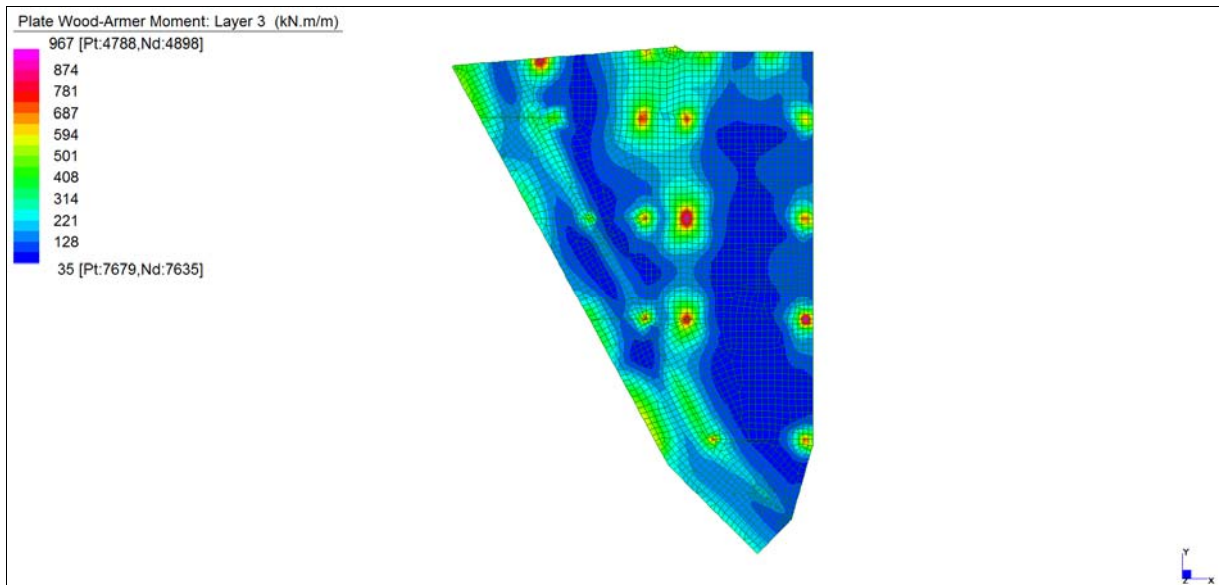
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



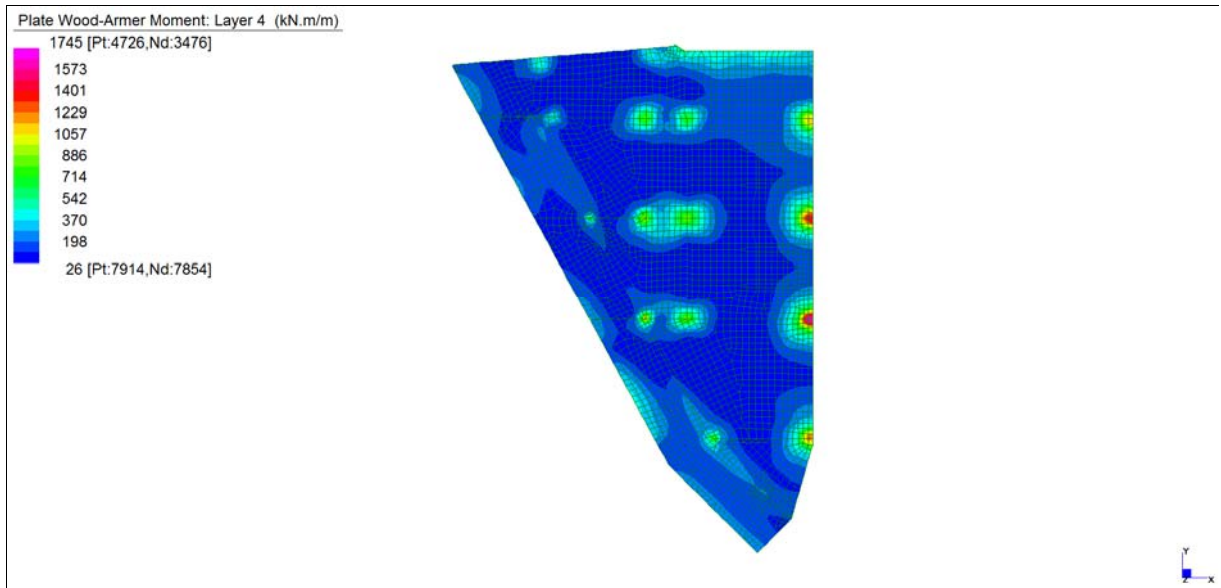
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



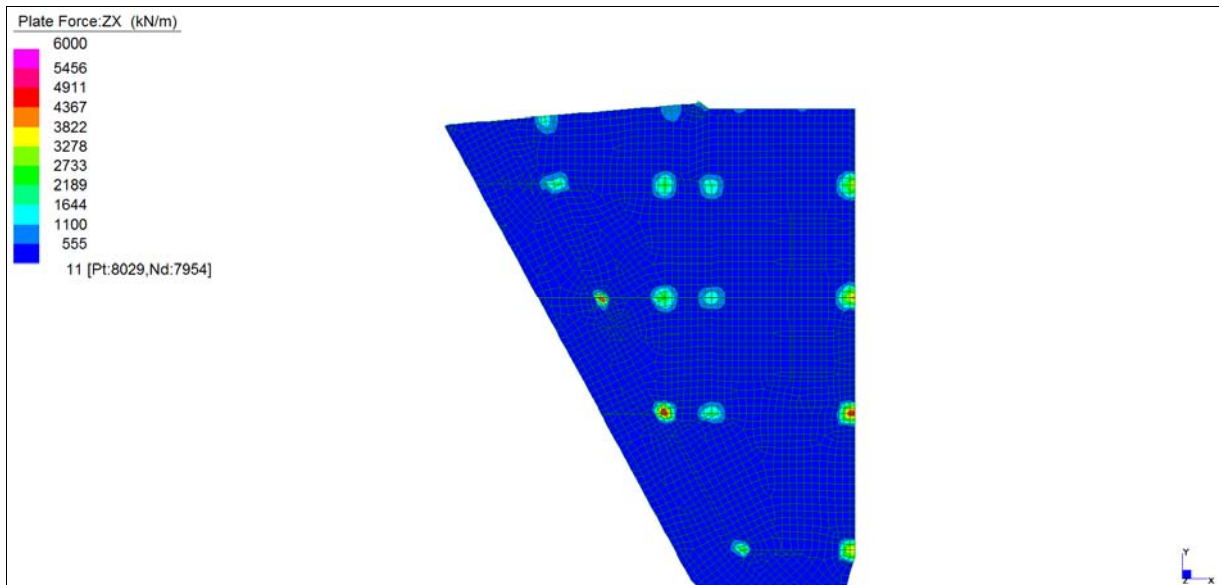
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



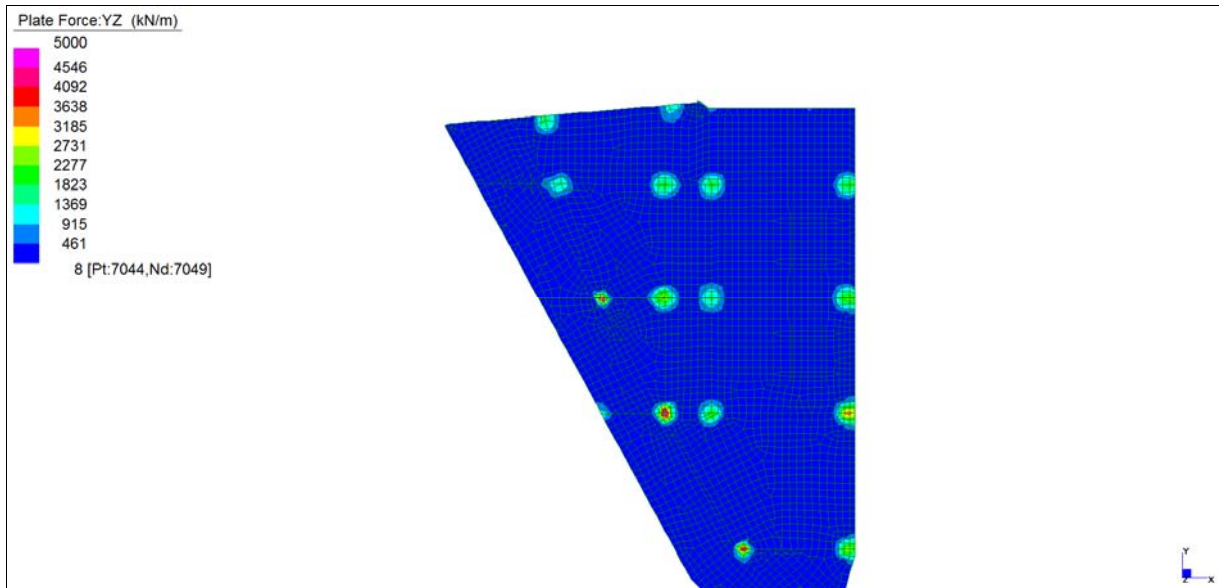
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

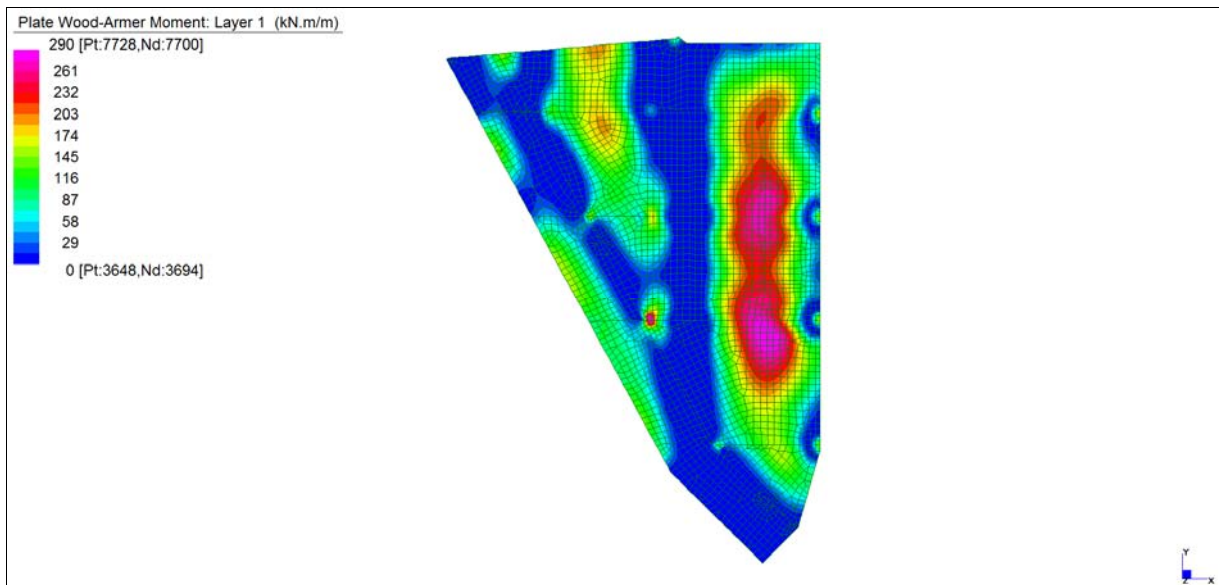
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

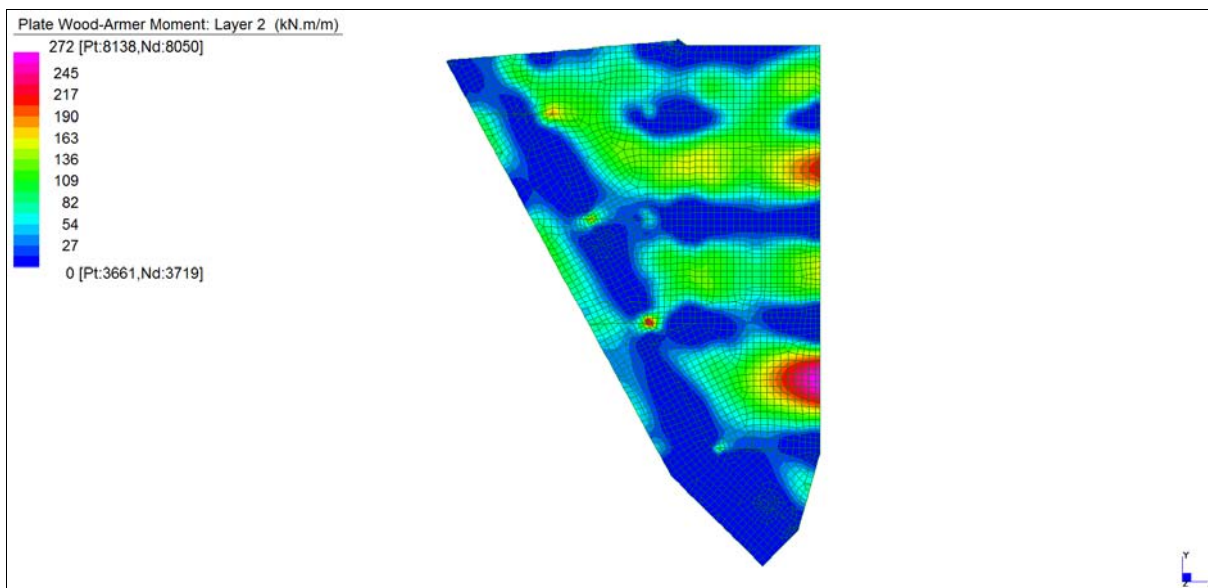
**Grafici di combinazione RARA**



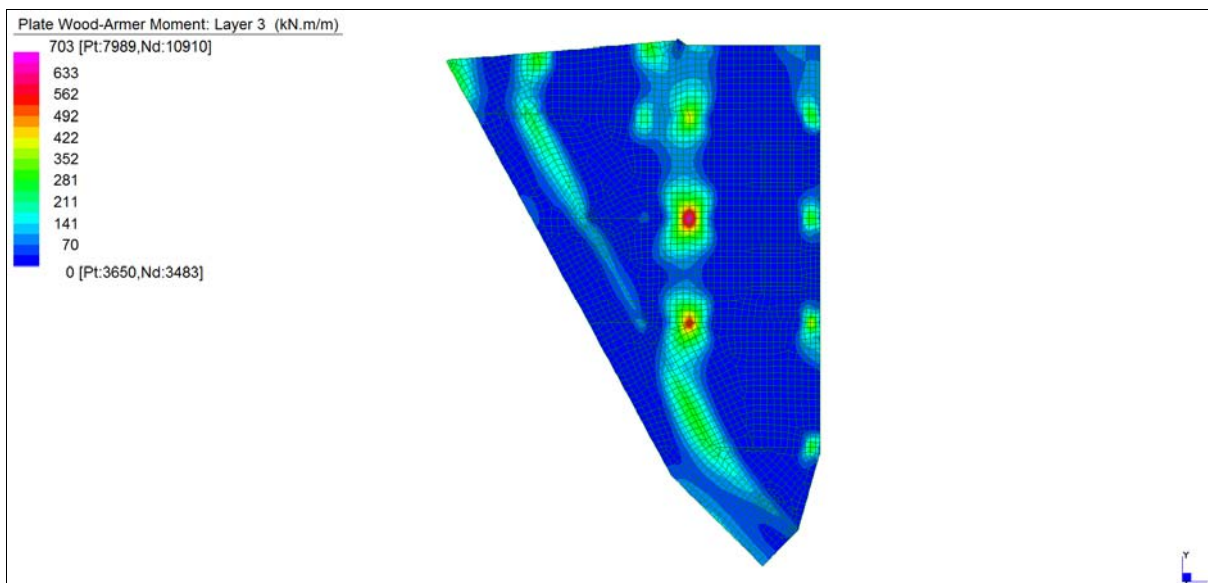
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



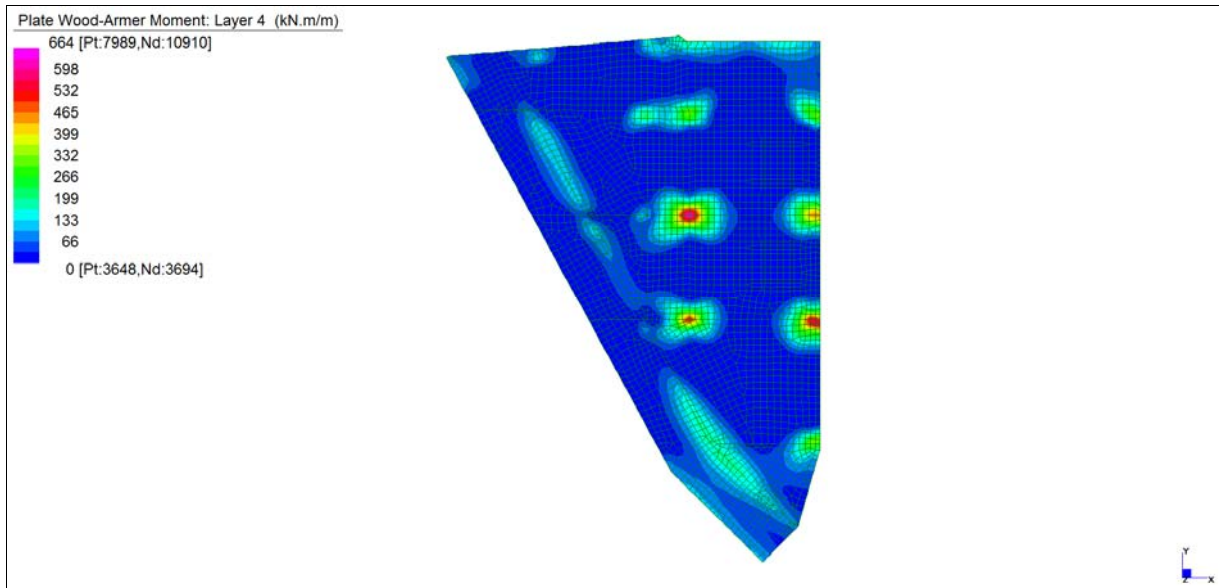
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

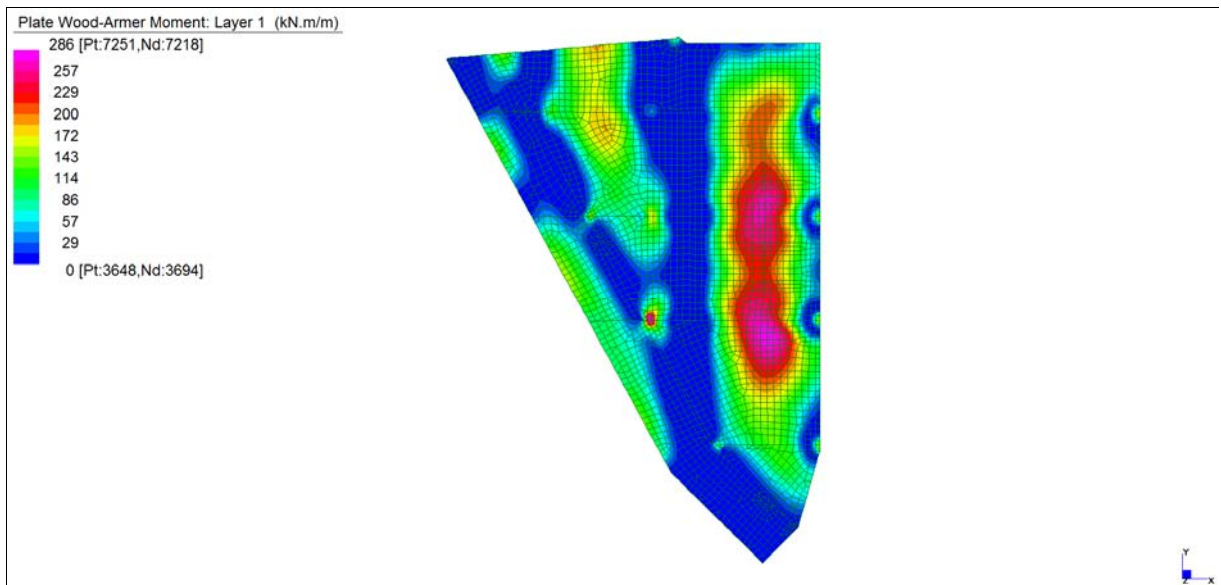
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

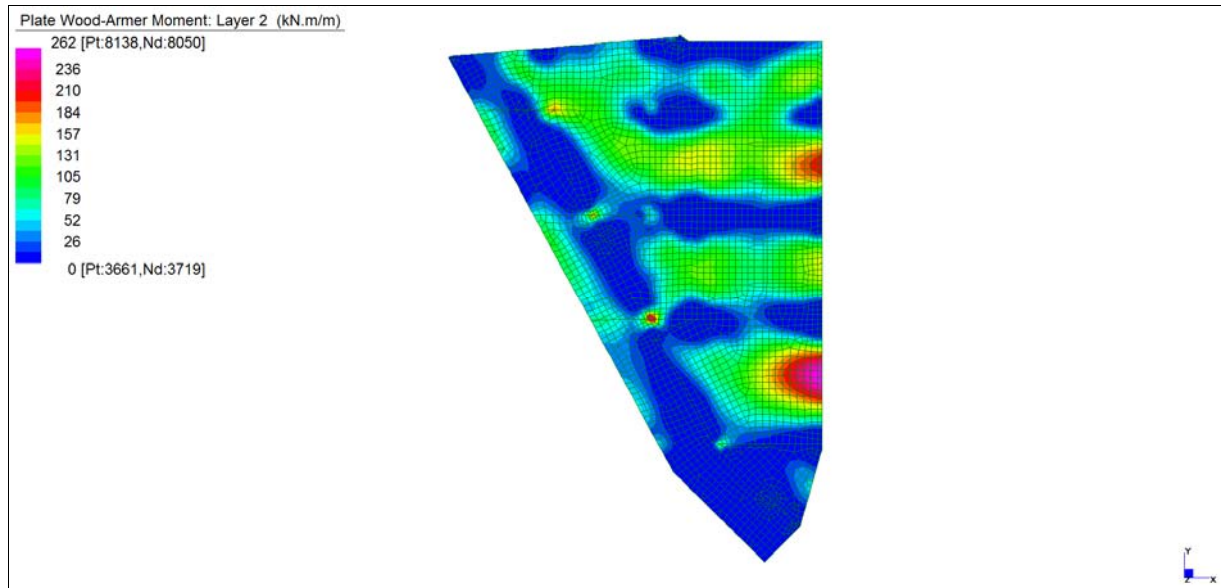
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



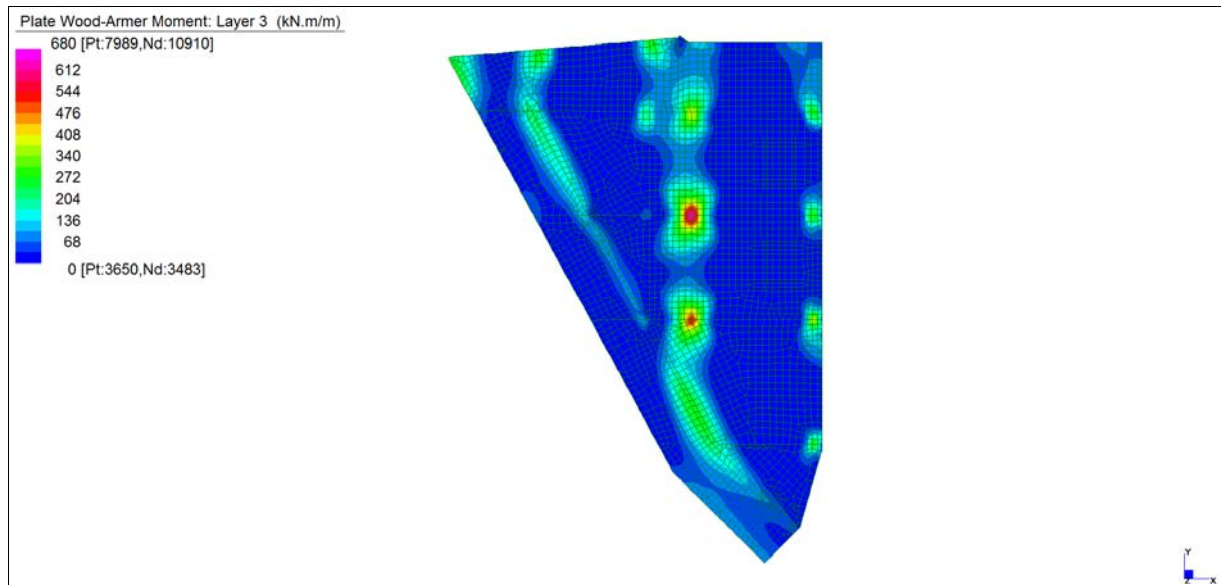
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



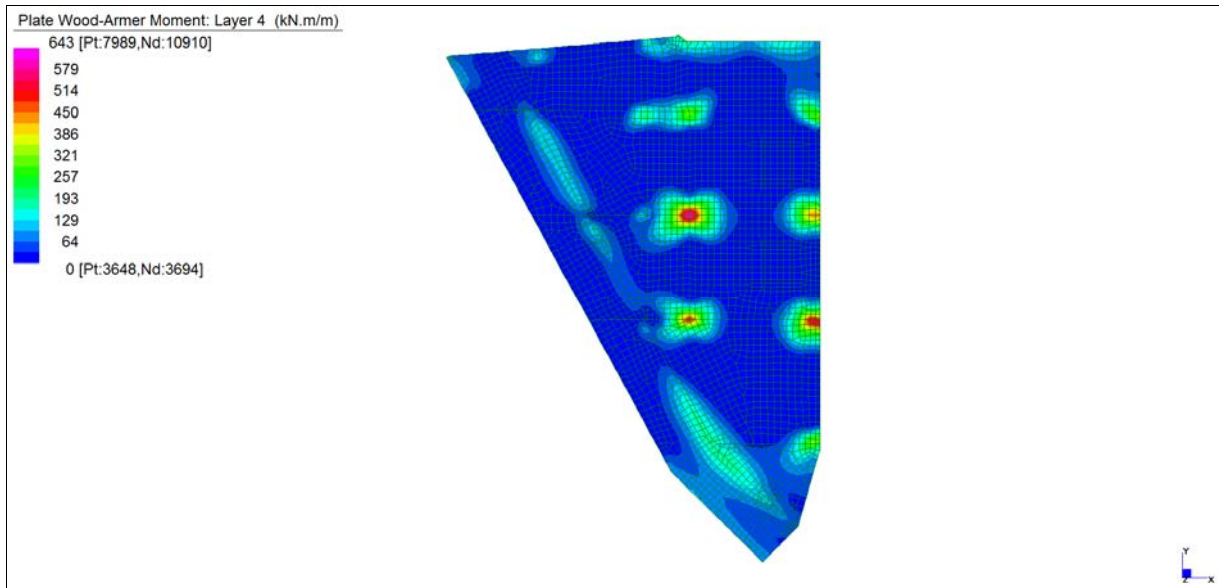
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

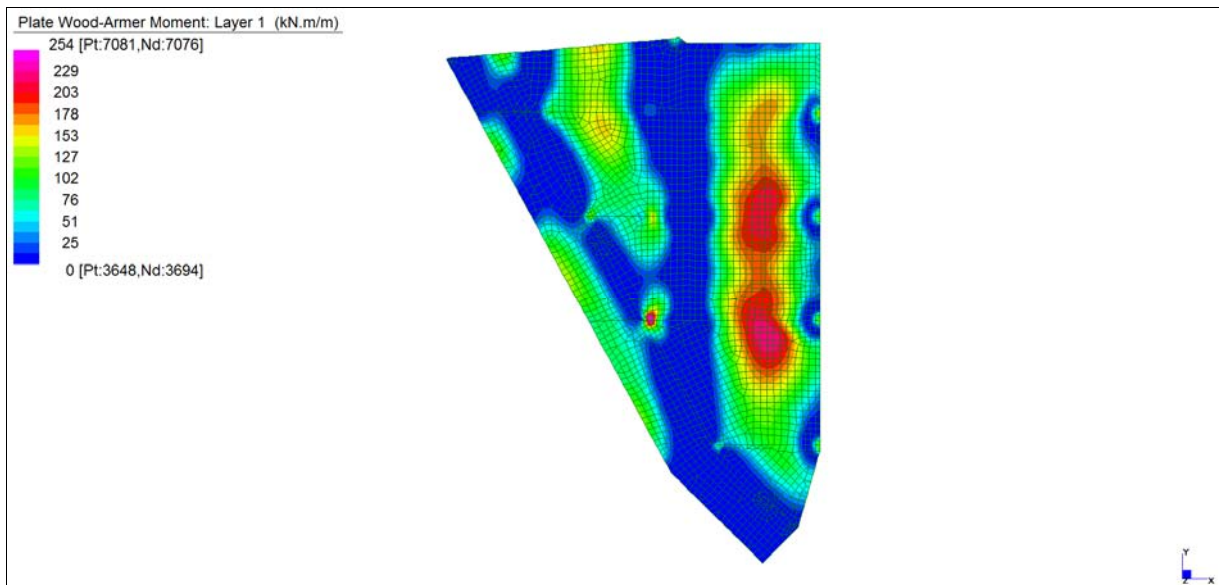
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**

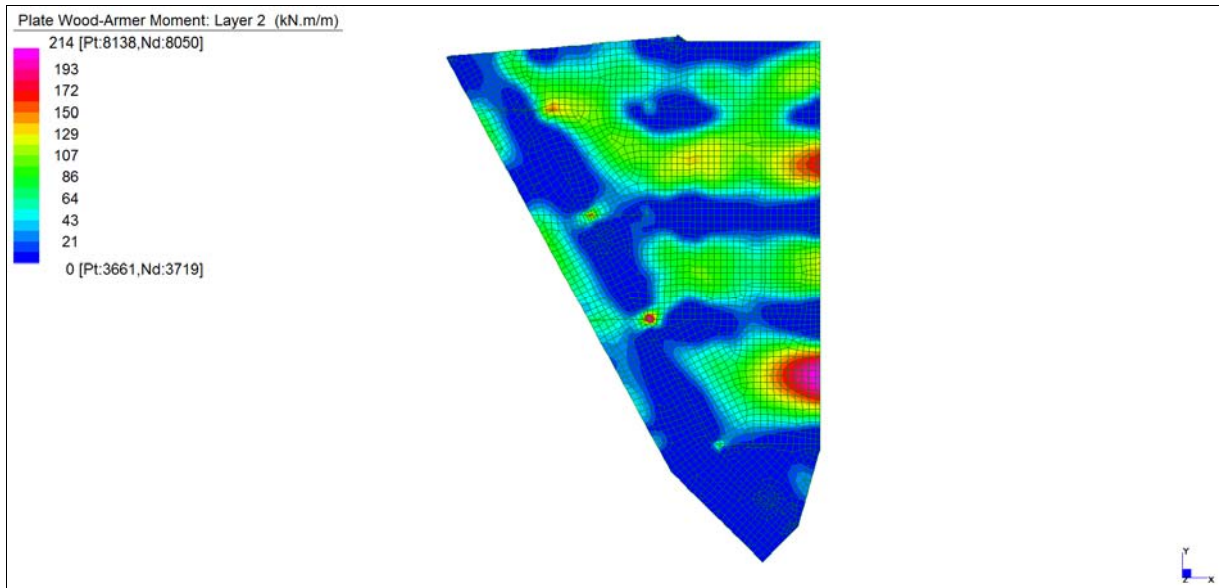


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

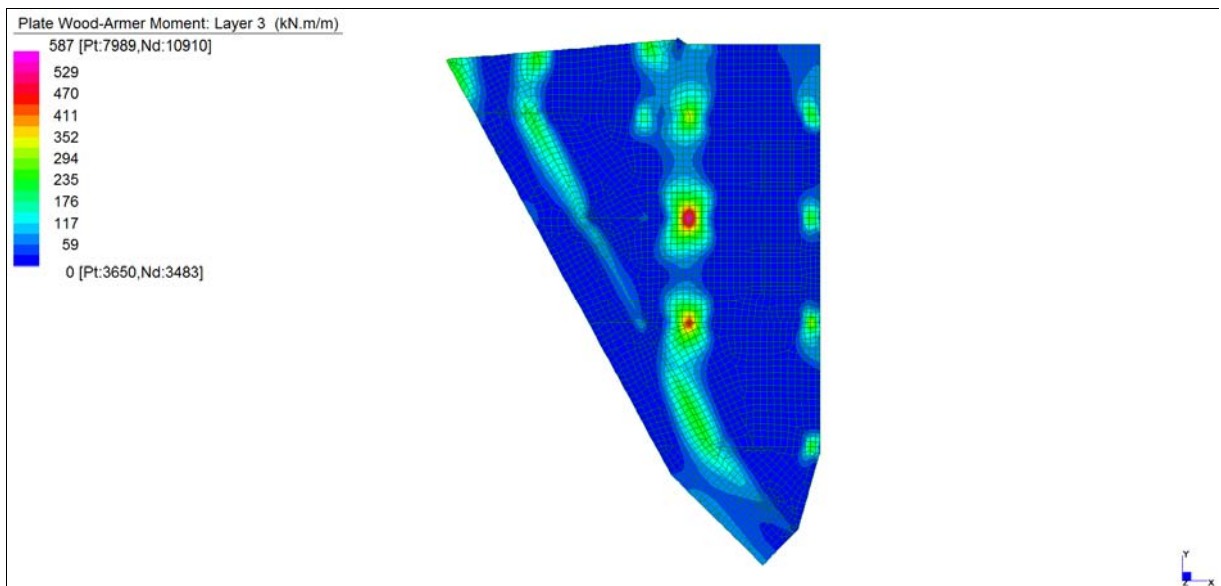


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



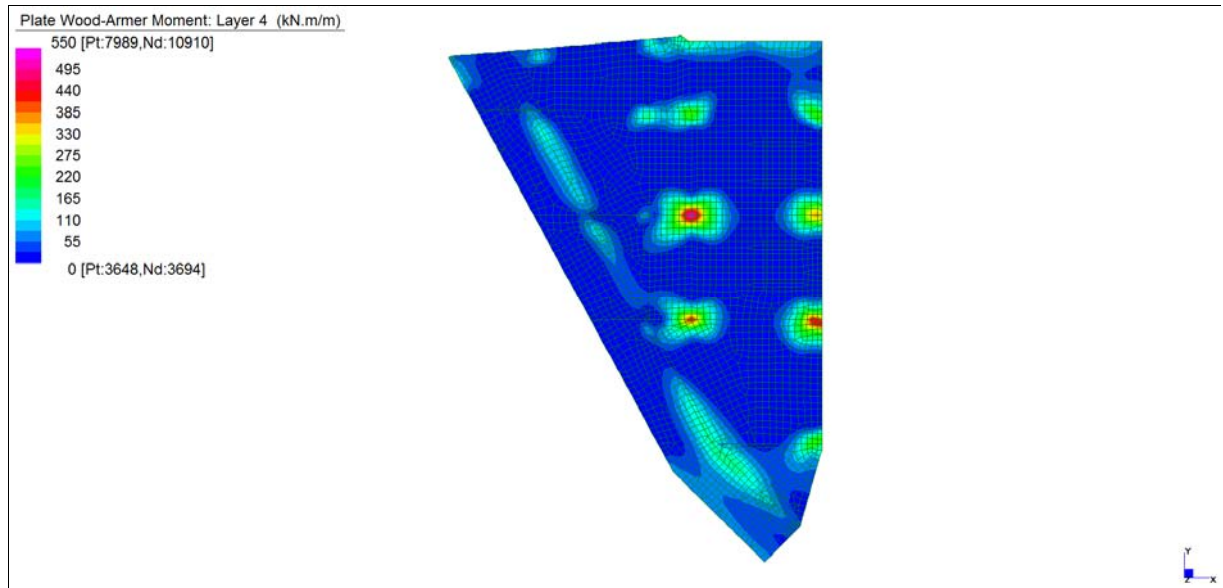
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



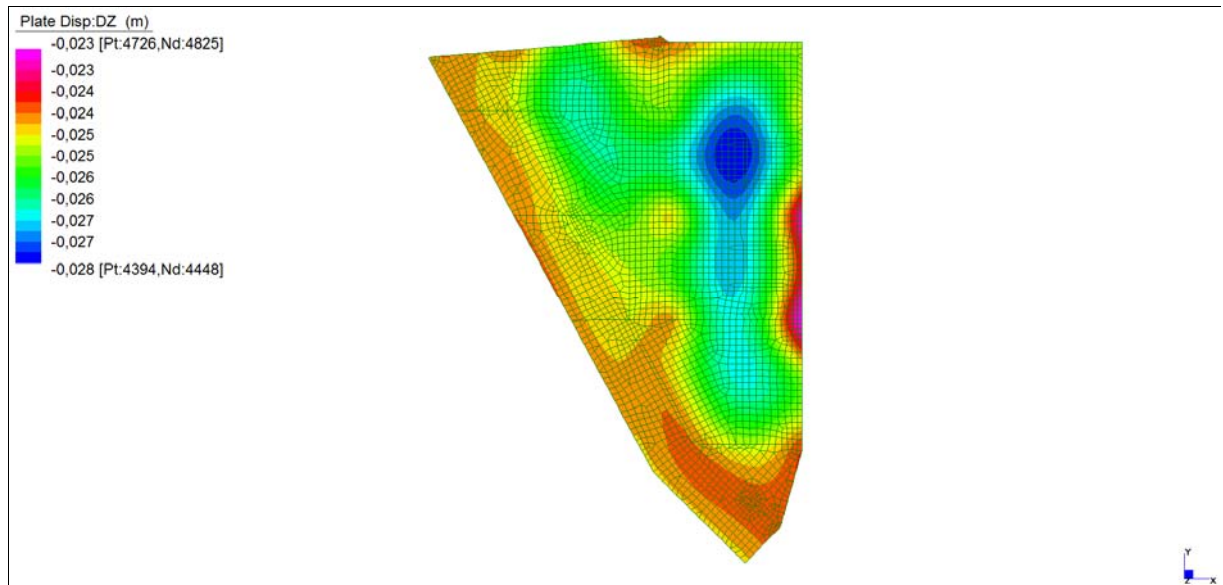
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 20/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 307$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 325$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	900	1021	Sì
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	1000	1095	Sì
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	900	1021	Sì
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	1400	1497	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,c</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 19	60	53	70	70	940	φ20/20	4019	104	107	1,15	0,937	0,399	-	φ20/40/40	0,937	1,099	Sì	3,144	3,292	Sì
pil 30	60	53	70	70	940	φ20/20	3158	89	68	1,15	0,736	0,399	-	φ14/40/20	0,736	1,077	Sì	2,471	3,292	Sì
pil 6	60	53	70	70	940	φ20/20	2154	224	248	1,15	0,502	0,399	-	φ14/40/20	0,502	1,077	Sì	1,685	3,292	Sì
pil 5	60	53	70	100	1000	φ20/20	797	347	966	1,82	0,276	0,399	Sì	-	-	-	-	0,812	3,292	Sì

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,c</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 3	60	53	60	60	510	450	φ20/20	877	102	192	1,40	0,459	0,399	-	φ14/40/40	0,459	0,518	Sì	1,299	3,292	Sì
pil 31	60	53	60	60	510	450	φ20/20	2213	718	839	1,40	1,157	0,399	-	φ16/20/40	1,157	1,409	Sì	3,279	3,292	Sì

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	290	5,58	≤ 17,43	118	≤ 360
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	272	4,62	≤ 17,43	103	≤ 360
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	703	13,53	≤ 17,43	287	≤ 360
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	664	10,15	≤ 17,43	174	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+675,05 m)*

SLE FREQUENTE	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
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	286	0,12	≤ 0,40
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	262	0,06	≤ 0,40
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	670	0,40	≤ 0,40
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	643	0,18	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Soletta (+675,05 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	254	4,89	≤ 13,07	0,10	≤ 0,30
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	214	3,63	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/10	-	φ20/20	515	9,91	≤ 13,07	0,29	≤ 0,30
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	550	8,41	≤ 13,07	0,15	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Soletta (+675,05 m)*

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

## 14.4 SOLETTA (+680,10 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.

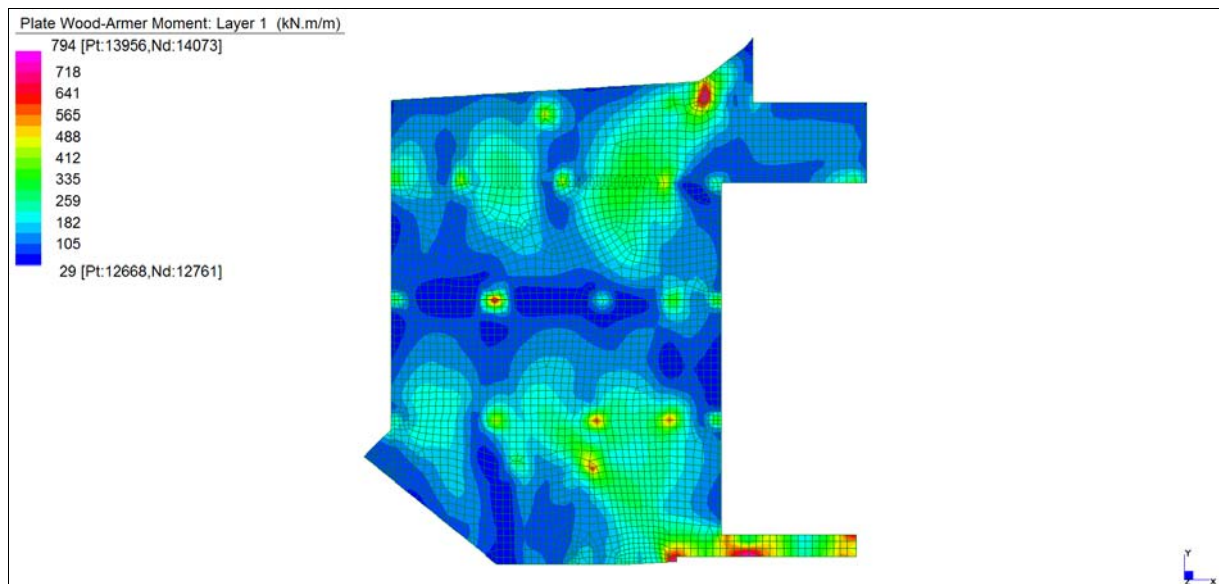
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

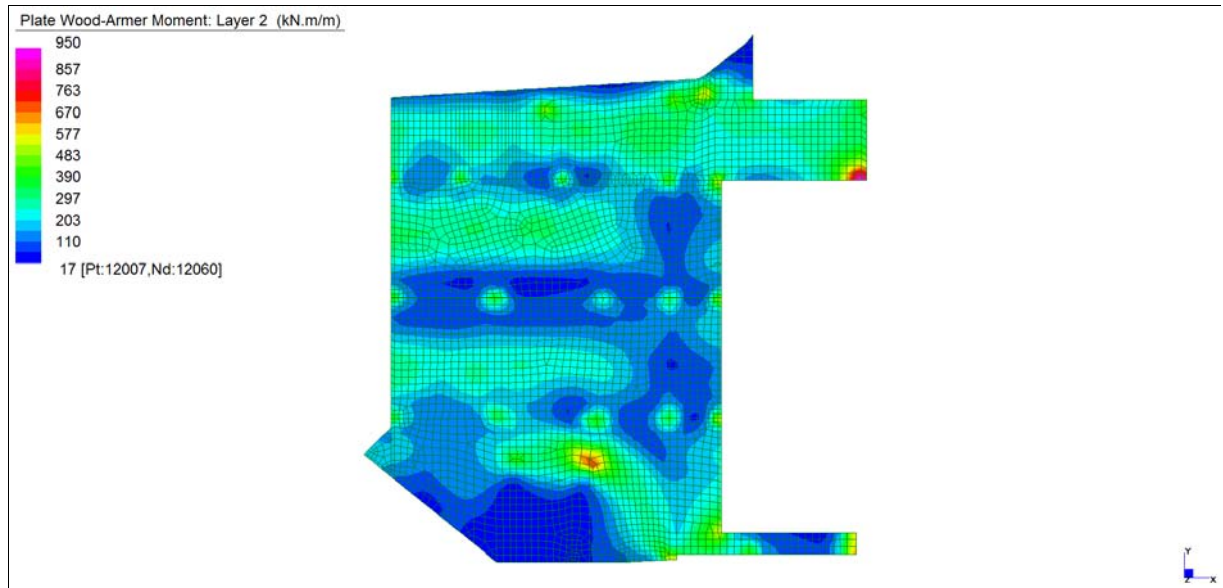
### Grafici di combinazione di SLU



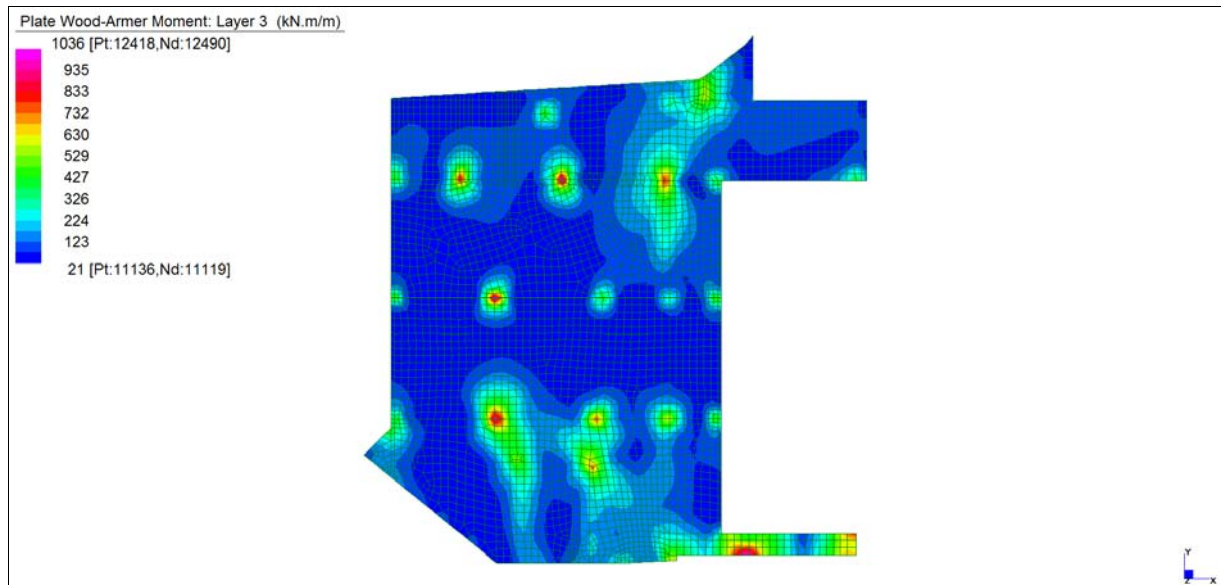
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



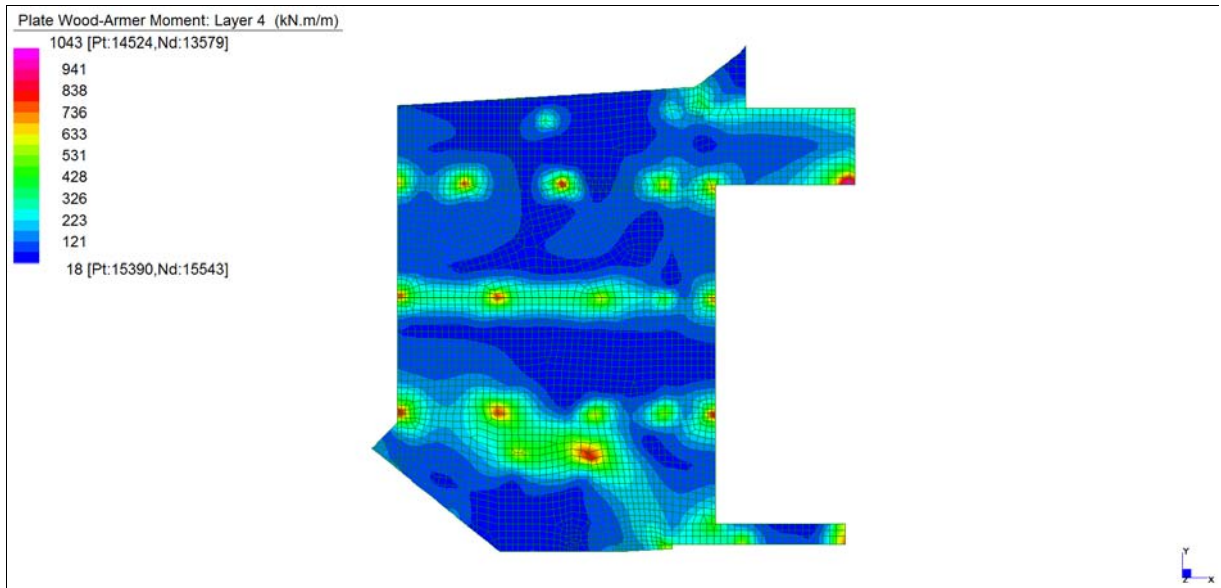
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



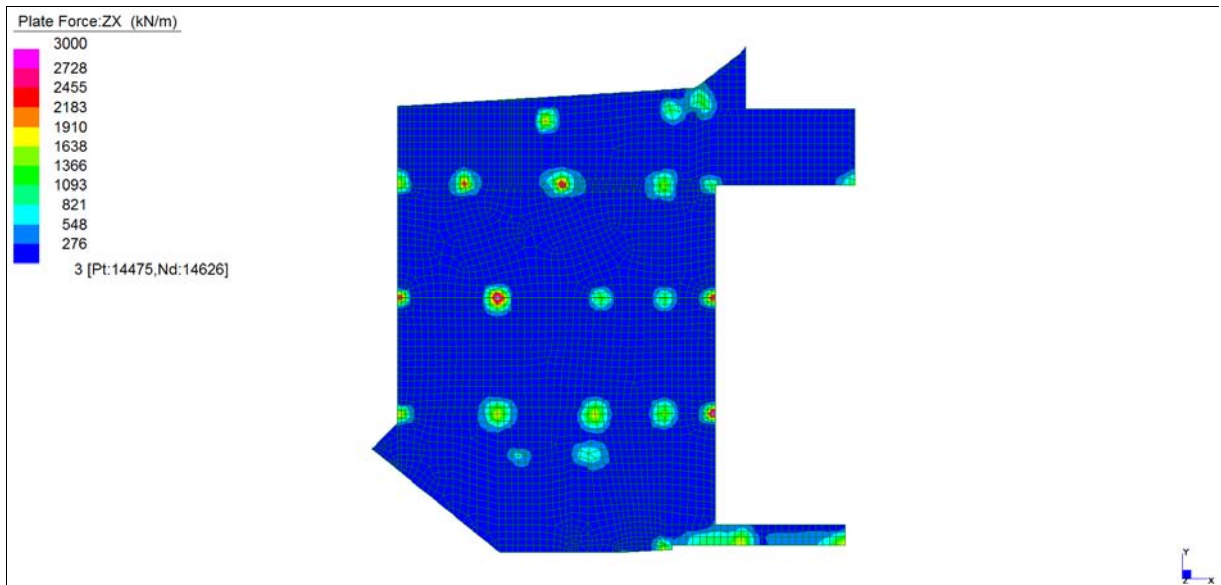
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

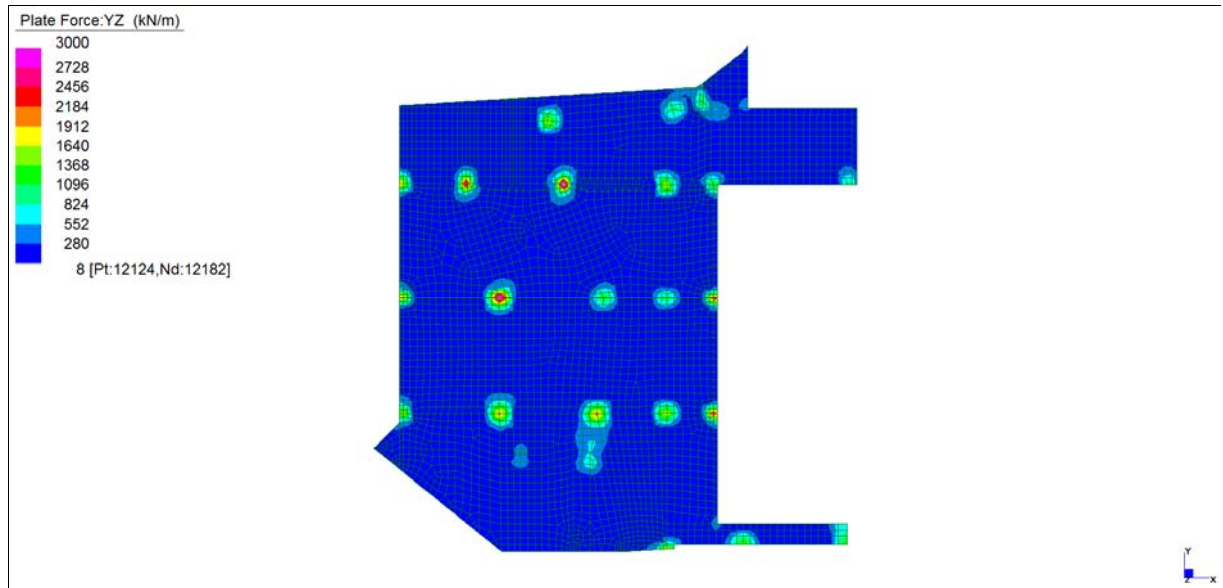


*Sforzo di taglio  $V_{ZX}$  (S.L.U.)*



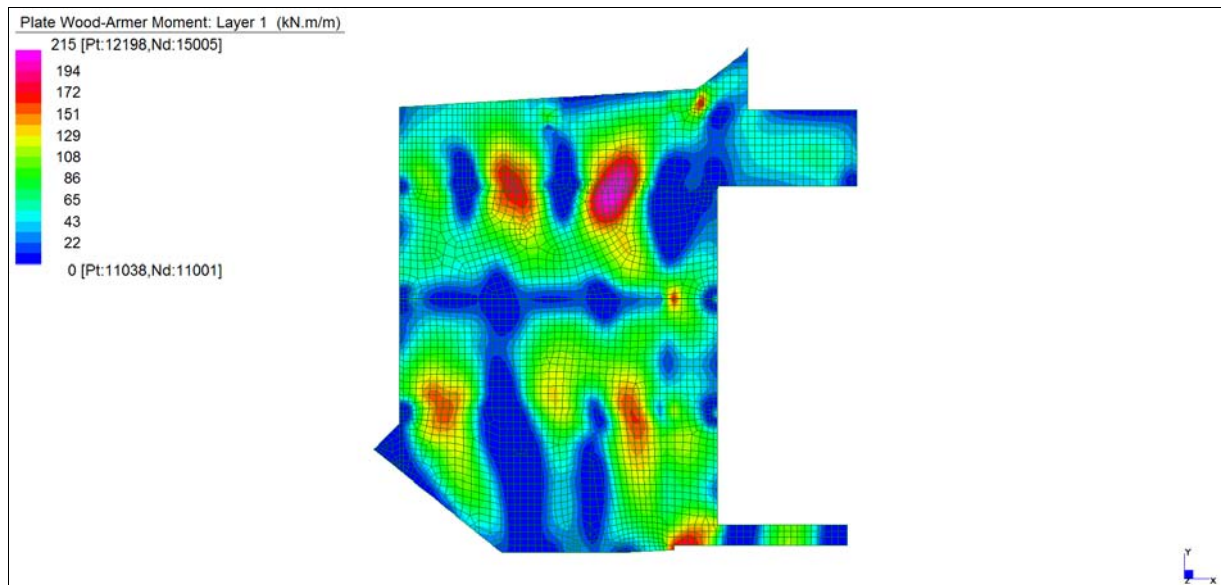
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

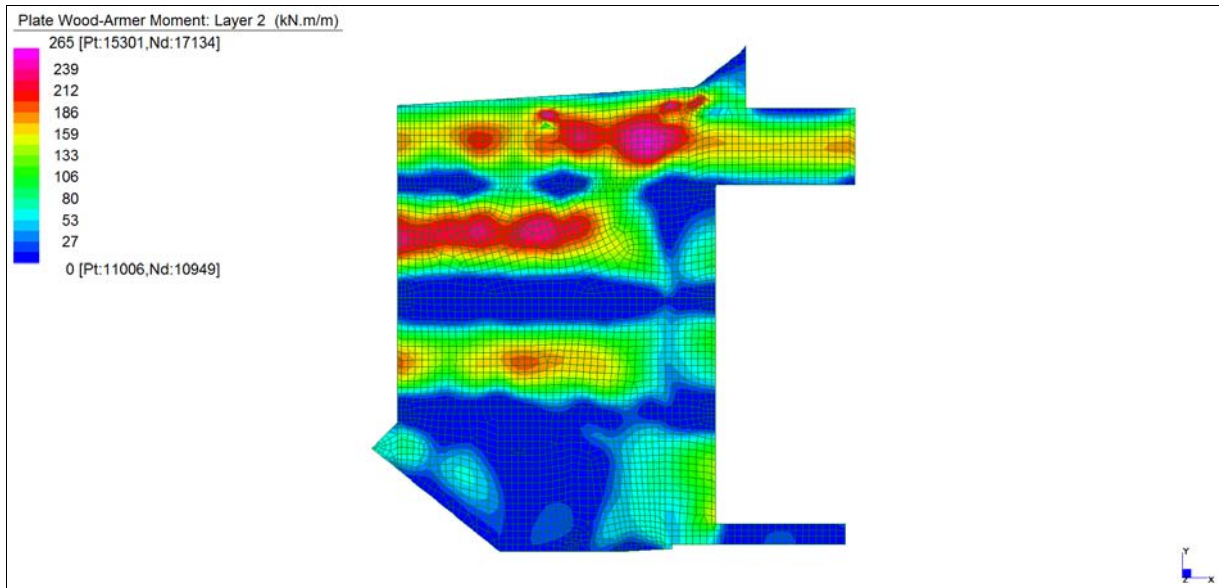
**Grafici di combinazione RARA**



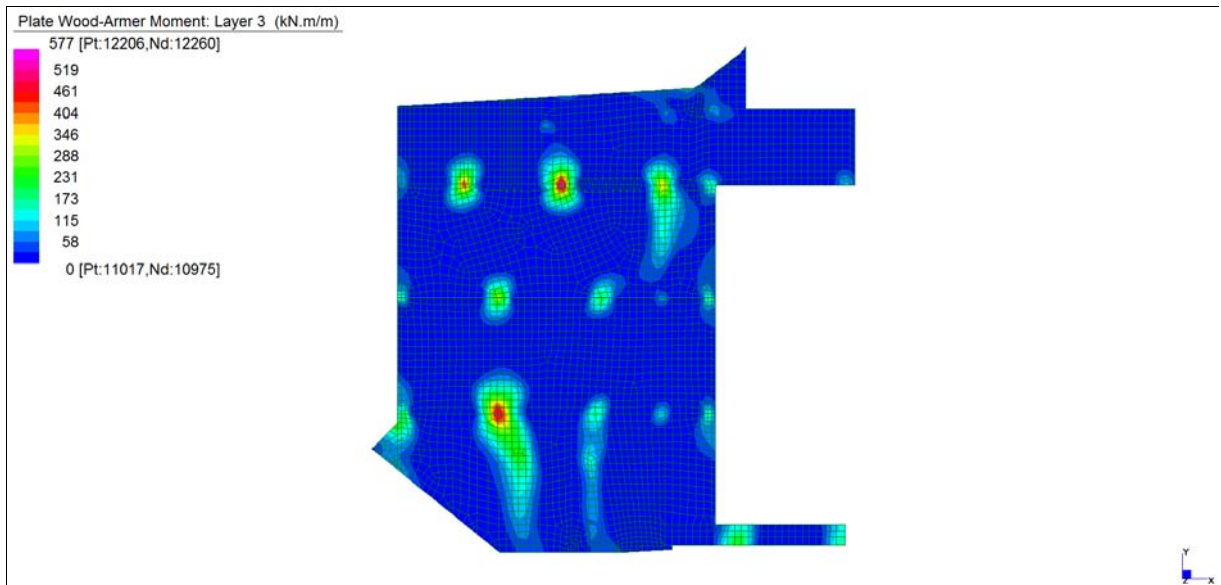
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



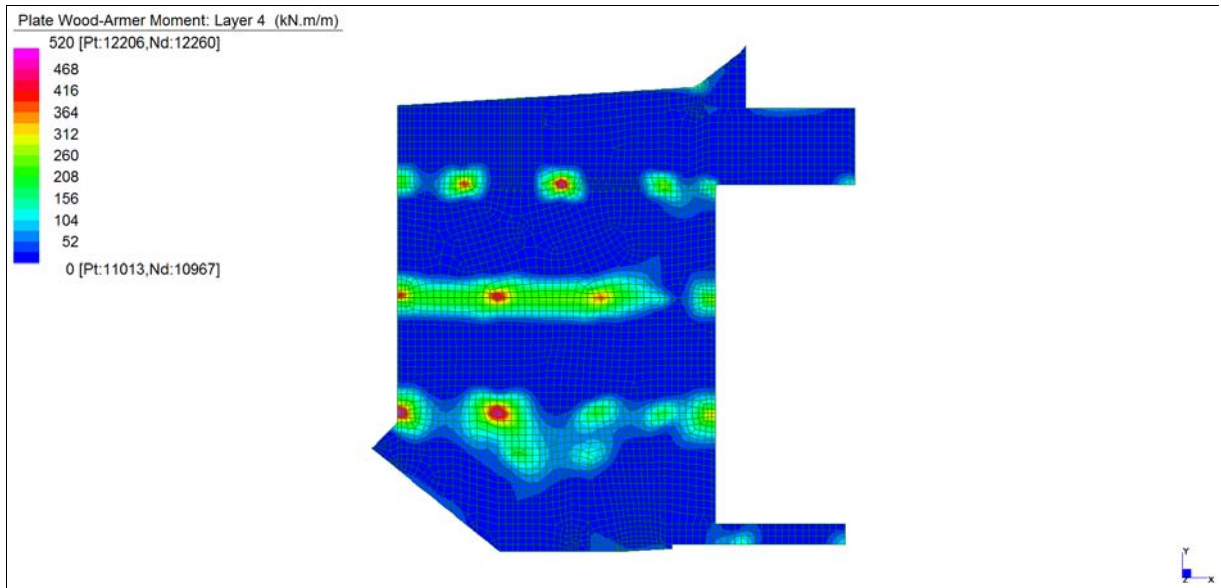
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

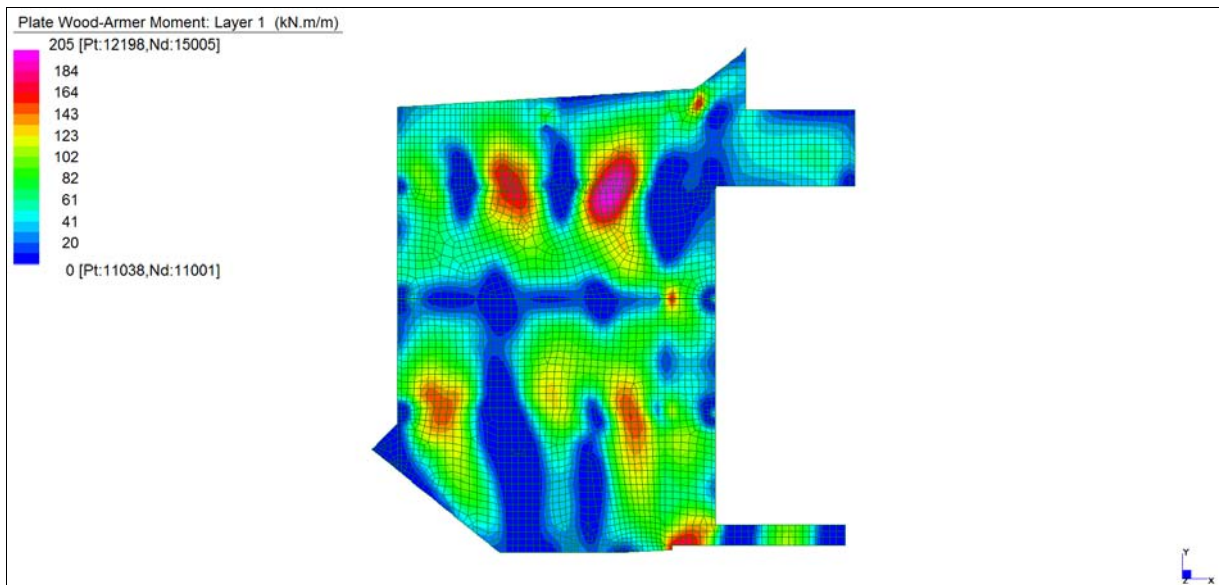
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

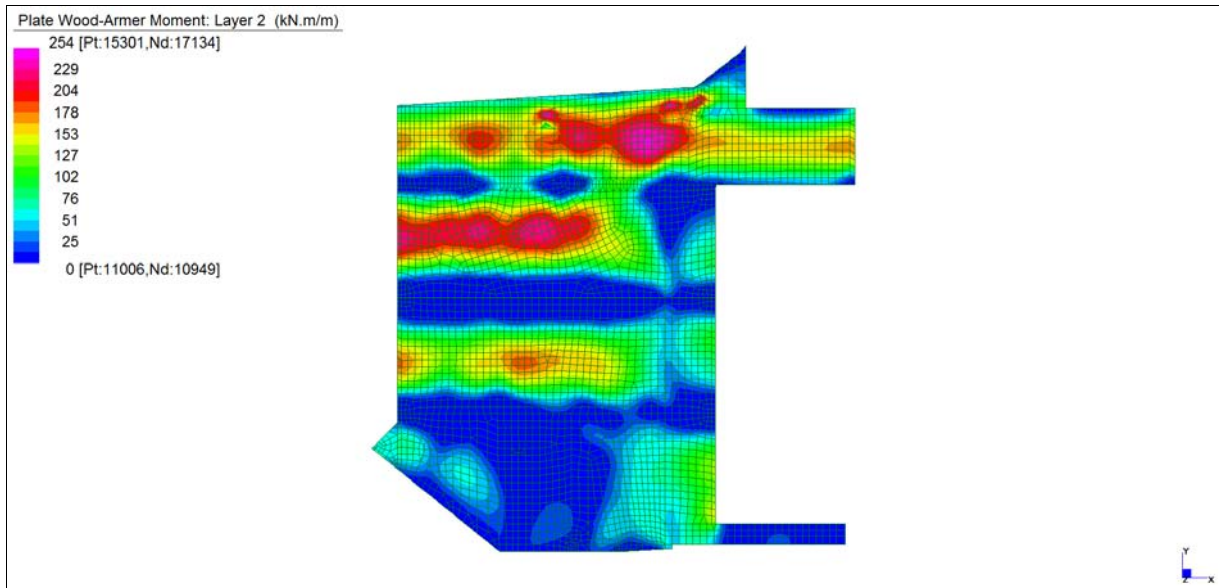
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



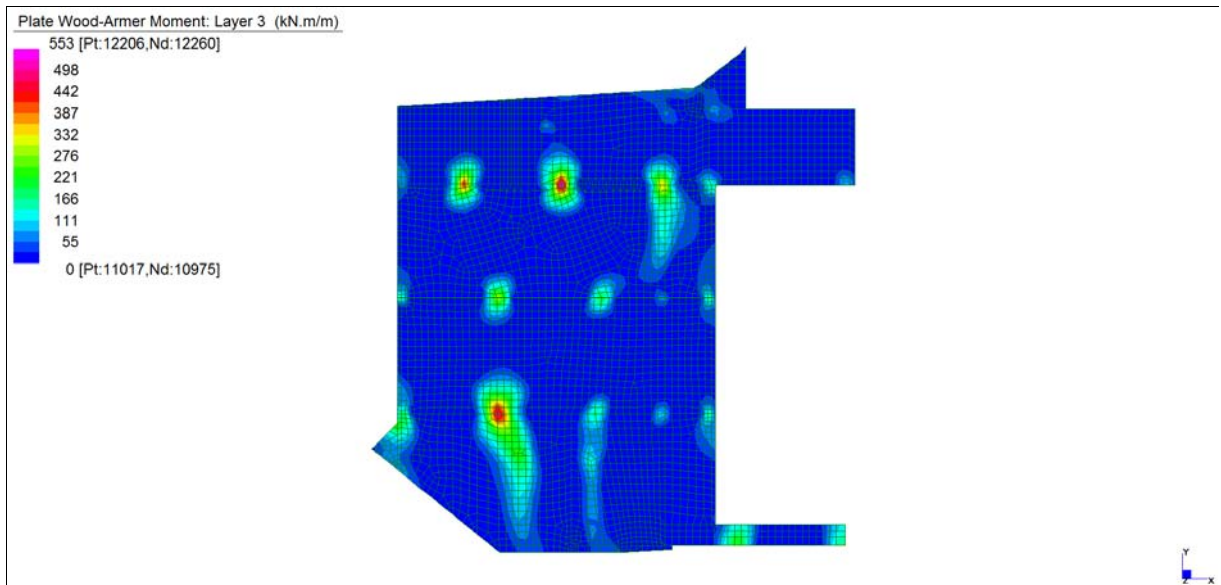
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



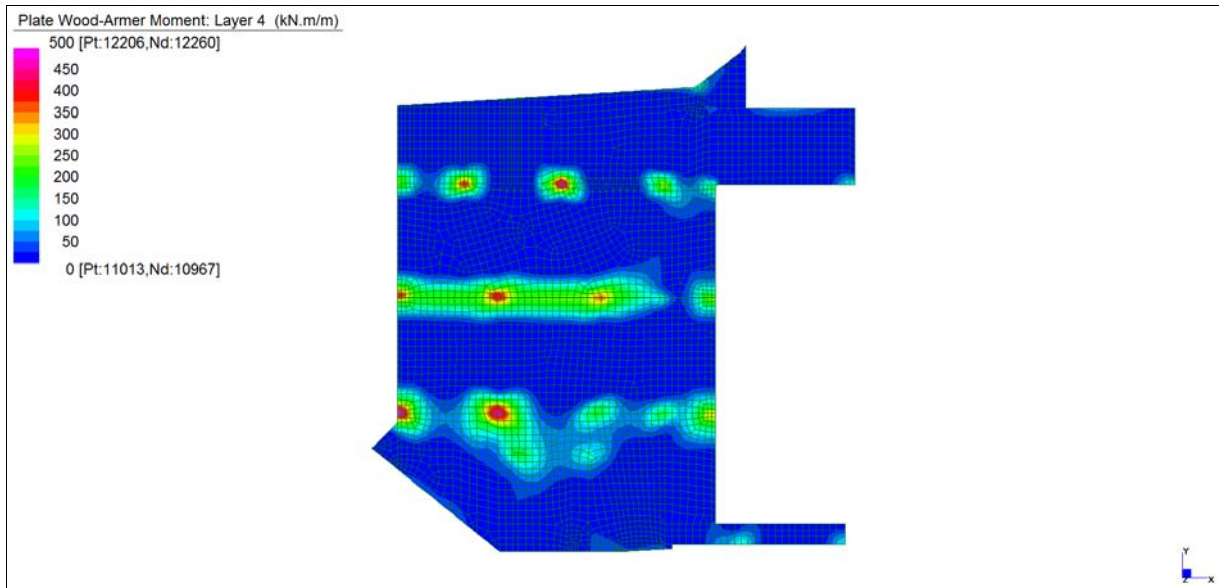
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

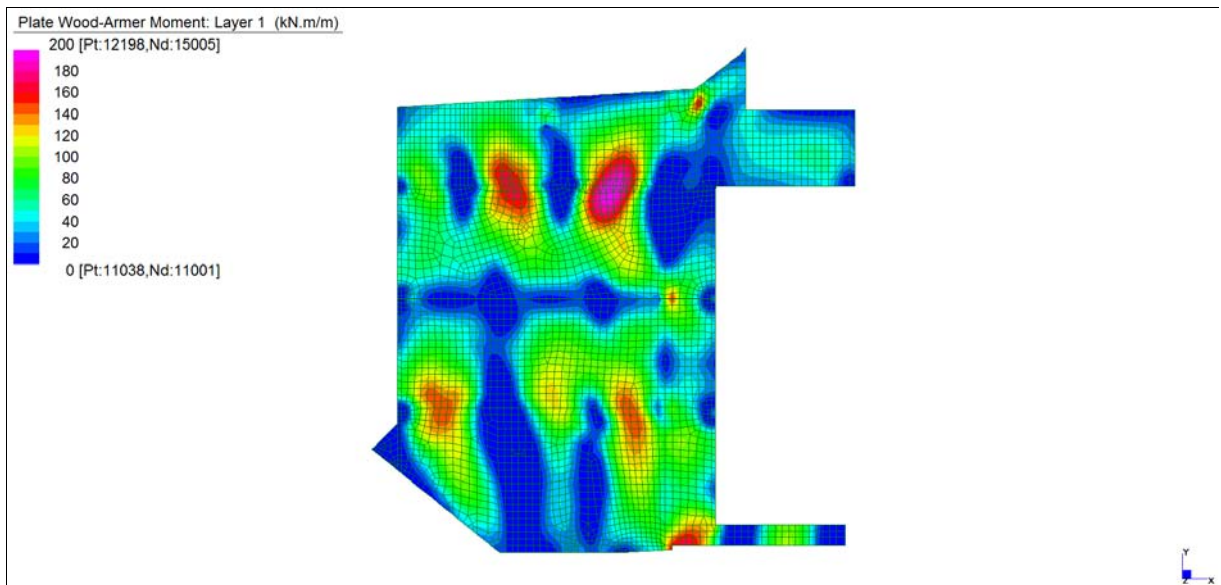
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

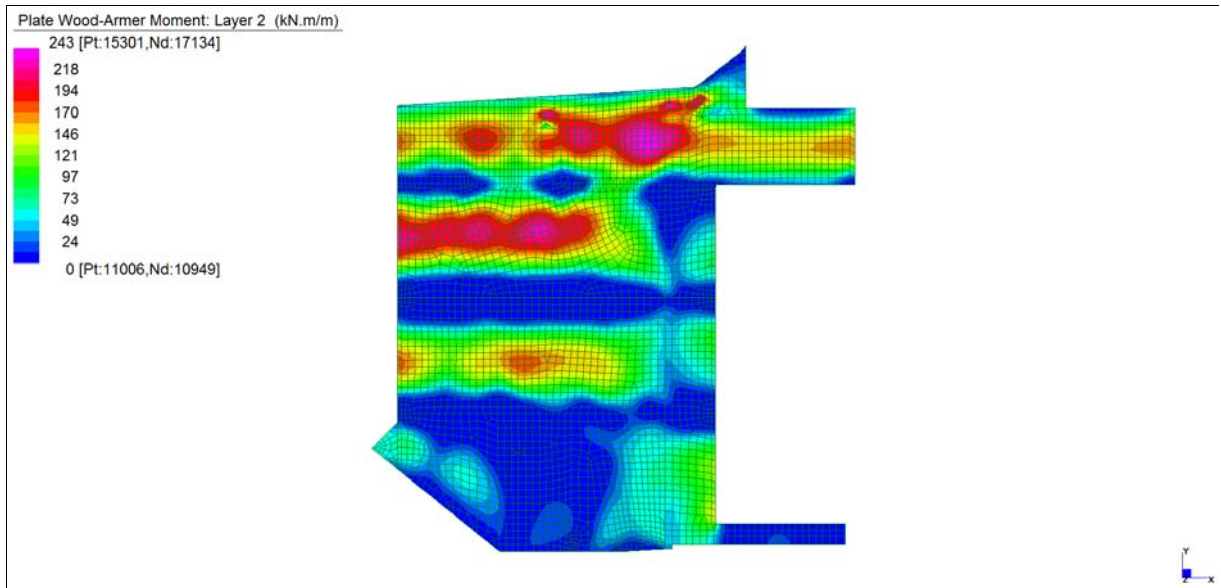
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



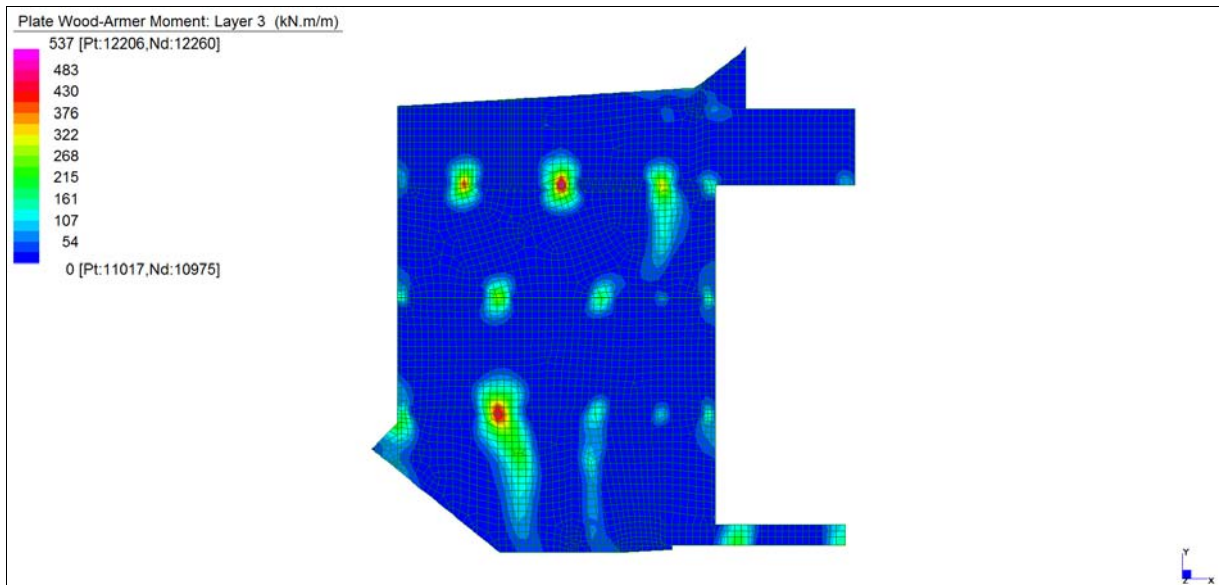
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



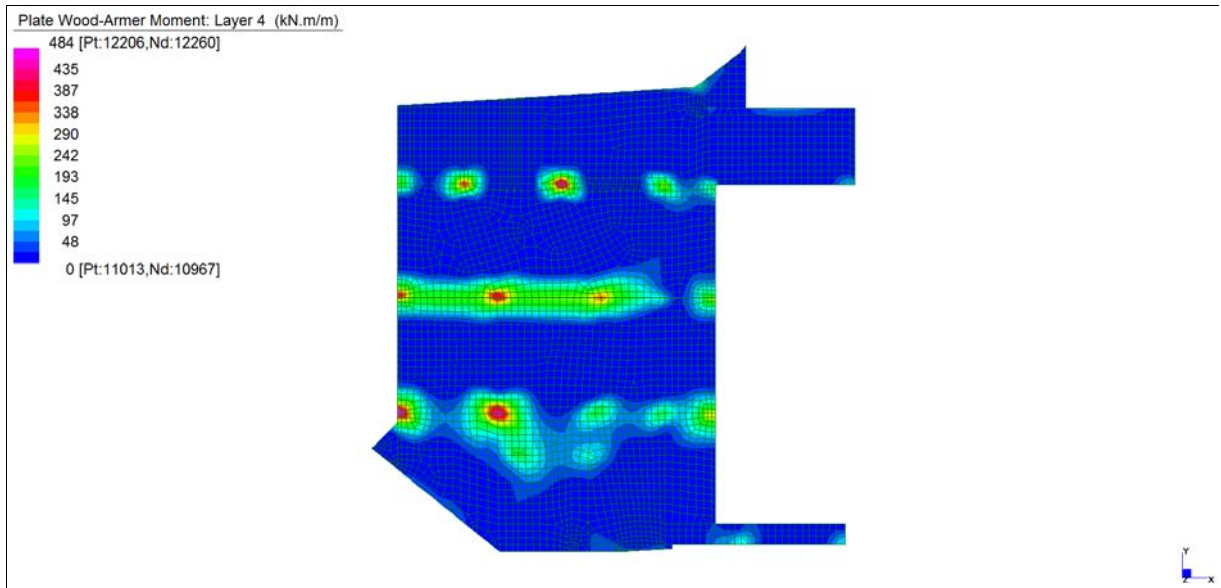
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



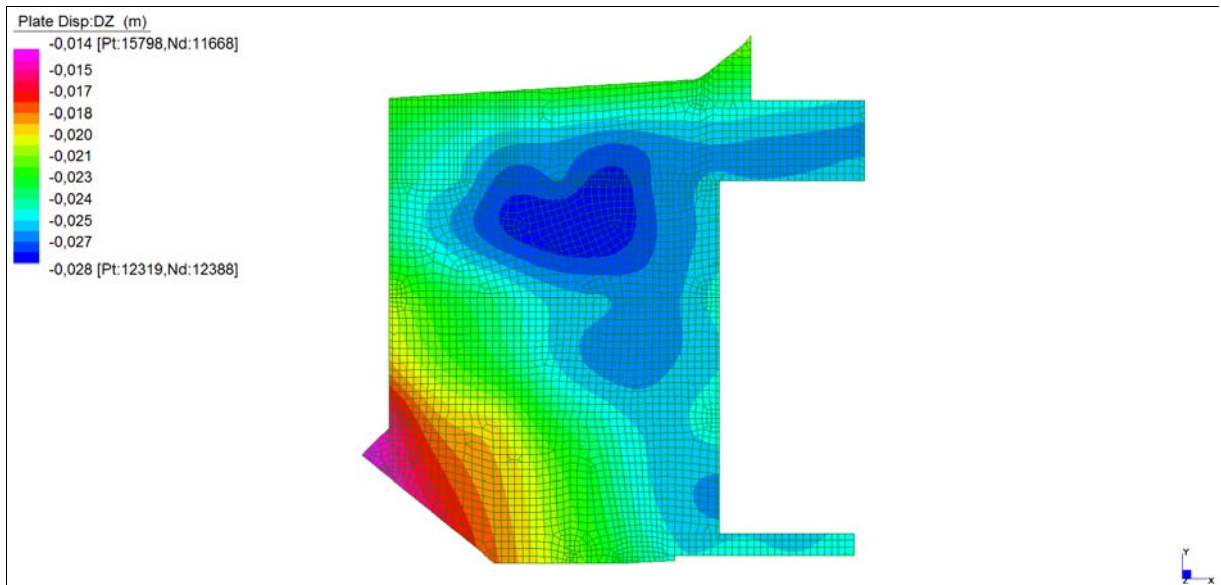
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



*Spostamento  $d_{z,min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 20/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 307$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 325$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Soletta (+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	794	818	Si
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	950	1147	Si
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	1036	1113	Si
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	950	1147	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+680,10 m)*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 4	60	53	60	60	900	φ20/20	3457	631	515	1,16	0,847	0,399	-	φ18/40/40	0,847	0,890	Si	3,175	3,292	Si
pil 73	60	53	50	150	1060	φ20/20	4396	816	1926	1,32	1,041	0,399	-	φ20/40/40	1,041	1,102	Si	2,757	3,292	Si
pil 29	60	53	70	100	1000	φ20/20	2409	887	2440	1,69	0,774	0,399	-	φ18/40/40	0,774	0,873	Si	2,274	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 75	60	53	60	60	510	450	φ20/20	1542	335	371	1,40	0,806	0,399	-	φ18/40/40	0,806	0,856	Si	2,284	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+680,10 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Soletta (+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	215	4,40	≤ 17,43	110	≤ 360
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	265	4,58	≤ 17,43	107	≤ 360
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	577	10,61	≤ 17,43	210	≤ 360
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	520	8,98	≤ 17,43	209	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+680,10 m)*

SLE FREQUENTE	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
Soletta (+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	205	0,08	≤ 0,40
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	254	0,06	≤ 0,40
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	553	0,32	≤ 0,40
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	500	0,20	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Soletta (+680,10 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Soletta (+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ20/20	-	φ20/20	200	4,09	≤ 13,07	0,07	≤ 0,30
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	243	4,20	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	515	9,47	≤ 13,07	0,29	≤ 0,30
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	50	-	5	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	484	8,36	≤ 13,07	0,19	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Soletta (+680,10 m)*

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

## 14.5 MURI (sp 50 cm)\_Liv.1

I valori sollecitanti dei muri presenti in questo paragrafo si riferiscono al primo interpiano cantinato (Livello 1°, compreso tra la quota +667,95m e la quota +675,05m). Nel suddetto interpiano si utilizza l'involuppo SLV Elastico in quanto detto interpiano è posto sotto la platea a quota 675 m, pertanto si verifica come quest'ultima con l'involuppo sismico elastico.

### 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.

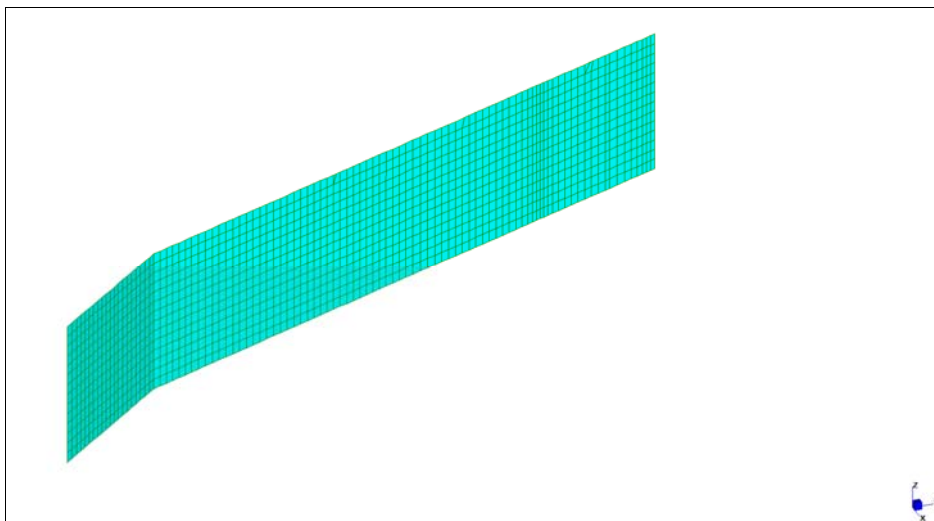
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

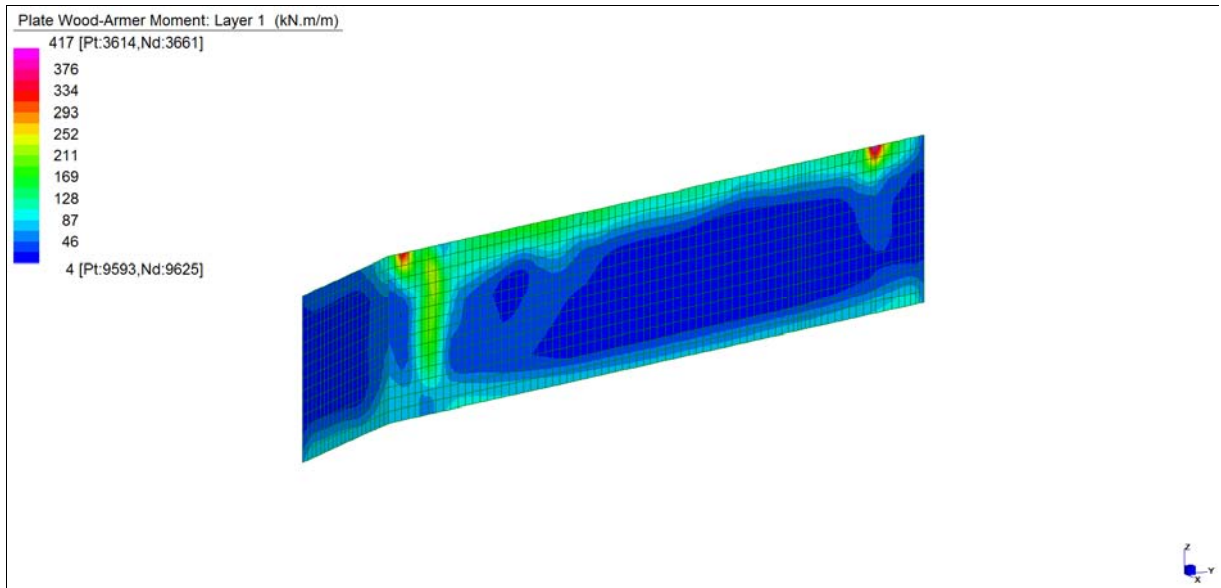
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

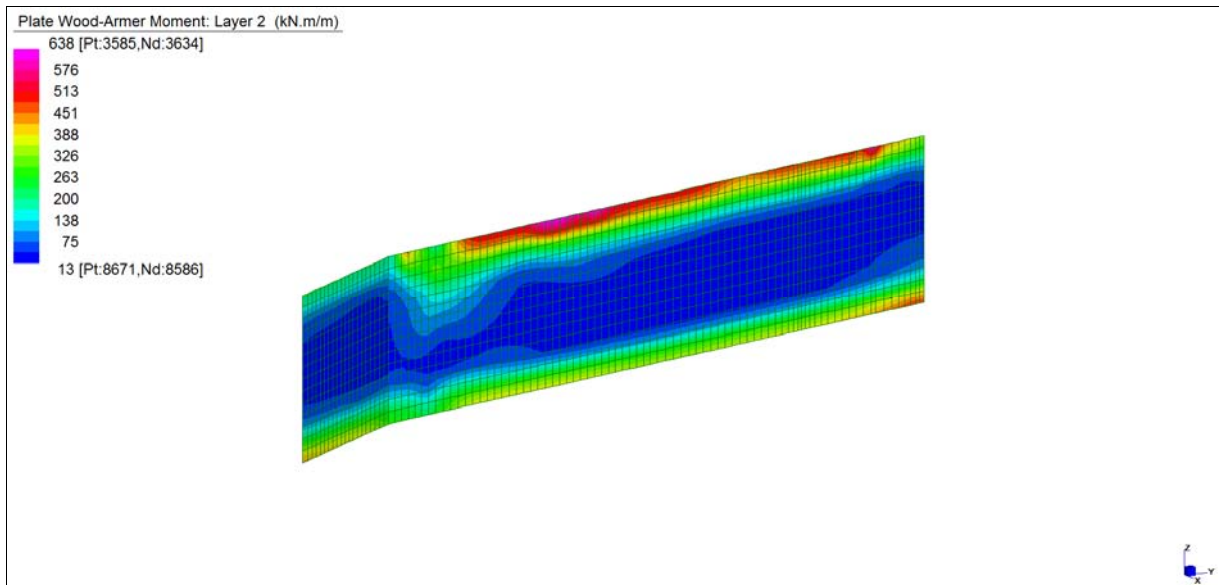
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



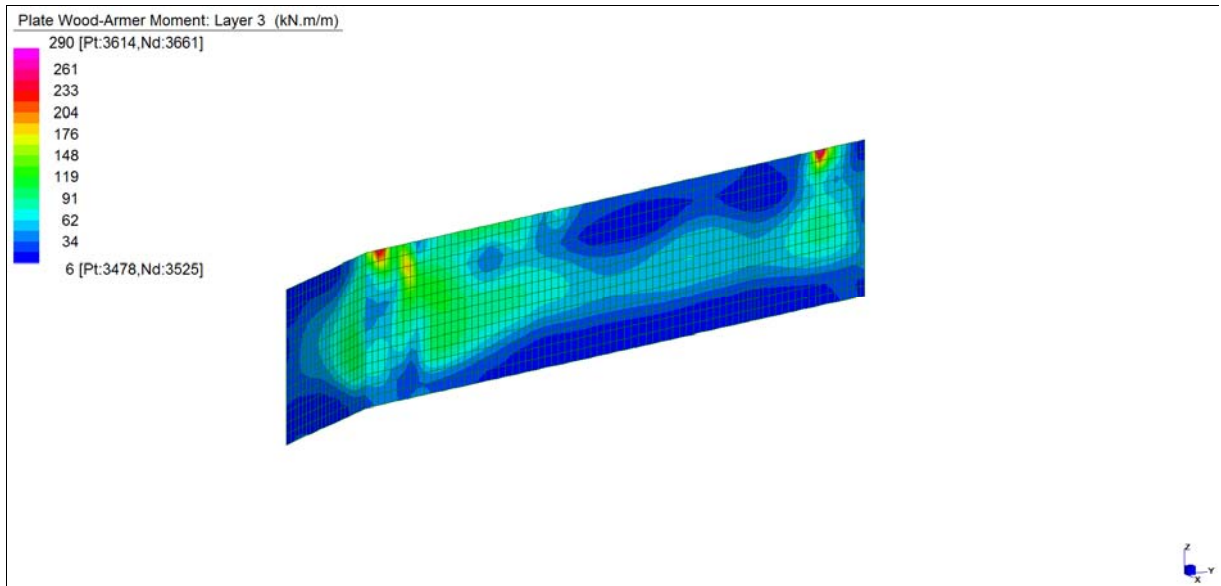
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



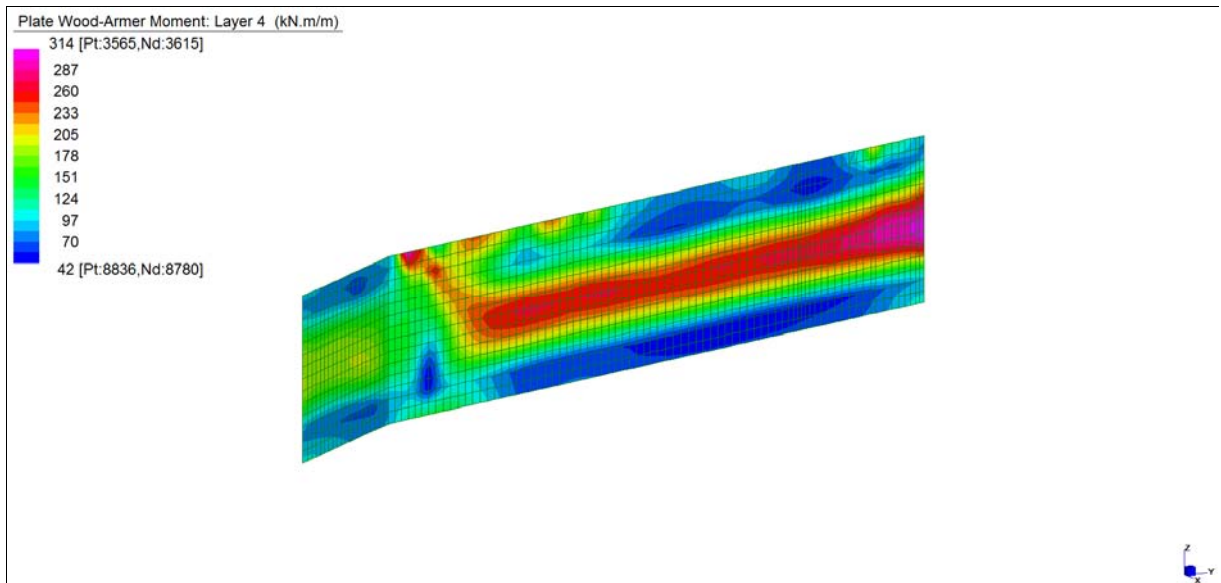
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



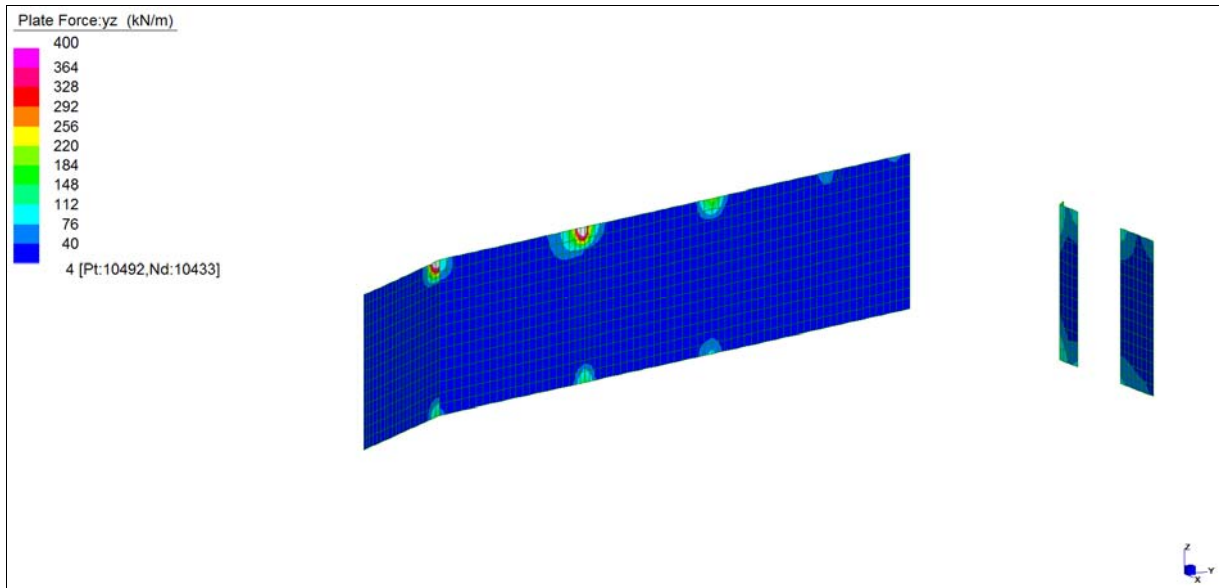
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



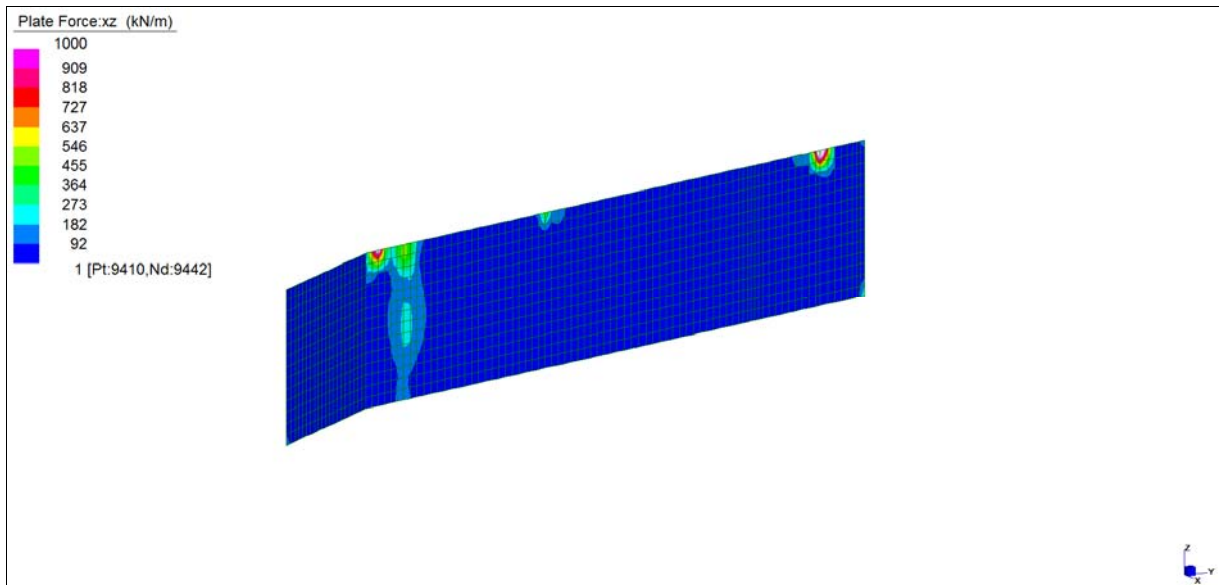
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

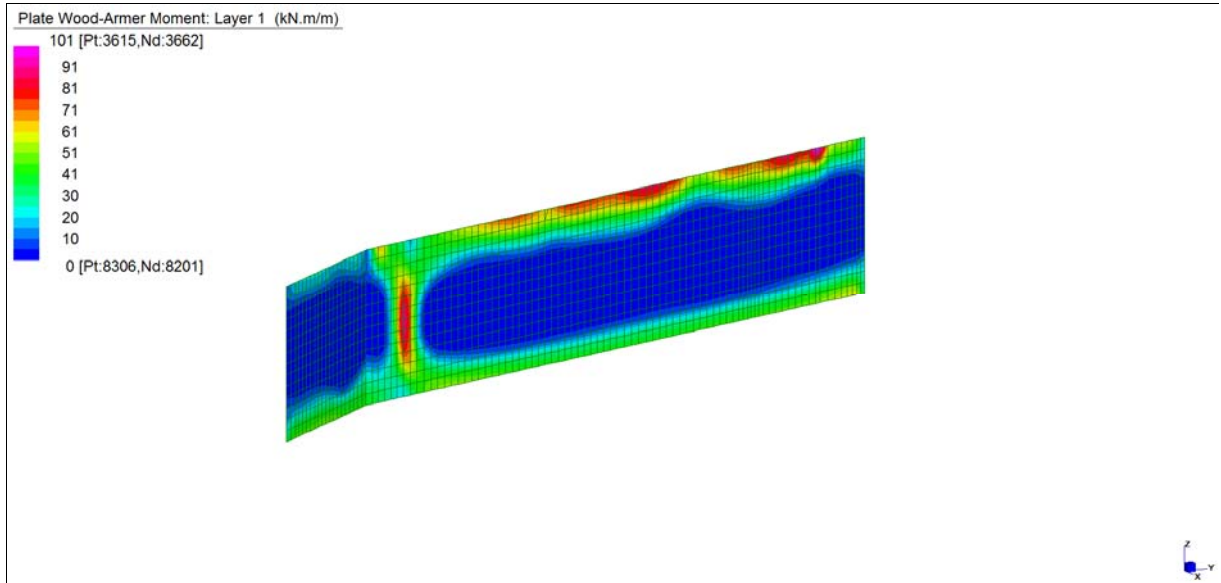


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

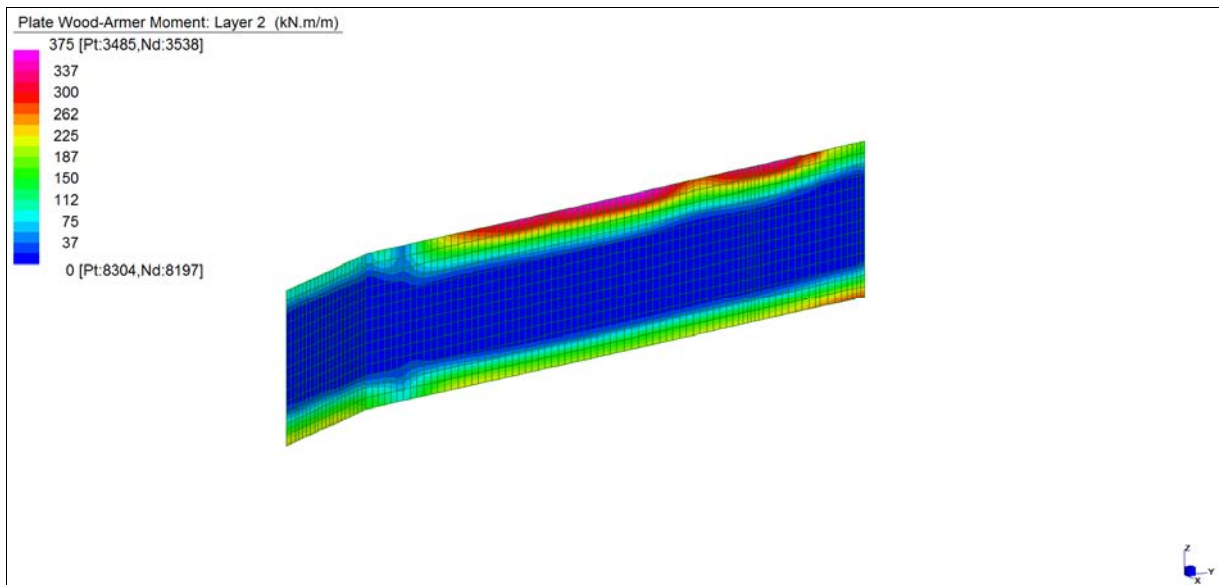
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



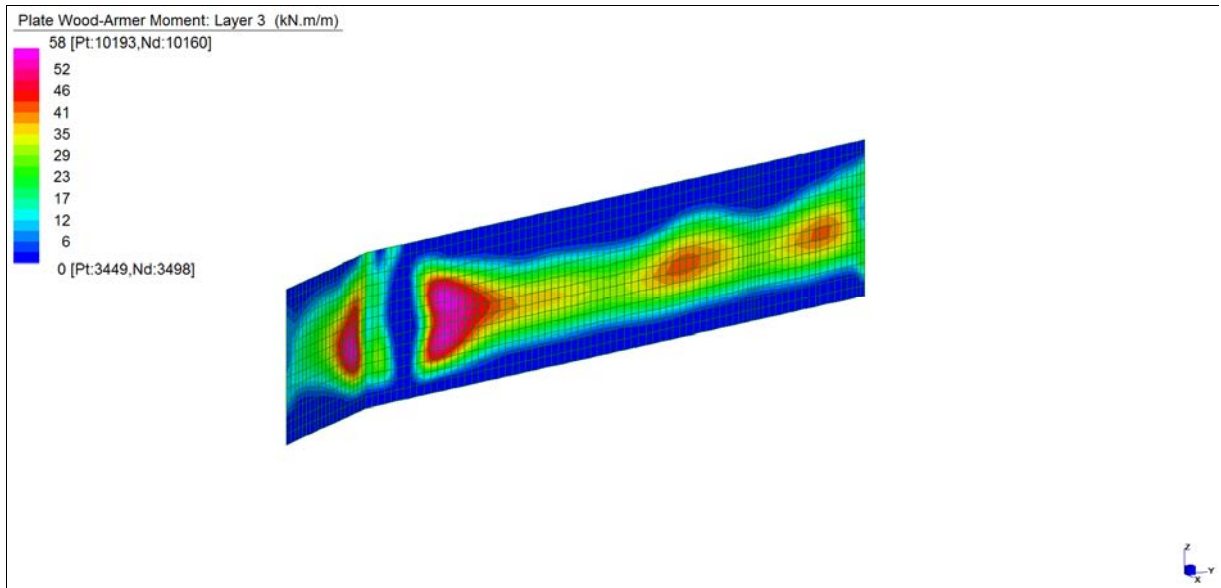
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



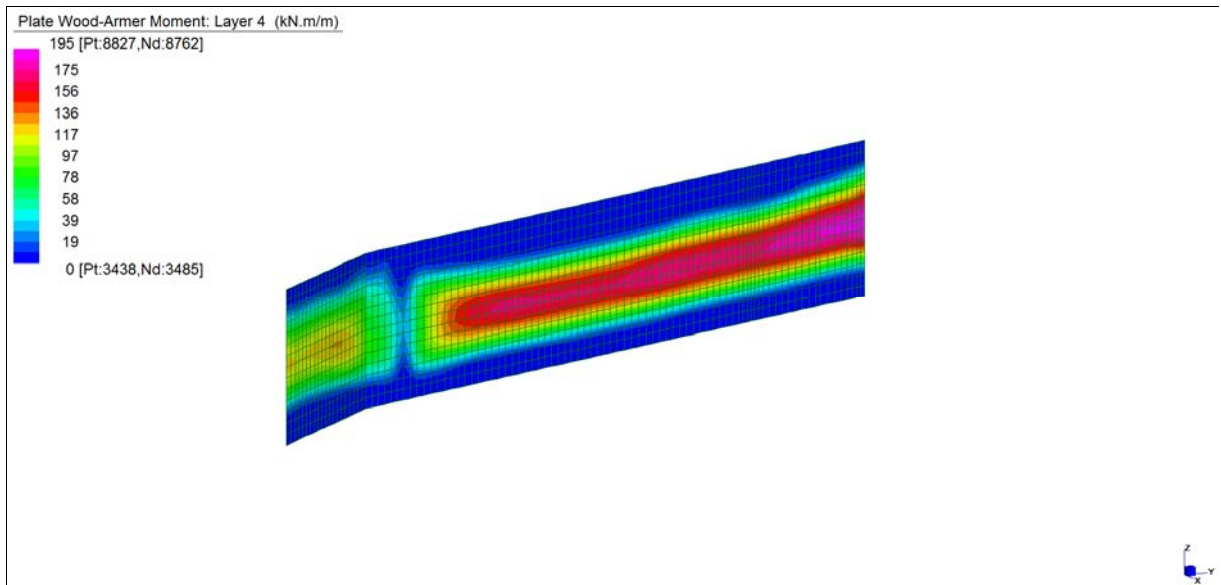
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



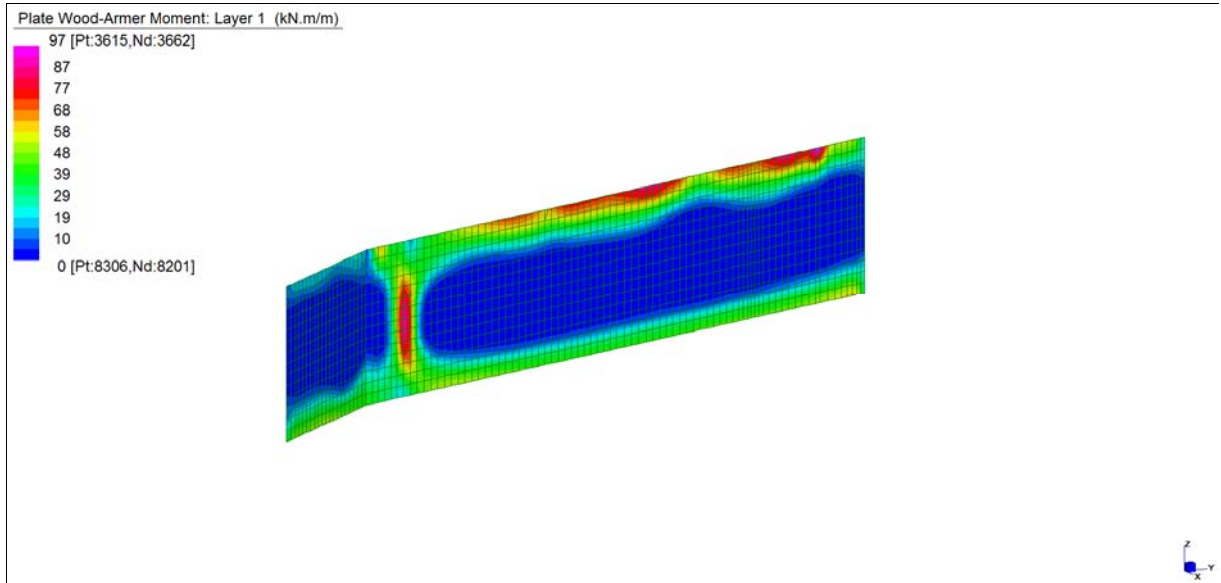
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*



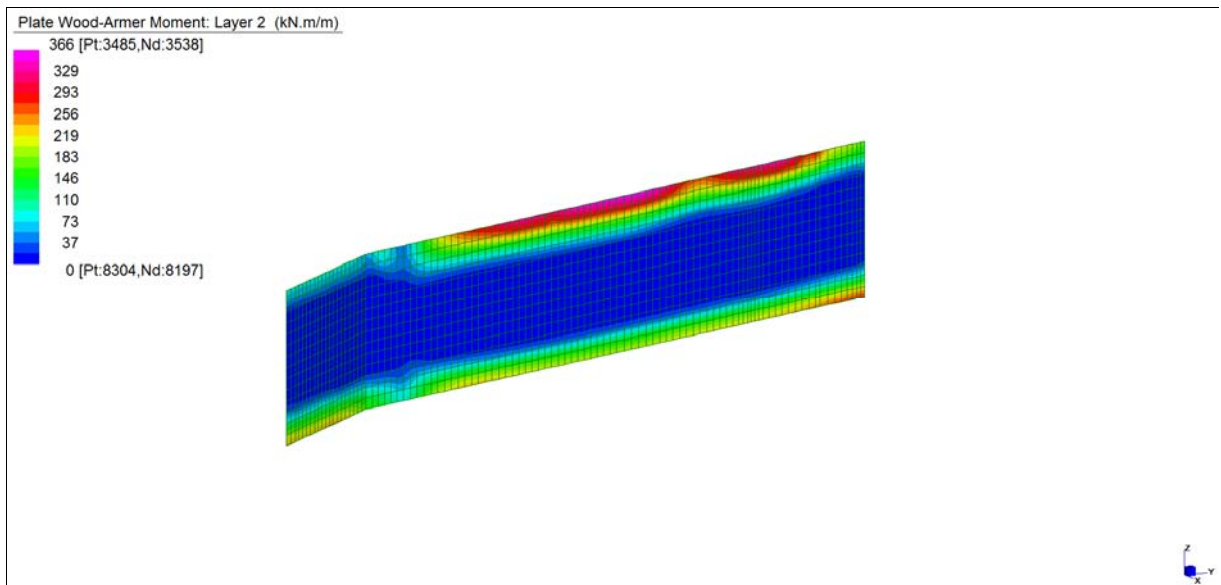
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



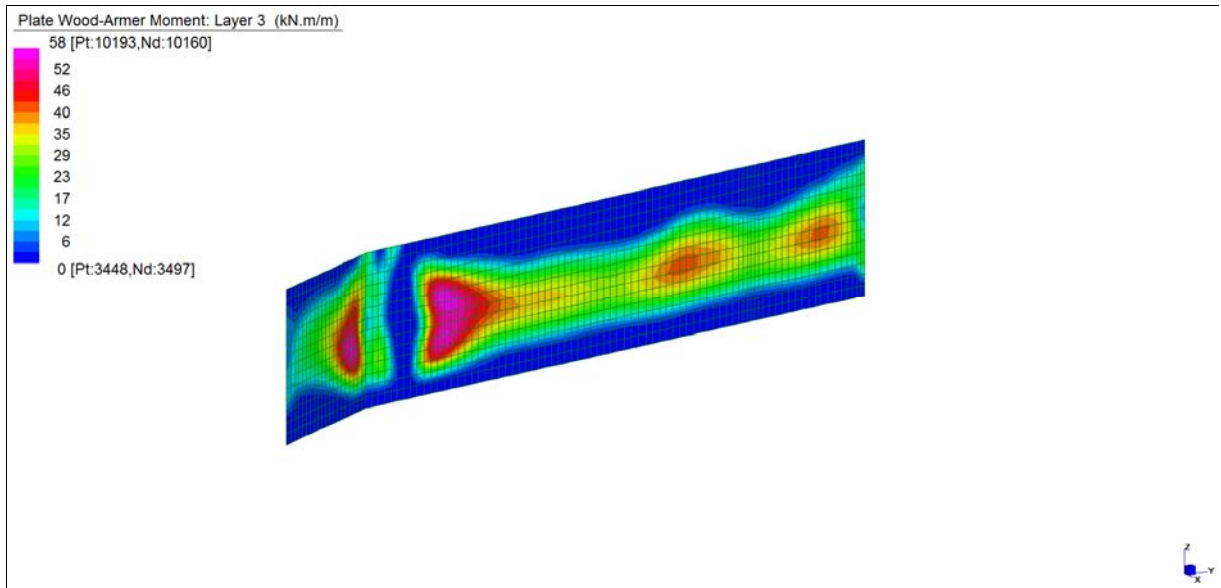
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



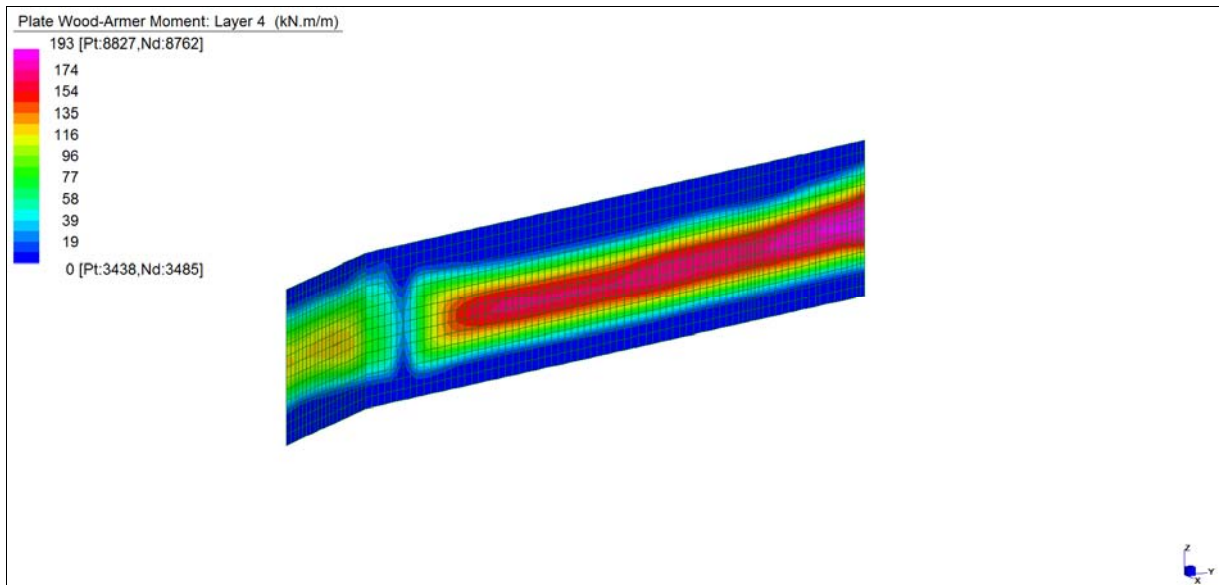
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

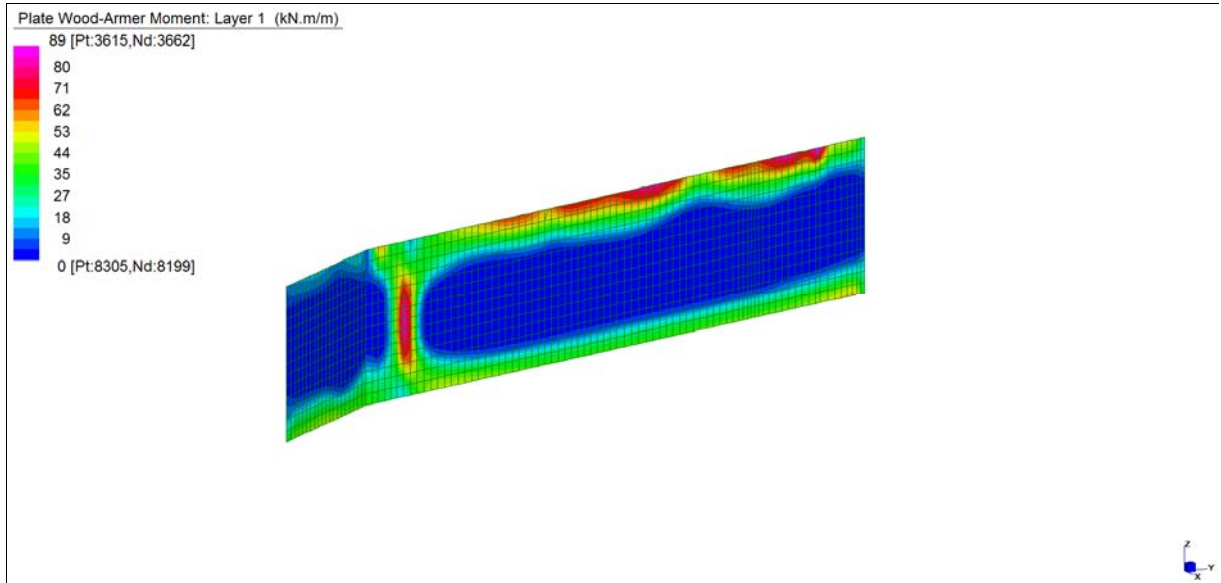


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

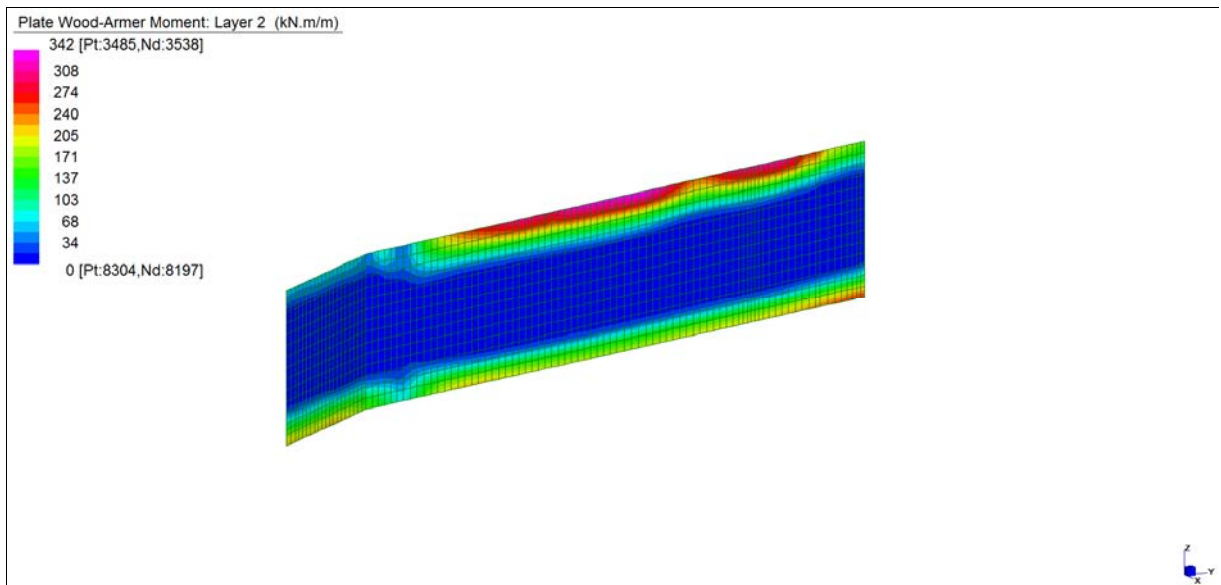
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



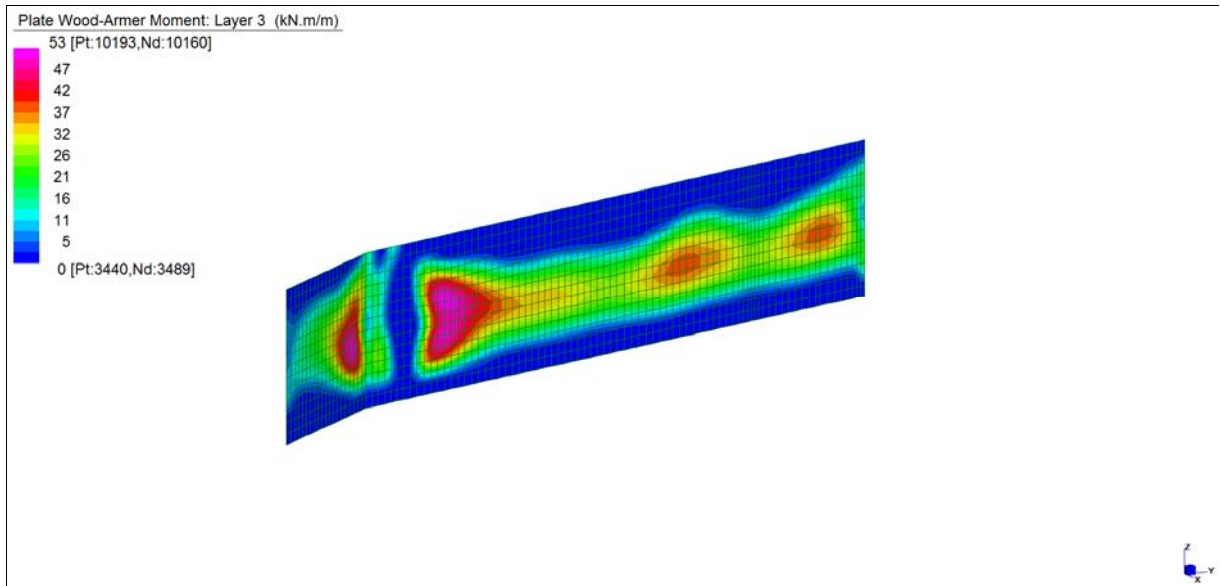
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



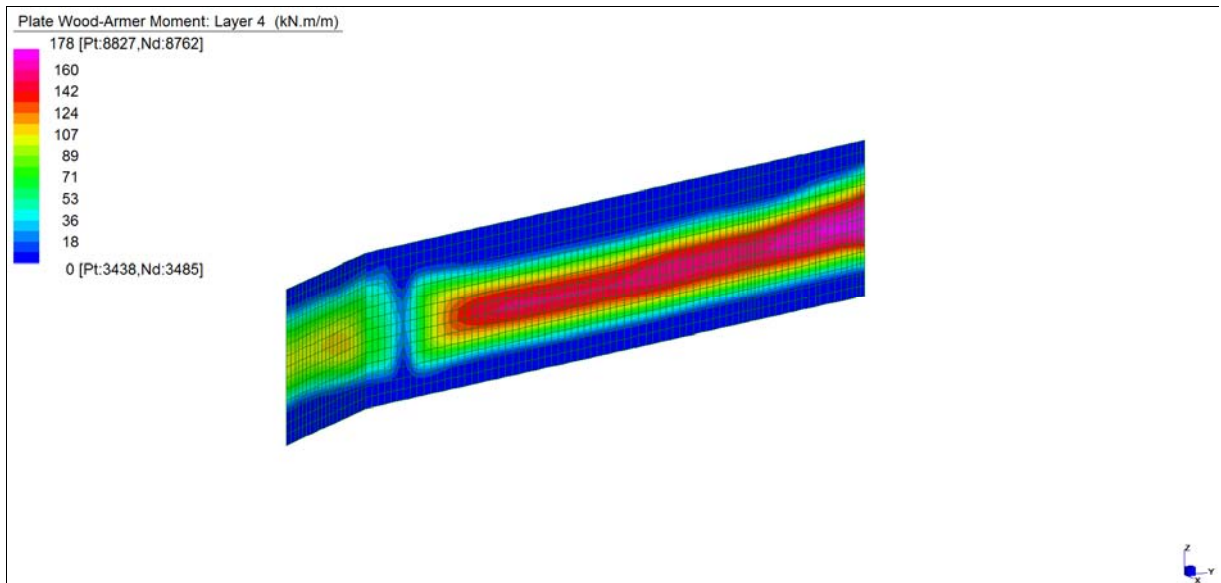
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ14/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 132 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 252 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri 1°liv (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ18/20	-	φ14/20	300	338	Sì
Muri 1°liv (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ26/20	φ12/20	φ20/20	600	678	Sì
Muri 1°liv (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	207	259	Sì
Muri 1°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	314	400	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.1*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	50	45	5000	φ14/20	0,0045	1,667	0,406	740	213	-	φ12/20/20	90	21,8	740	1120	1149	Sì
Vert	100	50	43	5000	φ20/20	0,0098	1,682	0,412	1000	265	-	φ12/20/20	90	21,8	1000	1071	1098	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.1*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri 1°liv (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ18/20	-	φ14/20	101	3,39	≤ 17,43	122	≤ 360
Muri 1°liv (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ26/20	φ12/20	φ20/20	375	10,12	≤ 17,43	221	≤ 360
Muri 1°liv (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	58	2,17	≤ 17,43	92	≤ 360
Muri 1°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	195	6,32	≤ 17,43	199	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.1*

SLE FREQUENTE	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
Muri 1°liv (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ18/20	-	φ14/20	97	0,07	≤ 0,40
Muri 1°liv (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ26/20	φ12/20	φ20/20	366	0,31	≤ 0,40
Muri 1°liv (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	58	0,06	≤ 0,40
Muri 1°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	193	0,26	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.1*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri 1°liv (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ18/20	-	φ14/20	89	2,99	≤ 13,07	0,07	≤ 0,30
Muri 1°liv (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ26/20	φ12/20	φ20/20	342	9,23	≤ 13,07	0,29	≤ 0,30
Muri 1°liv (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	53	1,98	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Muri 1°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	178	5,77	≤ 13,07	0,23	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.1*

## 14.6 MURI (sp 35 cm)\_Liv.1

I valori sollecitanti dei muri presenti in questo paragrafo si riferiscono al primo interpiano cantinato (Livello 1°, compreso tra la quota +667,95m e la quota +675,05m). Nel suddetto interpiano si utilizza l'involuppo SLV Elastico in quanto detto interpiano è posto sotto la platea a quota 675 m, pertanto si verifica come quest'ultima con l'involuppo sismico elastico.

### 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.

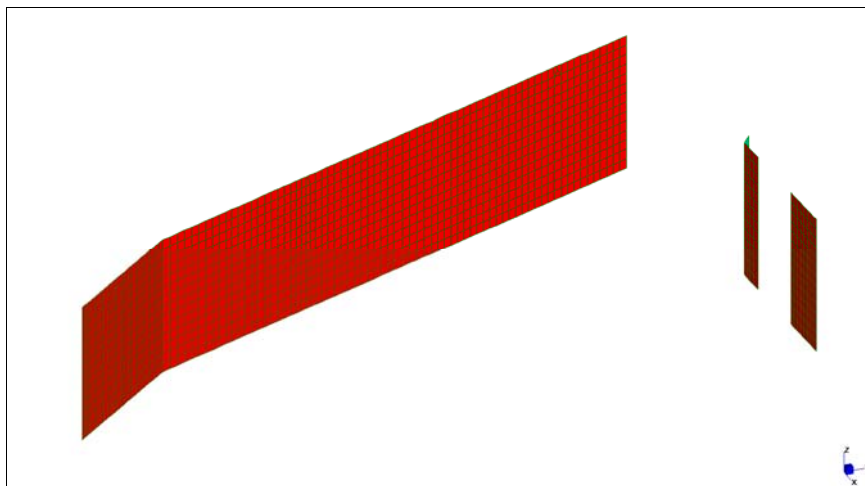
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

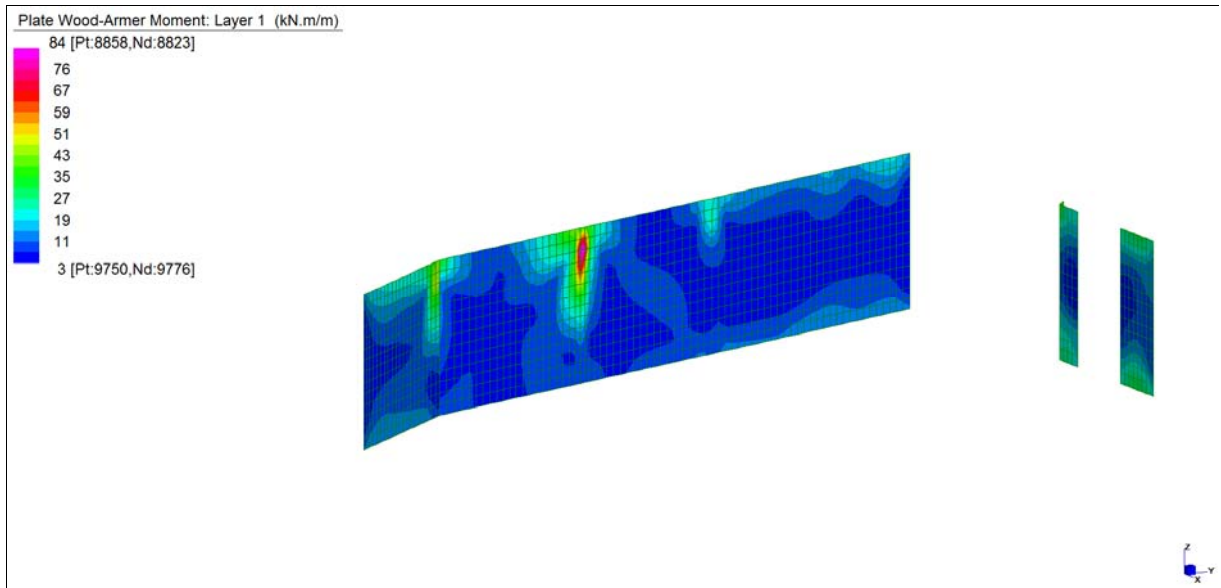
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

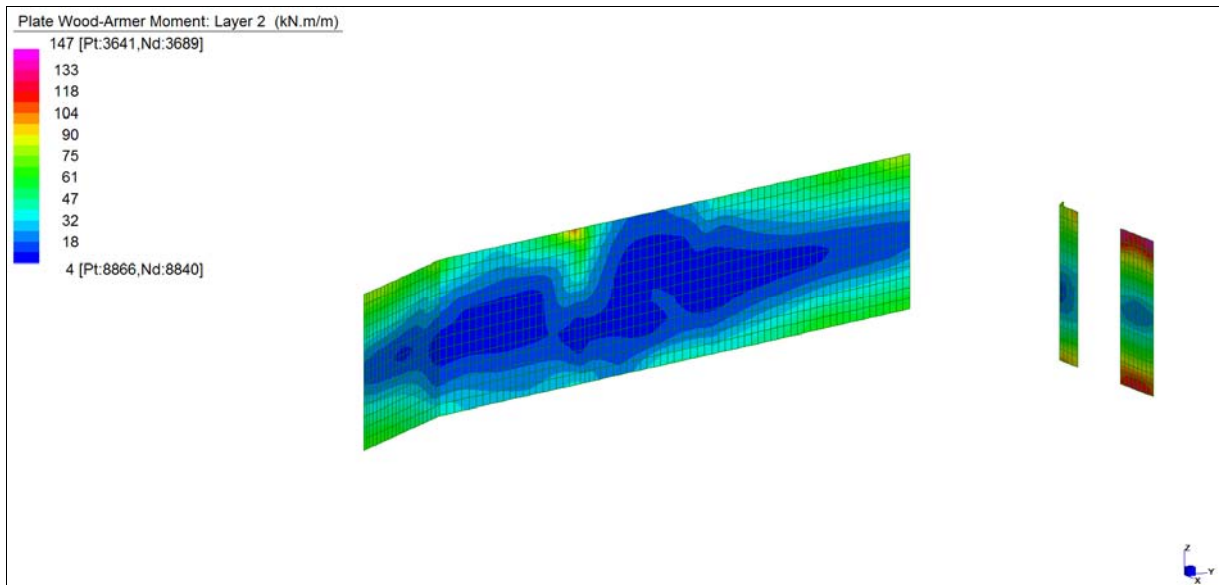
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

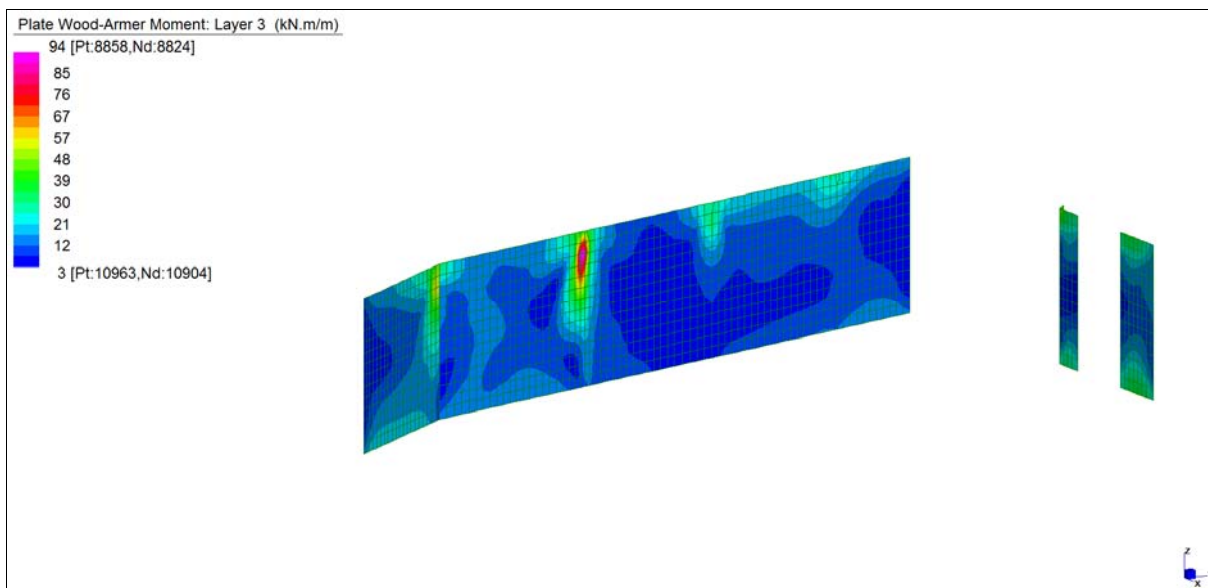


*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

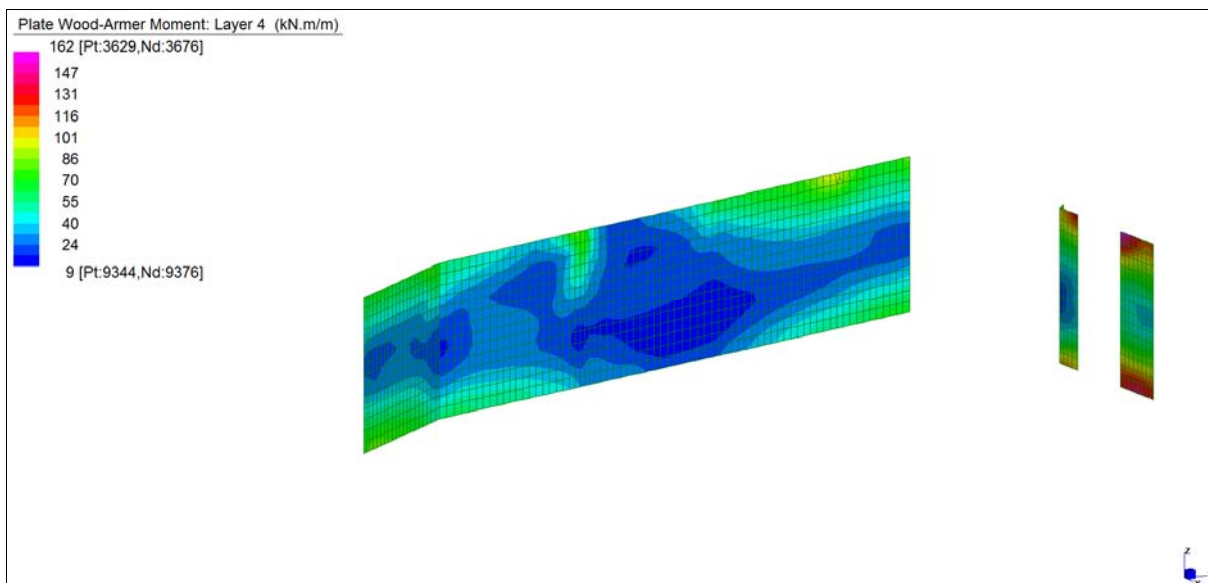


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



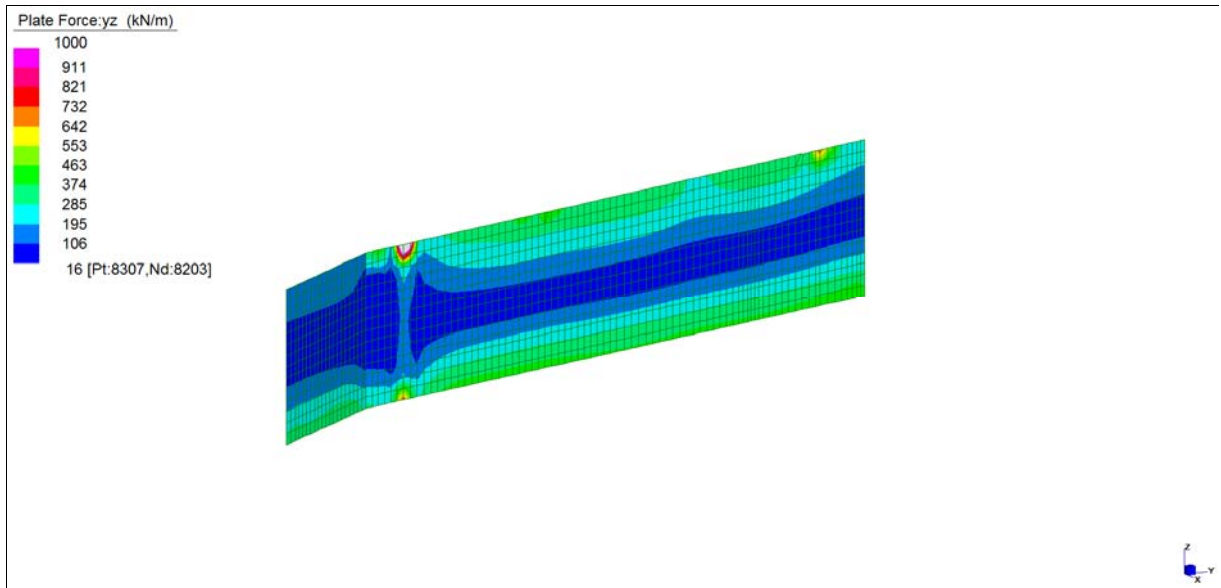
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



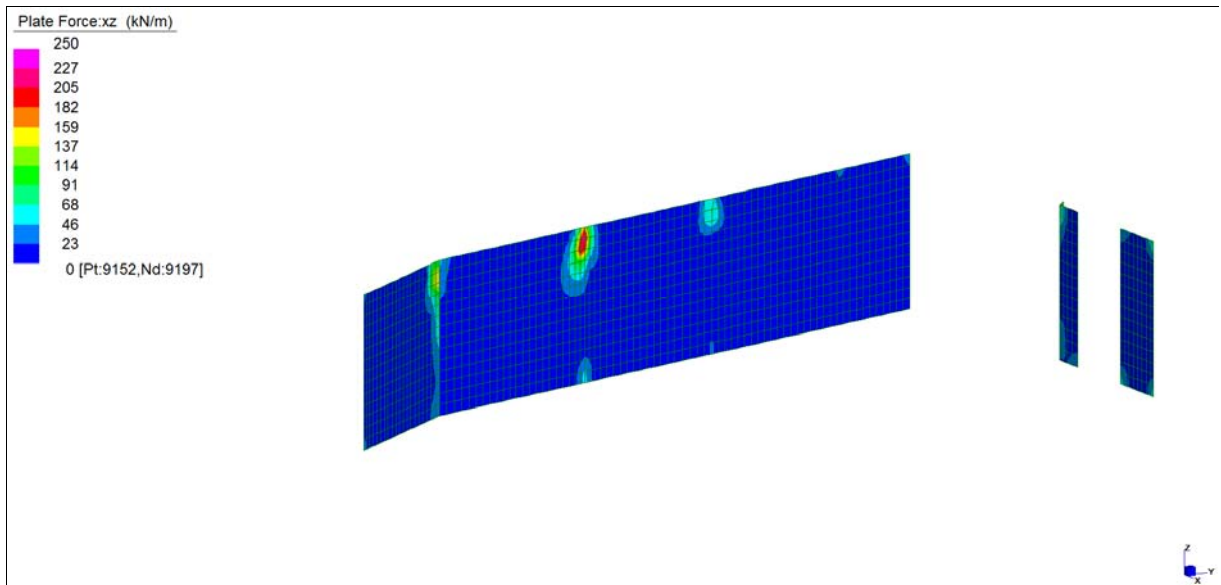
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

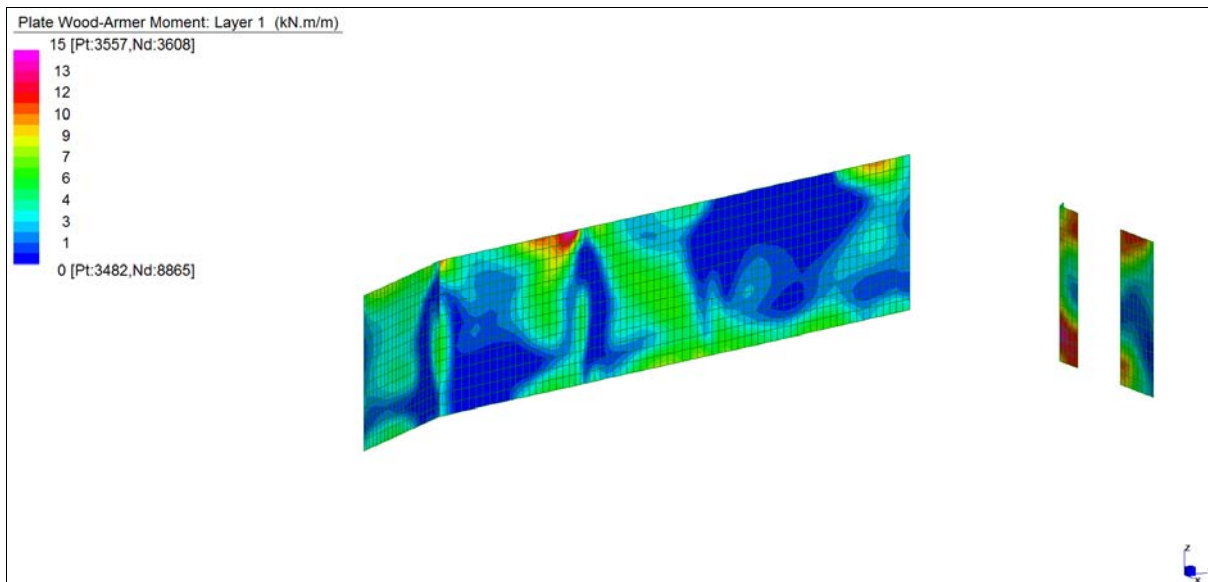


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

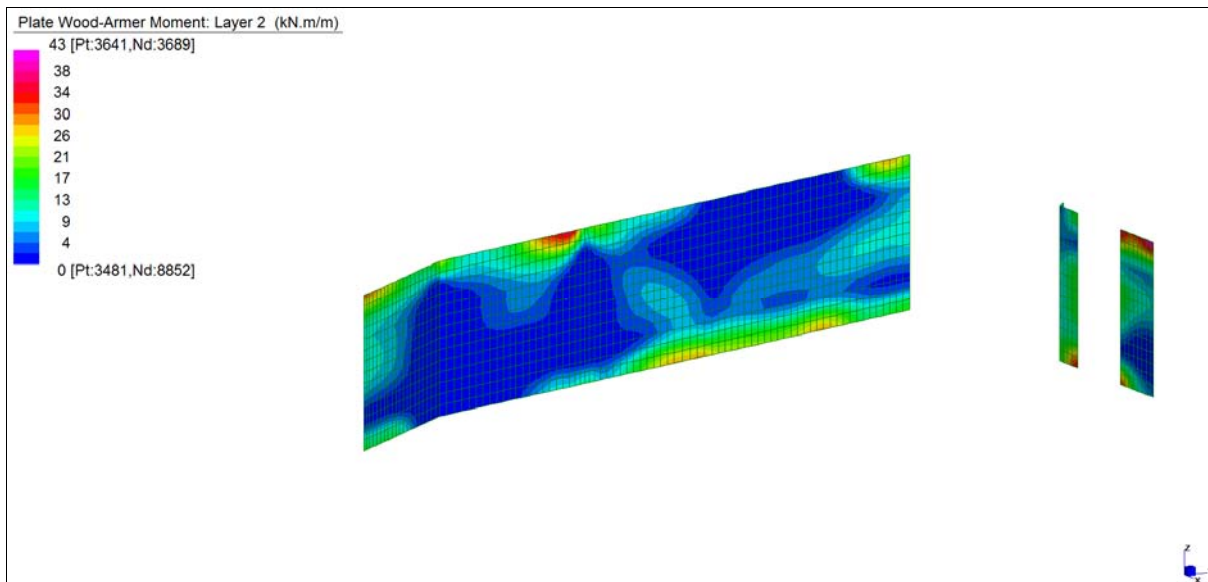
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Grafici di combinazione RARA



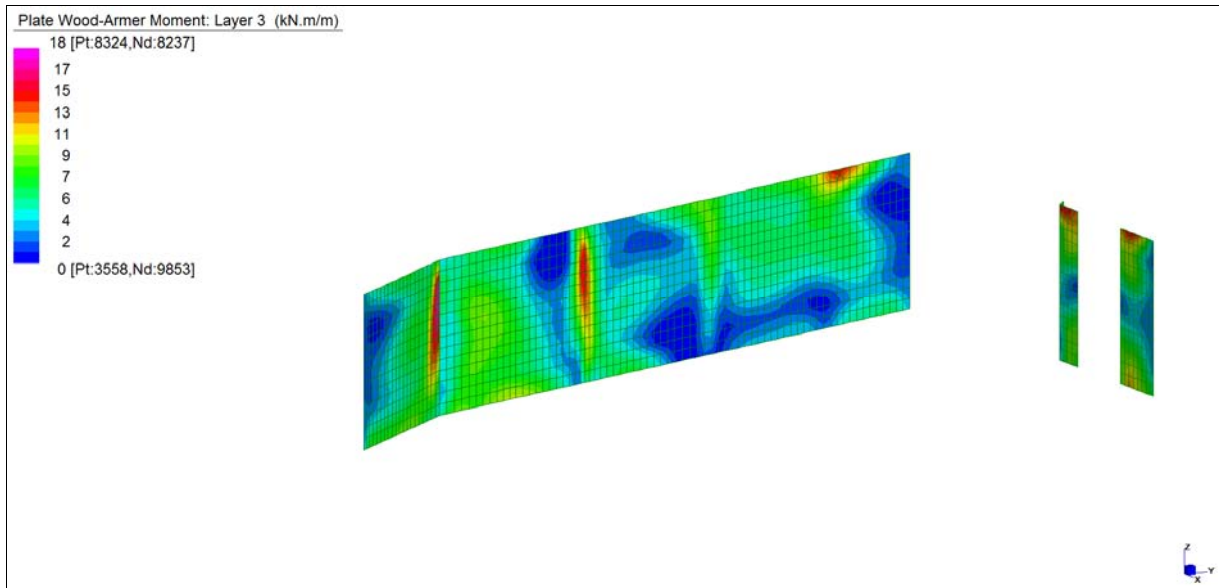
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)



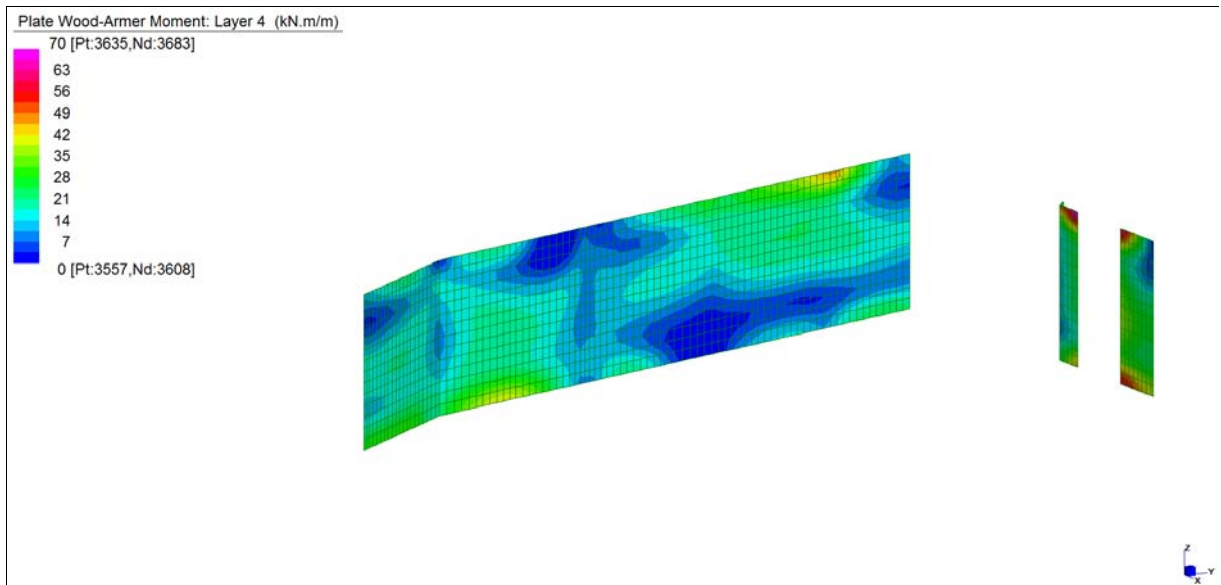
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

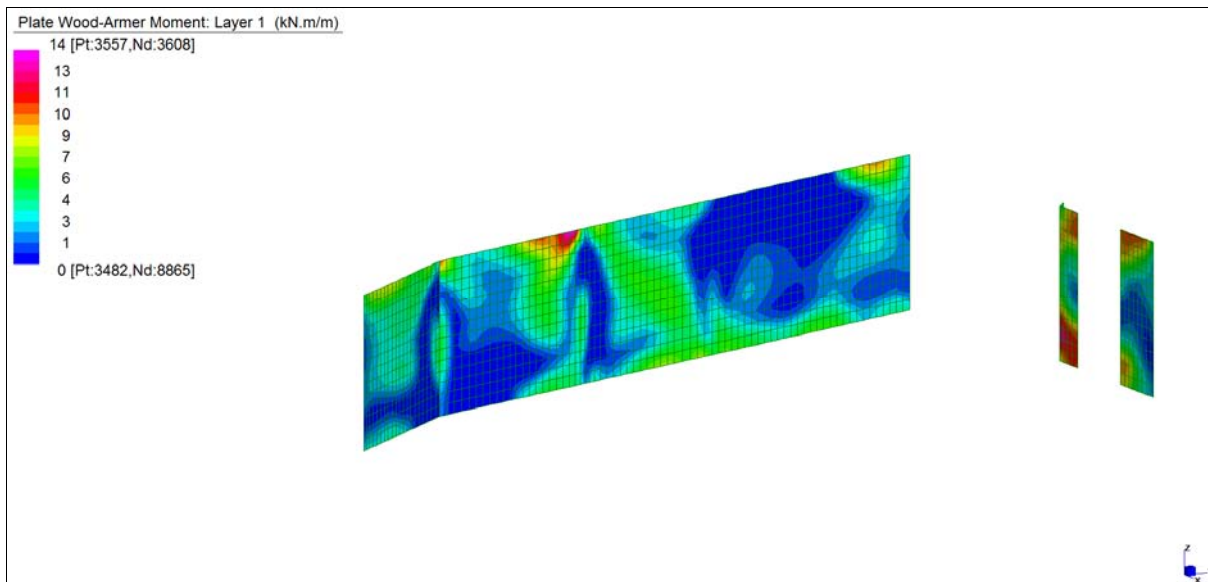


*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*

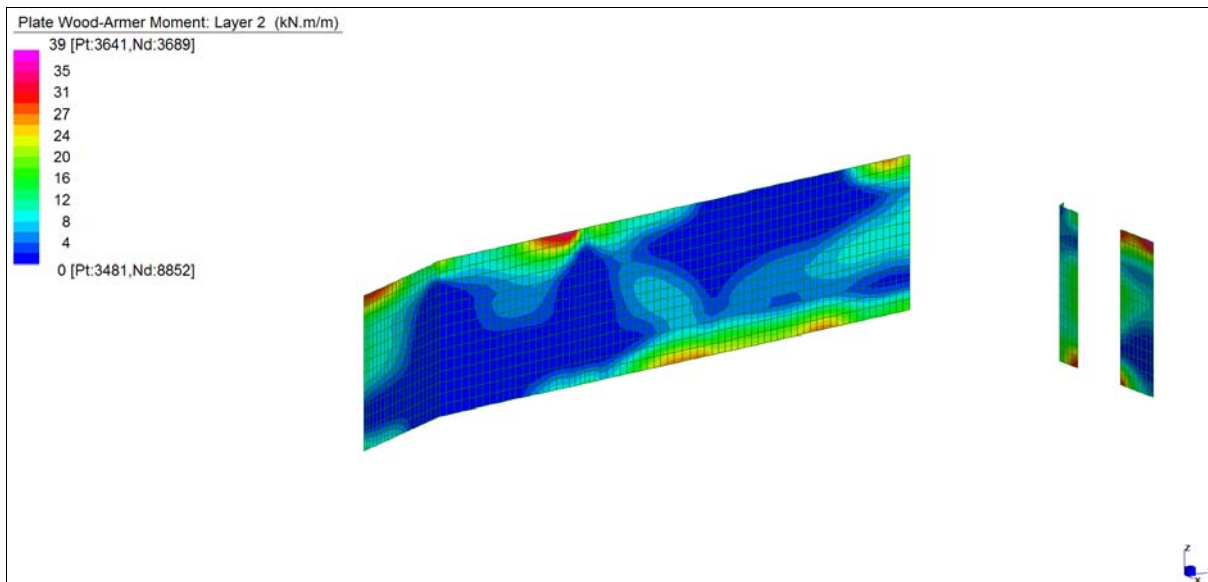


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

## Grafici di combinazione FREQUENTE



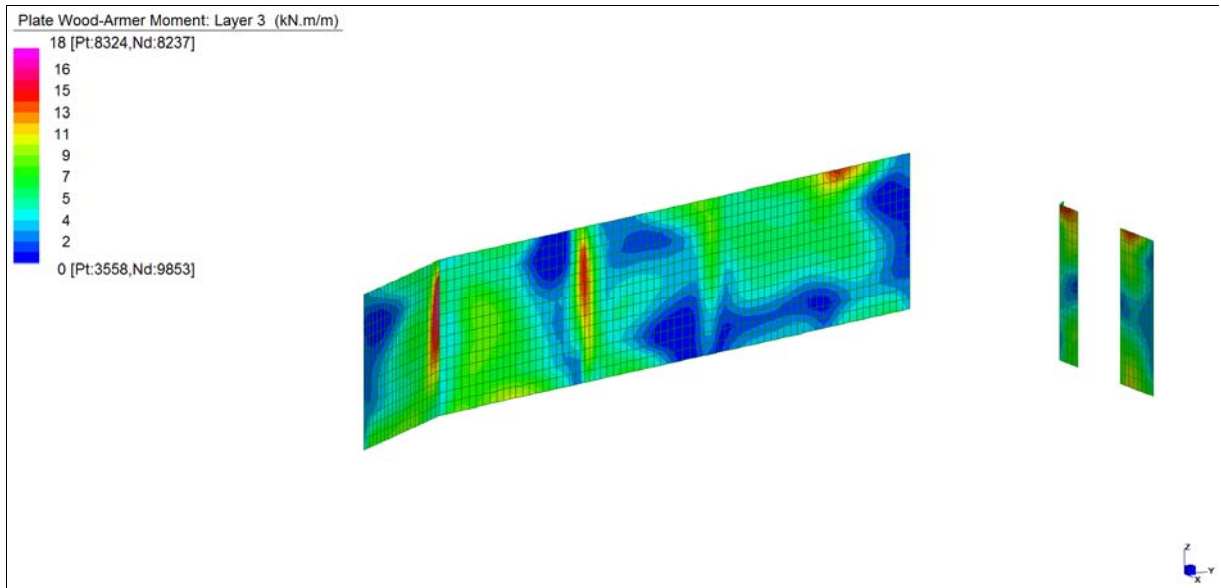
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



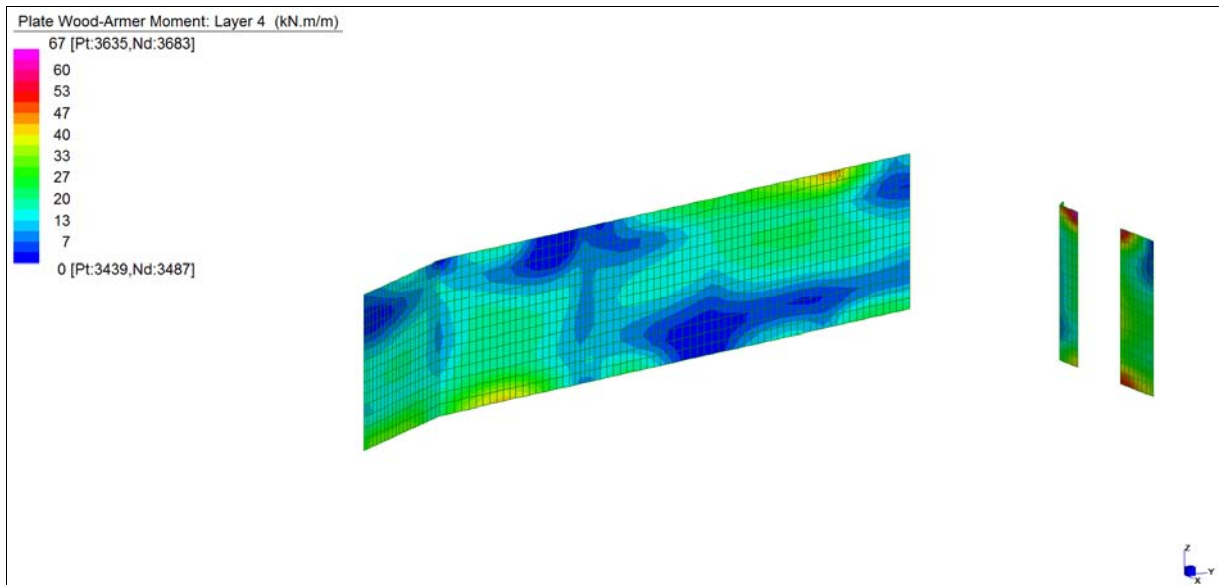
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

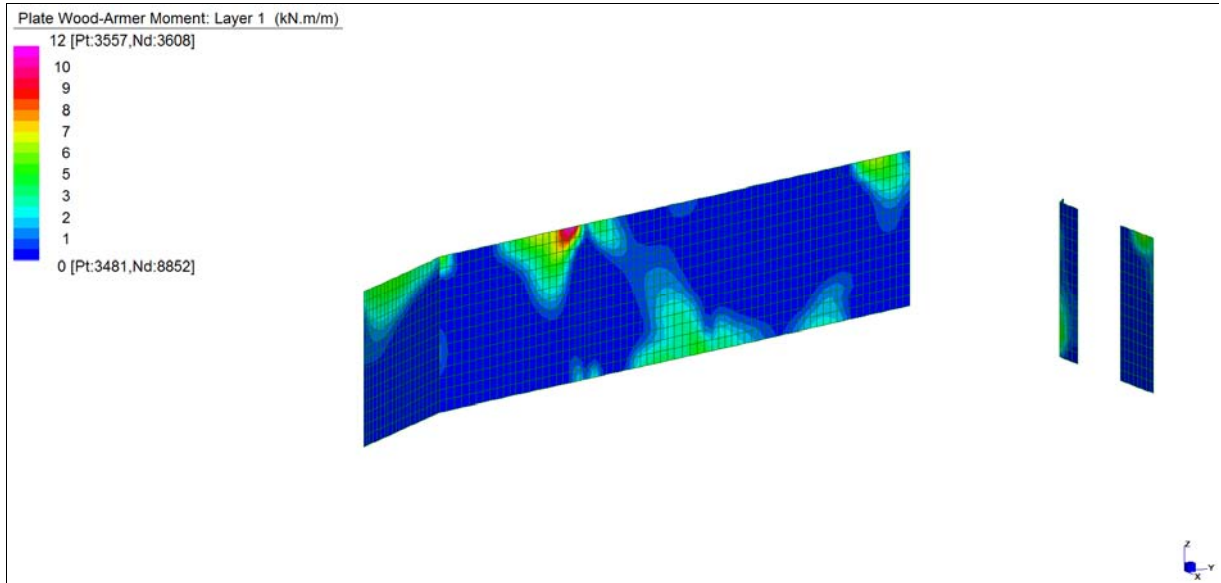


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

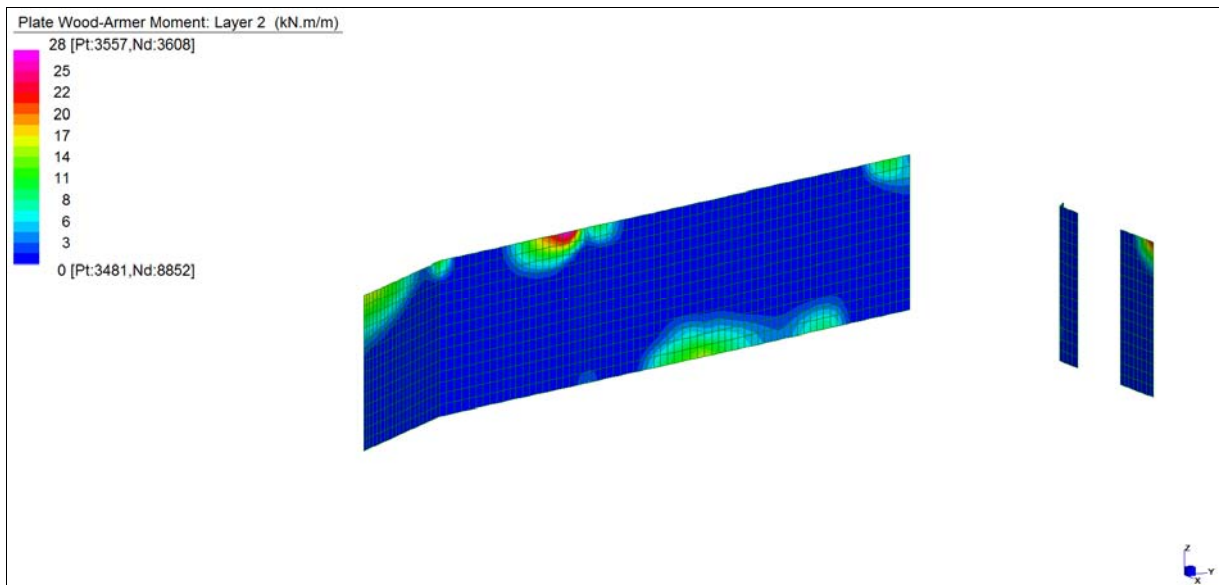
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



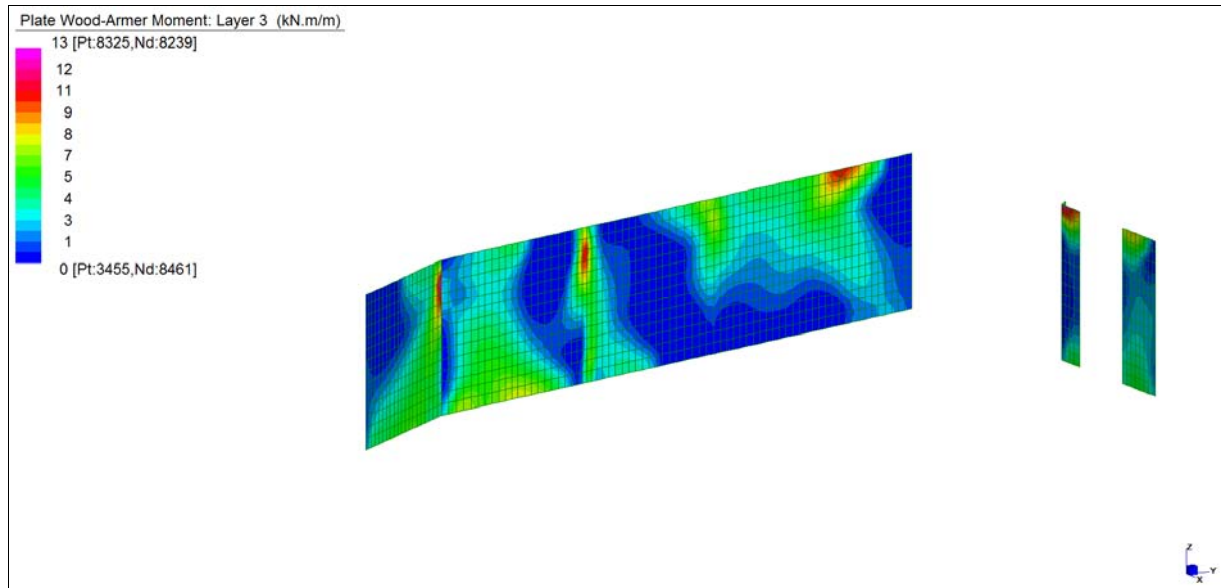
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



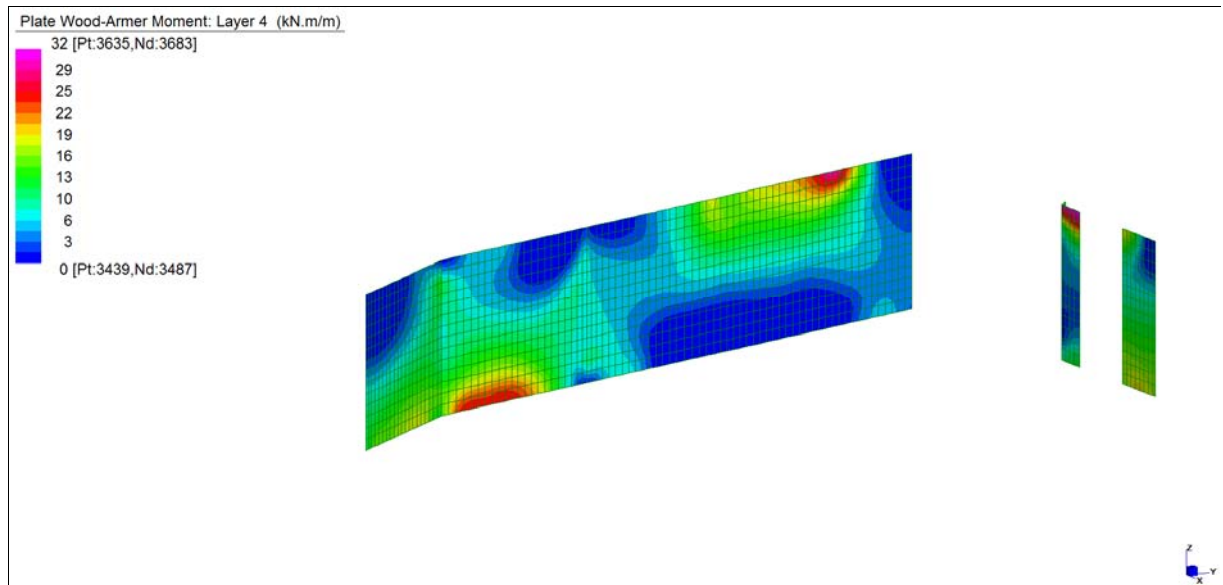
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 64 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 159 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri 1°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	84	126	Si
Muri 1°liv (35cm) L2	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	140	160	Si
Muri 1°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	94	126	Si
Muri 1°liv (35cm) L4	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	150	160	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.1*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Vert	100	35	30	3500	φ12/20	0,0038	1,816	0,462	250	145	-	φ10/20/20	90	21,8	250	519	766	Si
Orizz	100	35	28	3500	φ20/20	0,0056	1,845	0,473	400	157	-	φ10/20/20	90	21,8	400	484	715	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.1*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri 1°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	15	1,24	≤ 17,43	49	≤ 360
Muri 1°liv (35cm) L2	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	43	3,50	≤ 17,43	111	≤ 360
Muri 1°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	18	1,49	≤ 17,43	59	≤ 360
Muri 1°liv (35cm) L4	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	70	5,69	≤ 17,43	181	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.1*

SLE FREQUENTE	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
Muri 1°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	14	0,03	≤ 0,40
Muri 1°liv (35cm) L2	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	39	0,08	≤ 0,40
Muri 1°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	18	0,04	≤ 0,40
Muri 1°liv (35cm) L4	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	67	0,18	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente)\_ Muri ((sp = 35 cm) - Liv.1*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri 1°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	12	0,99	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30
Muri 1°liv (35cm) L2	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	28	2,28	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30
Muri 1°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	13	1,08	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Muri 1°liv (35cm) L4	100	35	28	-	-	7	φ20/20	-	-	φ20/20	32	2,60	≤ 13,07	0,07	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.1*

## 14.7 MURI (sp 50 cm)\_Liv.2

I valori sollecitanti dei muri presenti in questo paragrafo si riferiscono al secondo interpiano (Livello 2°, compreso tra la quota +676,05m e la quota +680,10m) nel quale si utilizza l'involuppo SLV con  $q = 1.6$ .

### 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.

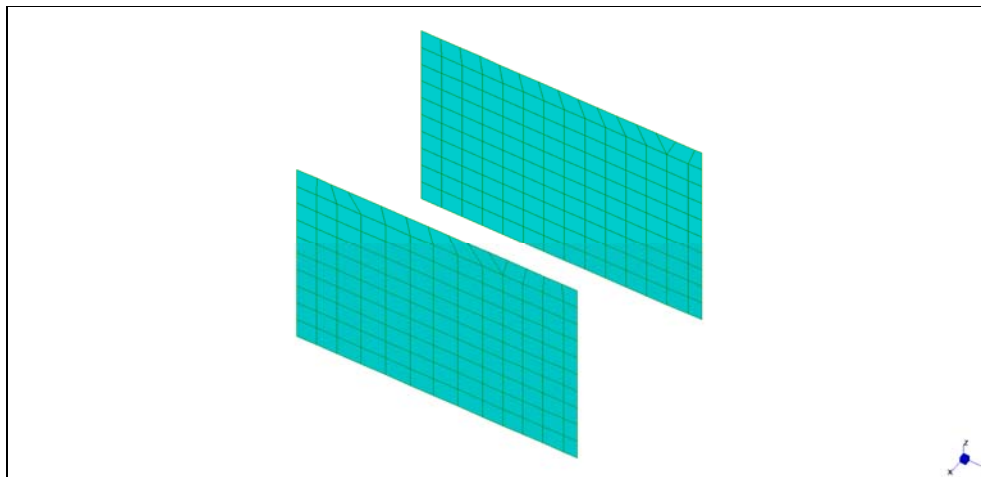
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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 supportabile 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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

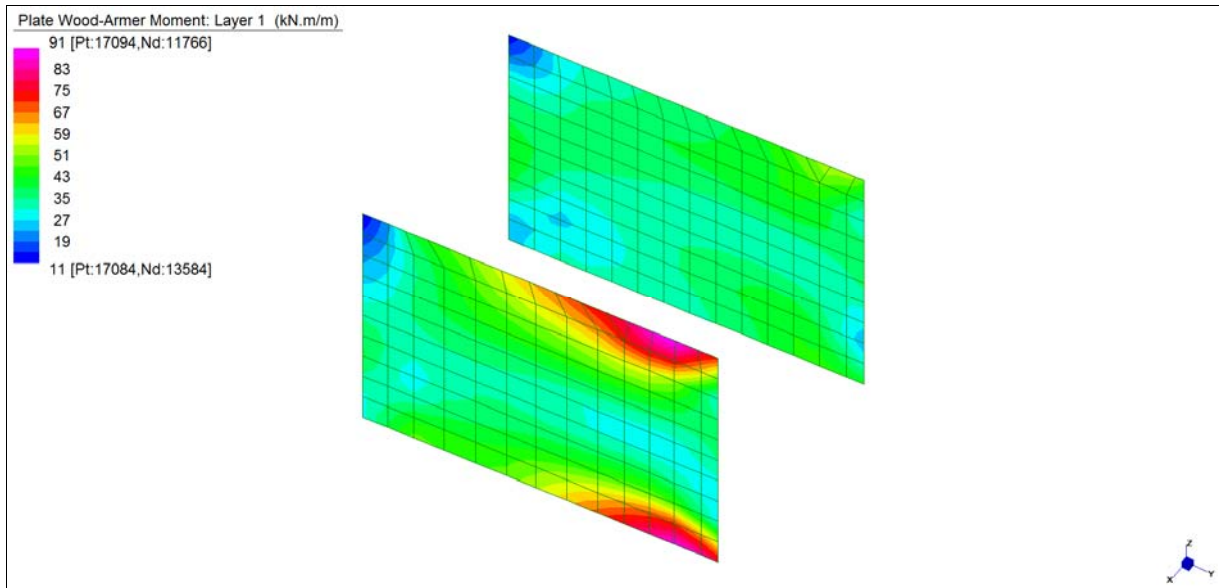
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

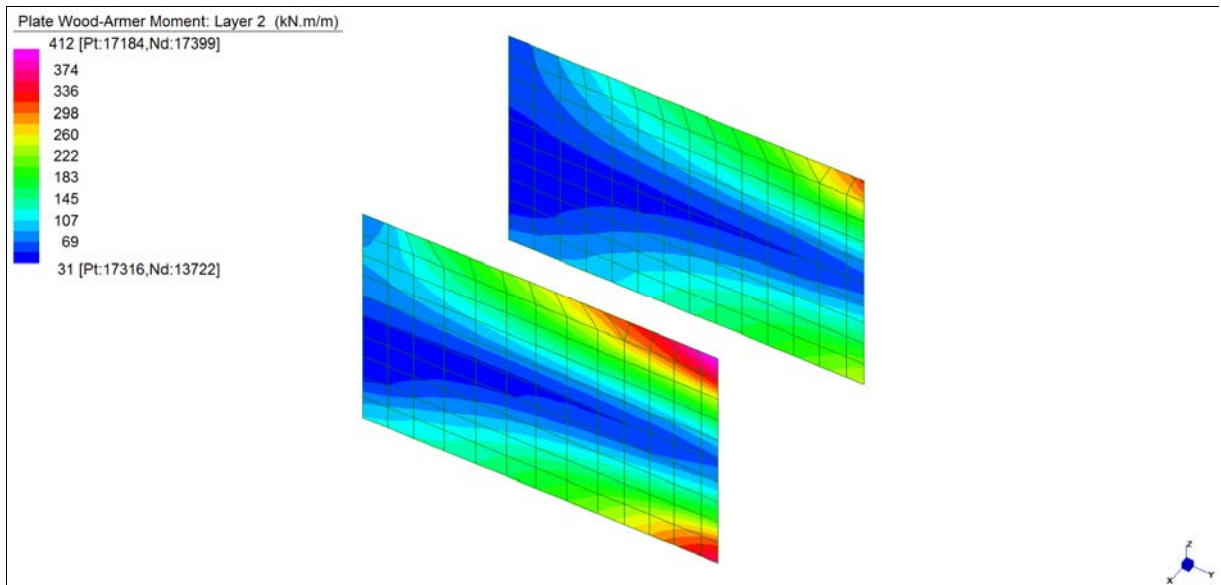
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



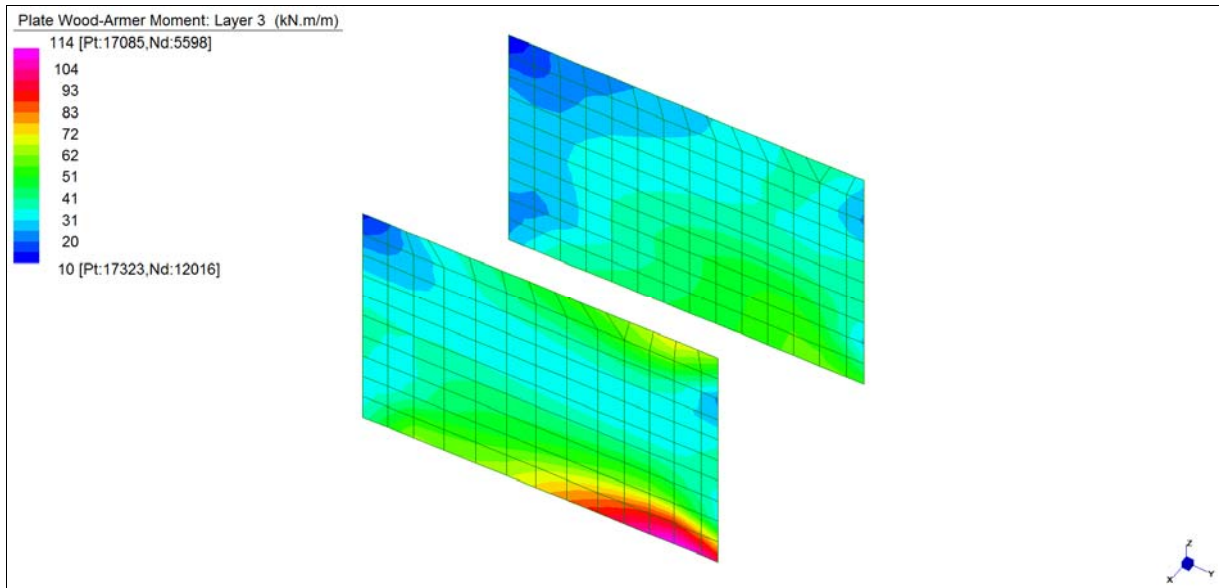
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



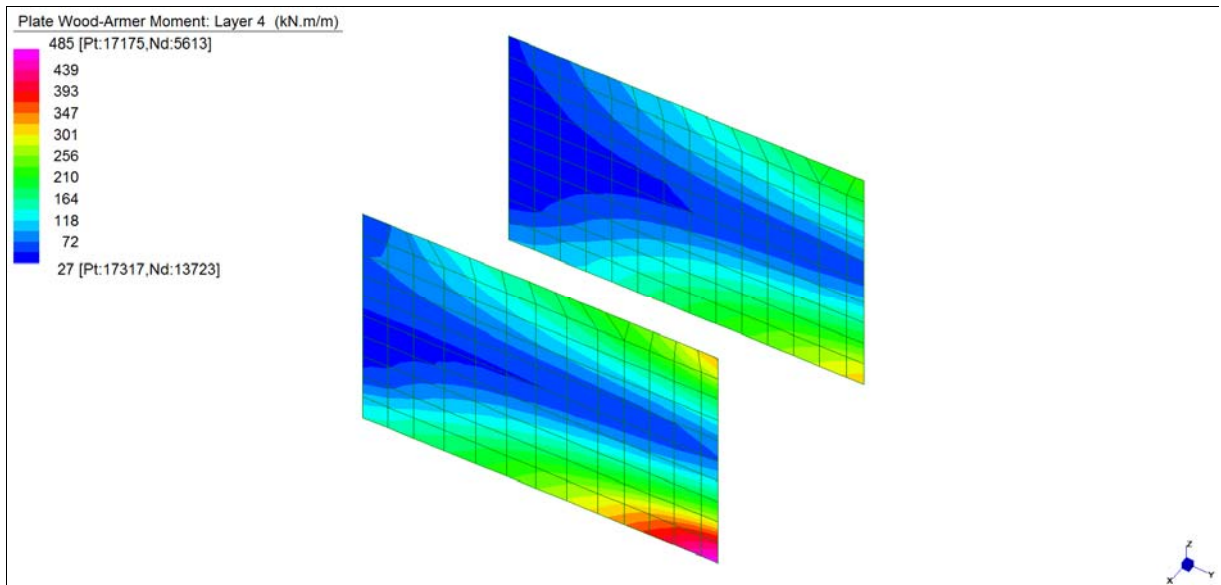
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



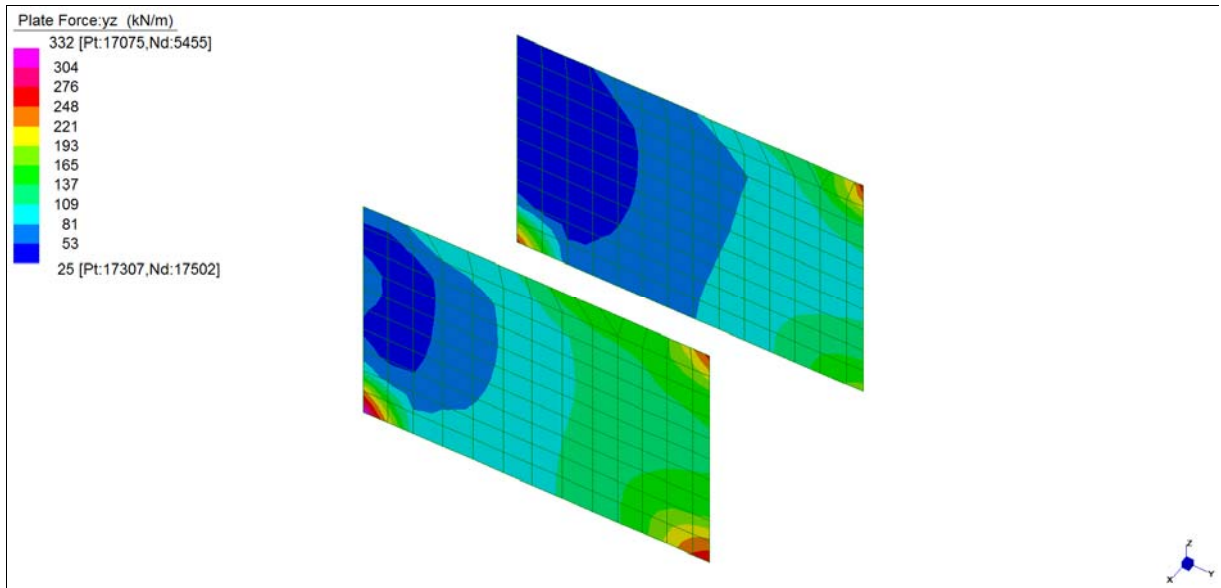
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



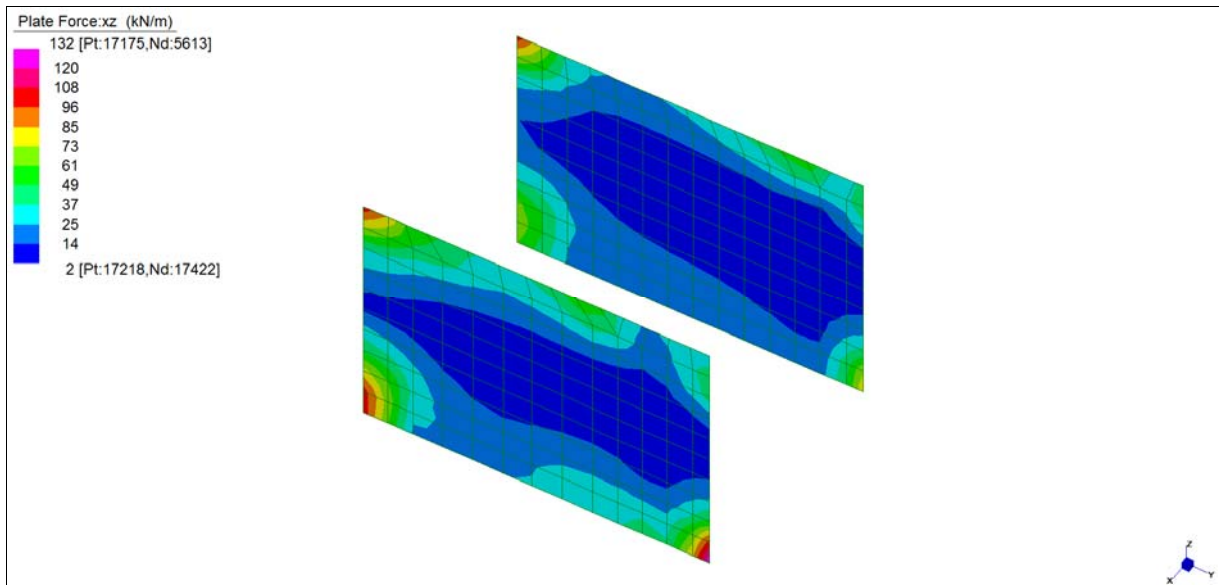
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

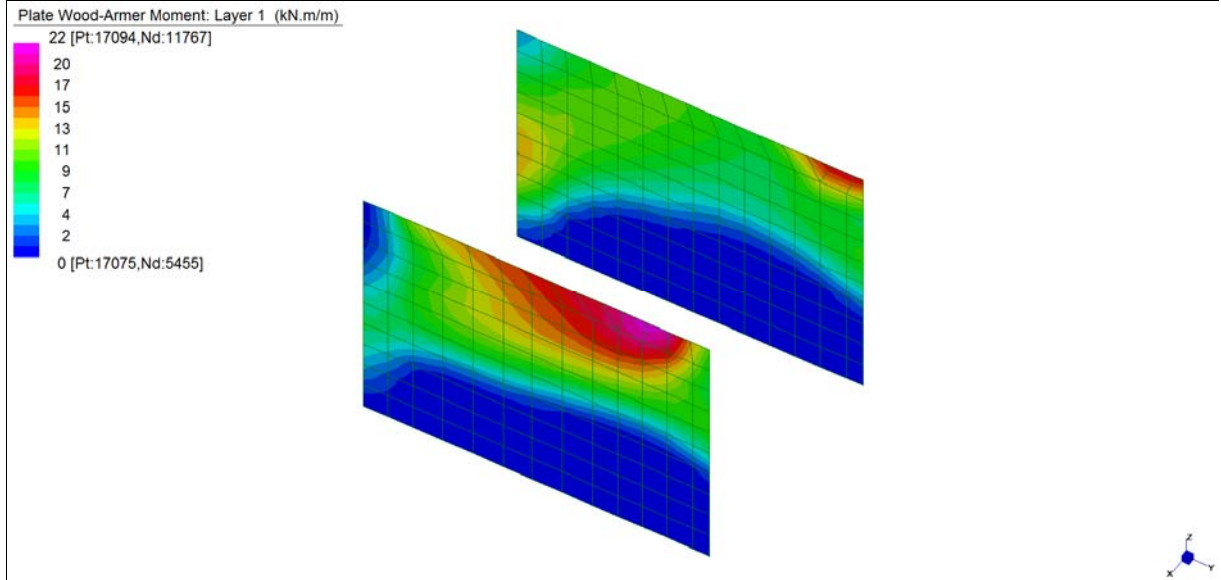


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

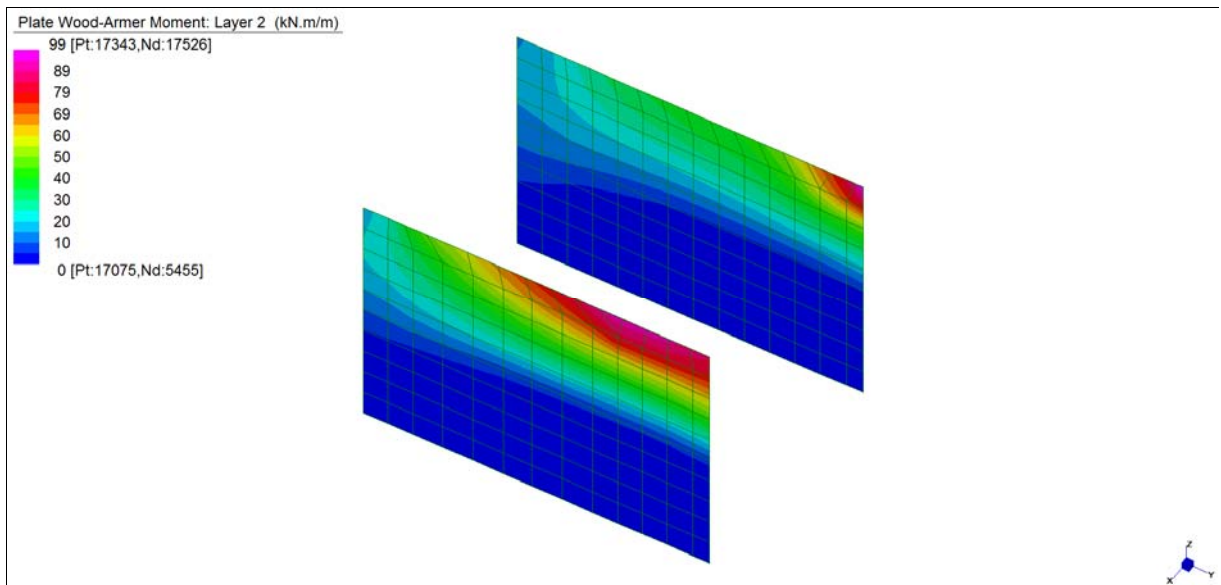
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



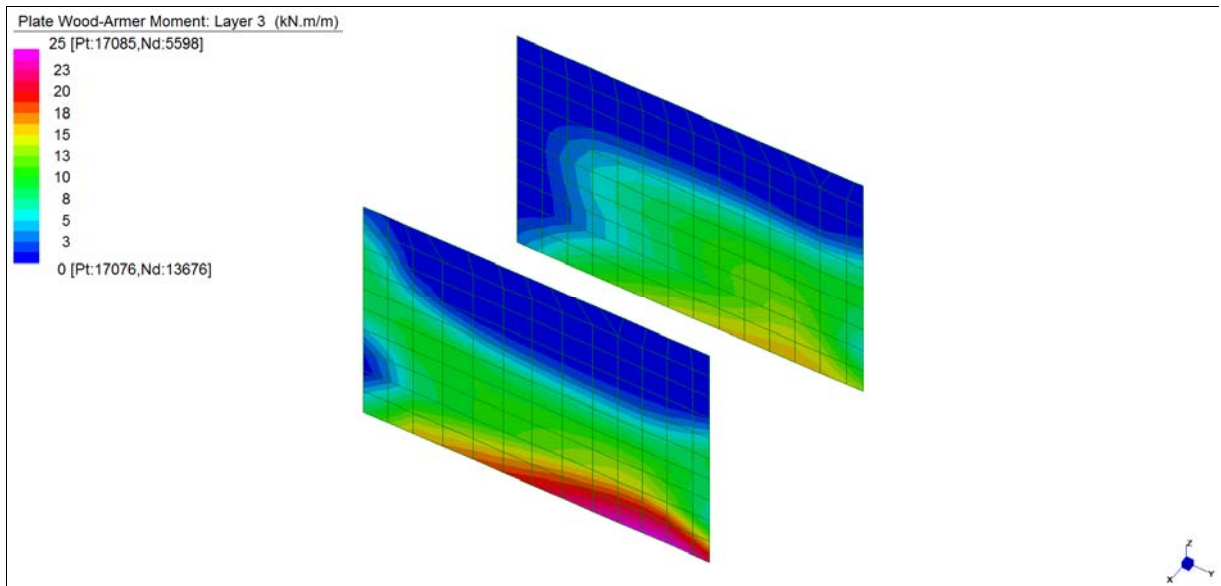
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



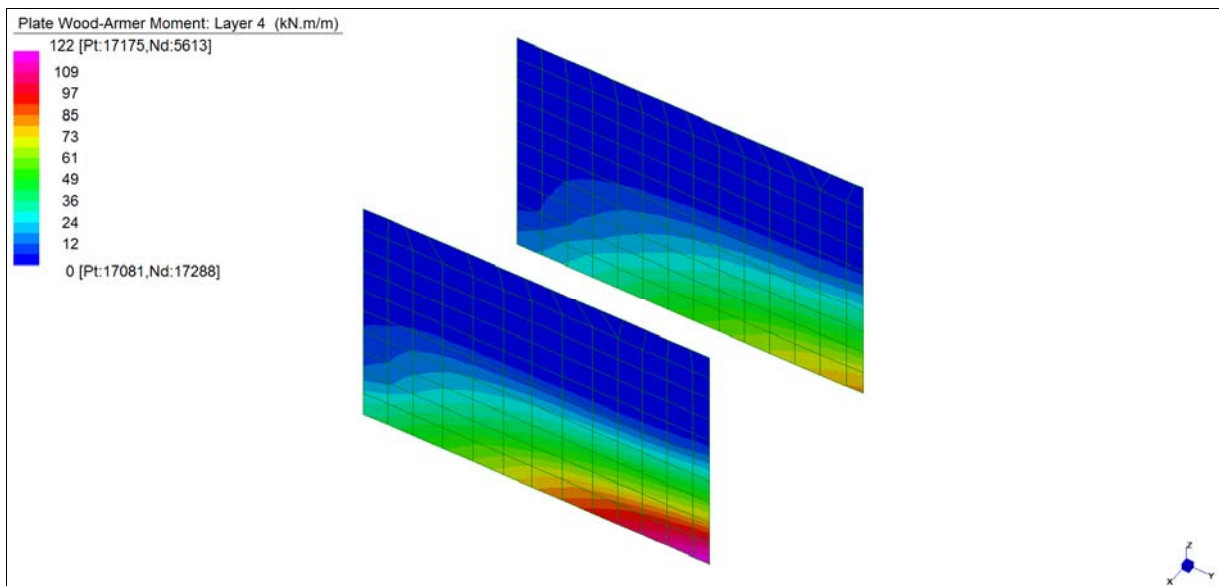
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



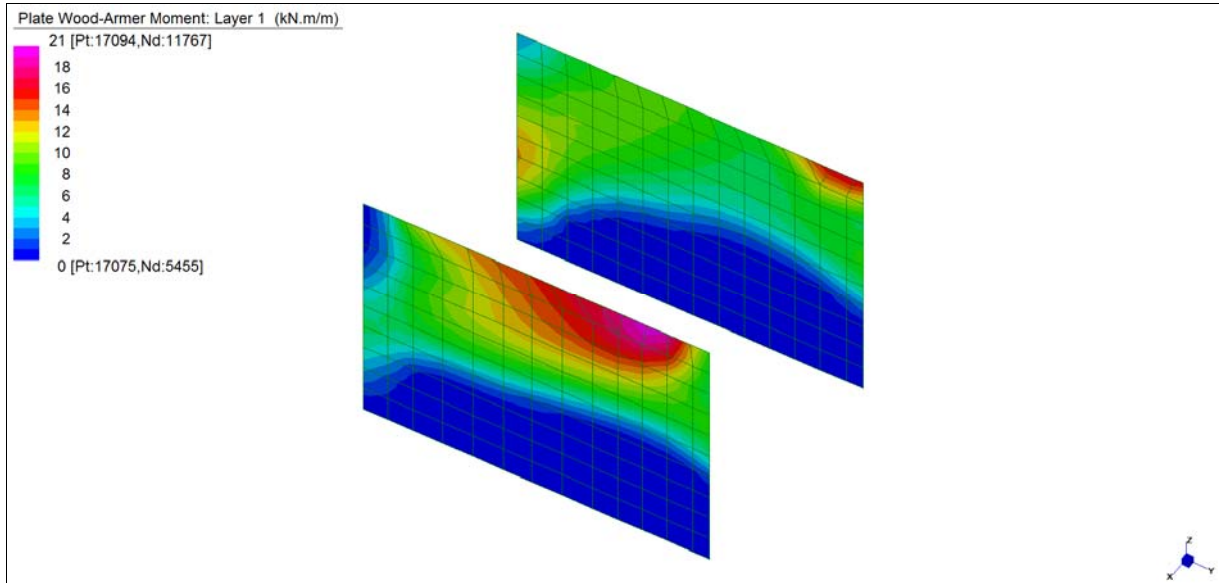
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*



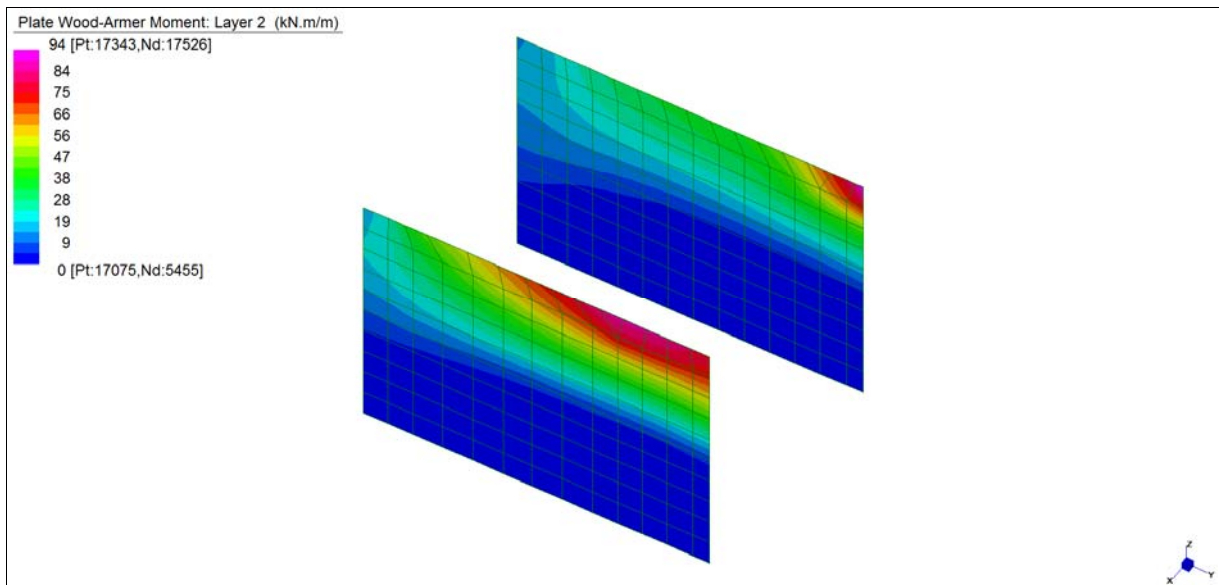
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



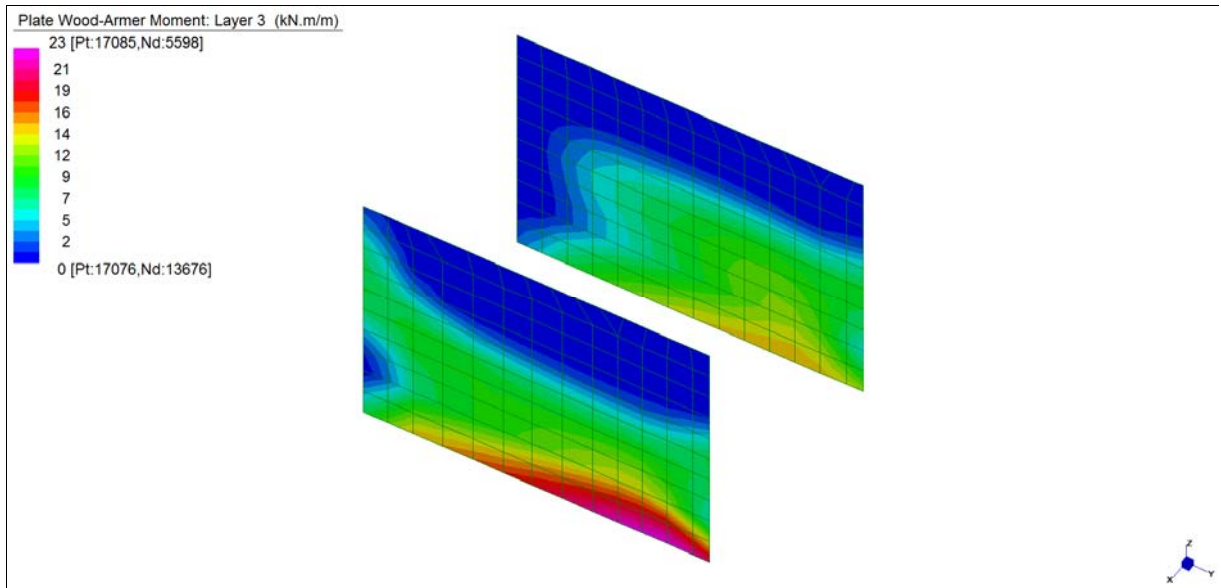
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



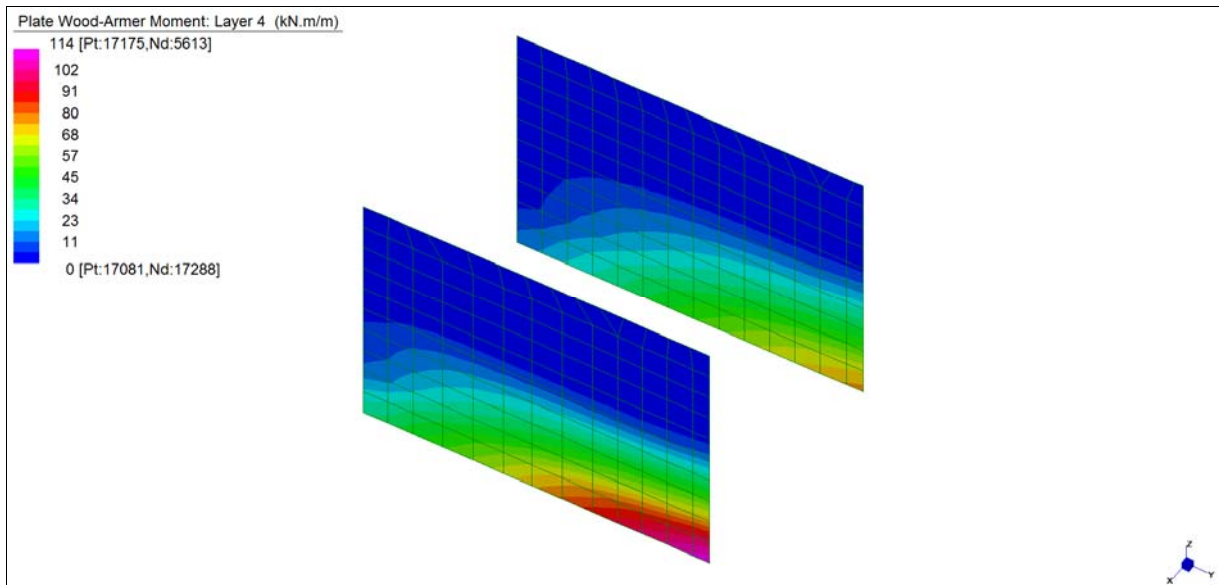
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

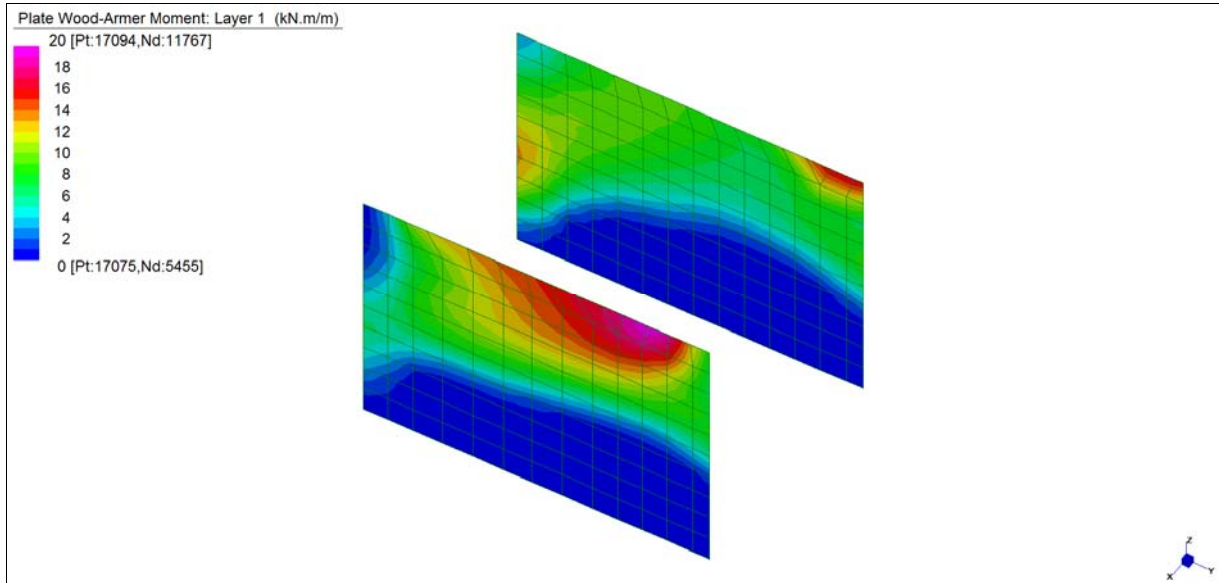


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

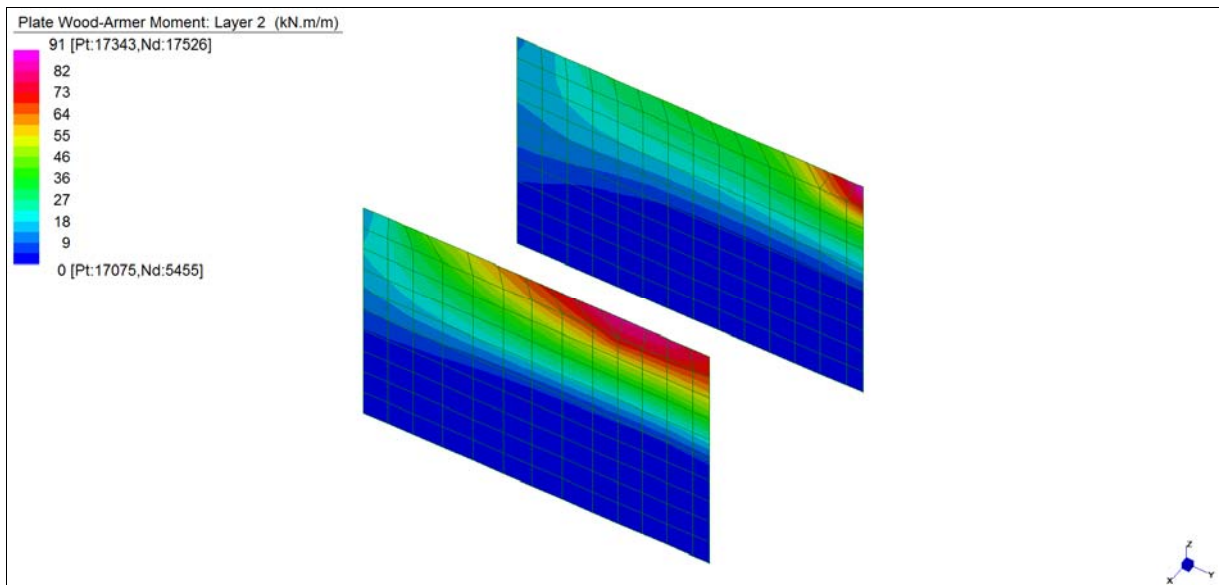
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



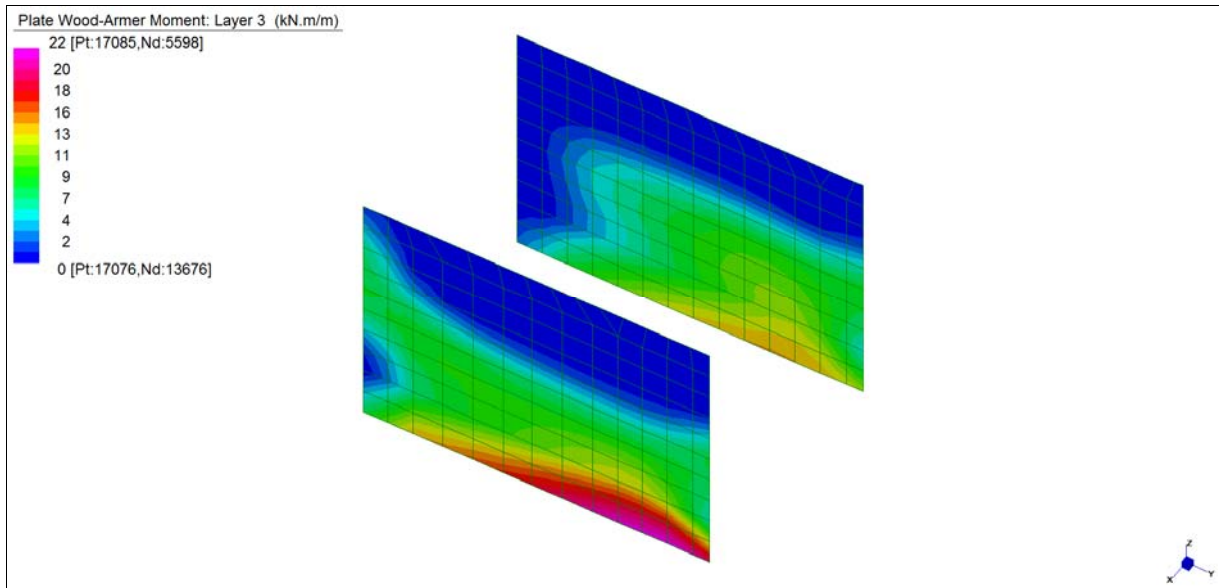
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



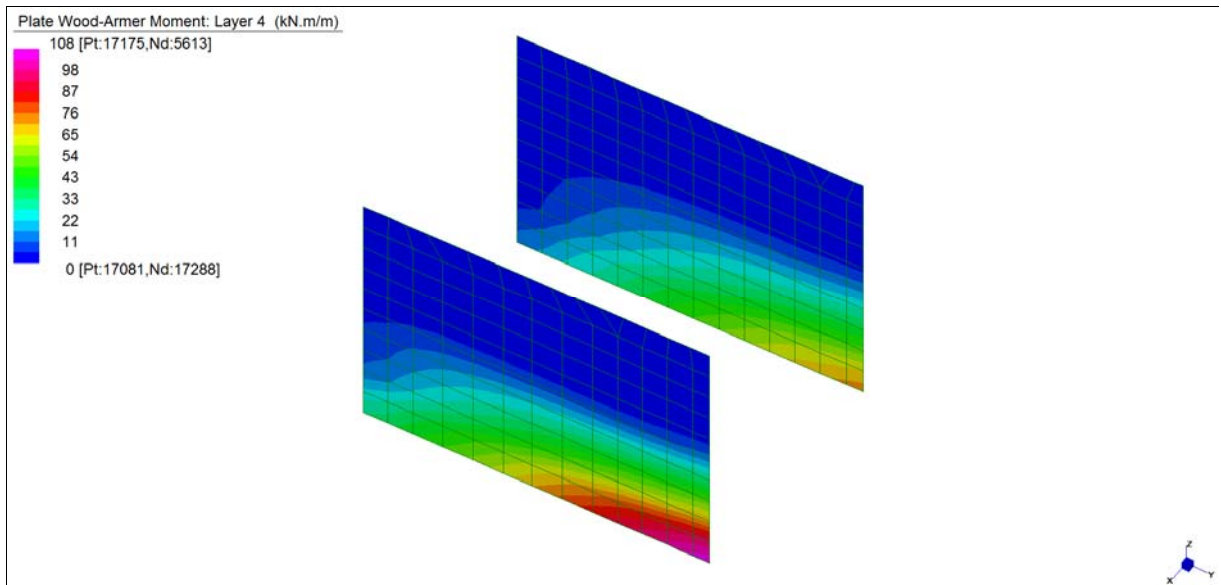
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ14/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 132 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 252 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri 2°liv (50cm) L1	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	91	132	Si
Muri 2°liv (50cm) L2	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	412	480	Si
Muri 2°liv (50cm) L3	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	114	132	Si
Muri 2°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	470	480	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.2*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	50	45	5000	φ14/20	0,0017	1,667	0,406	100	183	Si	φ8/20/20	90	26,6	100	398	1335	Si
Vert	100	50	43	5000	φ20/20	0,0073	1,682	0,412	200	240	Si	φ8/20/20	90	26,6	200	380	1275	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.2*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri 2°liv (50cm) L1	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	22	1,09	≤ 17,43	68	≤ 360
Muri 2°liv (50cm) L2	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	99	2,99	≤ 17,43	84	≤ 360
Muri 2°liv (50cm) L3	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	25	1,24	≤ 17,43	78	≤ 360
Muri 2°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	122	3,69	≤ 17,43	103	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.2*

SLE FREQUENTE	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
Muri 2°liv (50cm) L1	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	21	0,05	≤ 0,40
Muri 2°liv (50cm) L2	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	94	0,06	≤ 0,40
Muri 2°liv (50cm) L3	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	23	0,06	≤ 0,40
Muri 2°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	114	0,07	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.2*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri 2°liv (50cm) L1	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	20	0,99	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Muri 2°liv (50cm) L2	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	91	2,75	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Muri 2°liv (50cm) L3	100	50	45	-	-	5	φ14/20	-	-	φ14/20	22	1,09	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30
Muri 2°liv (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	108	3,27	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri (sp = 50 cm) - Liv.2*

## 14.8 MURI (sp 35 cm)\_Liv.2

I valori sollecitanti dei muri presenti in questo paragrafo si riferiscono al secondo interpiano (Livello 2°, compreso tra la quota +676,05m e la quota +680,10m) nel quale si utilizza l'involuppo SLV con  $q = 1.6$ .

### 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.

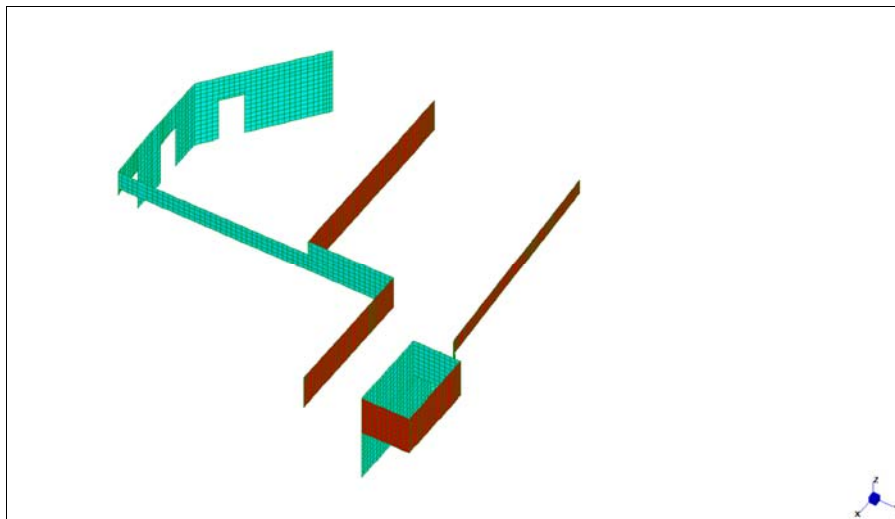
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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 supportabile 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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

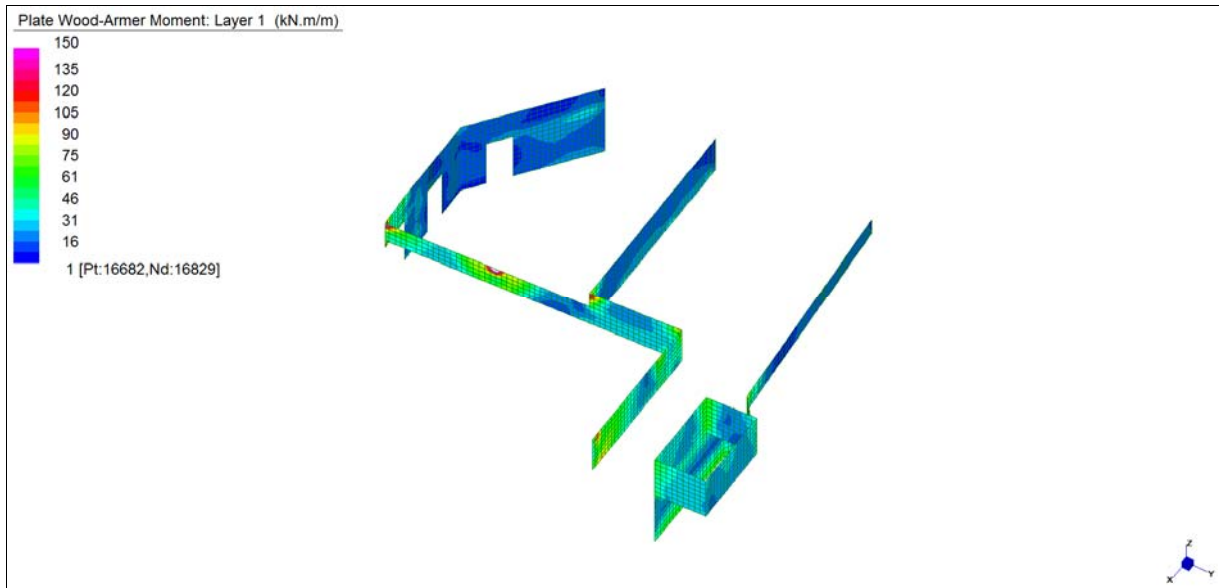
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

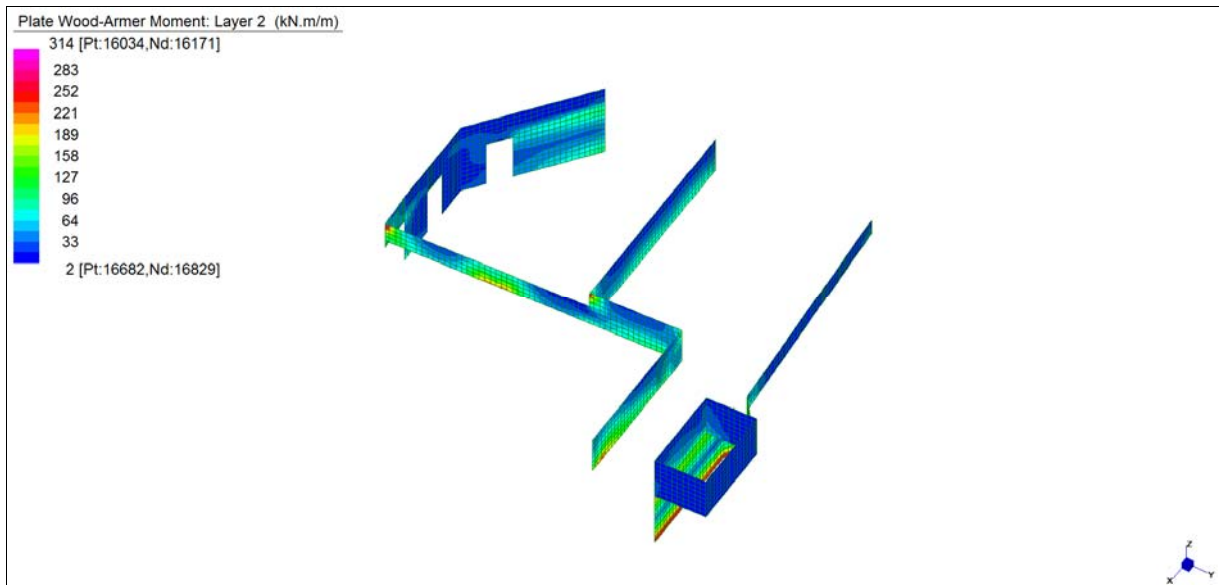
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

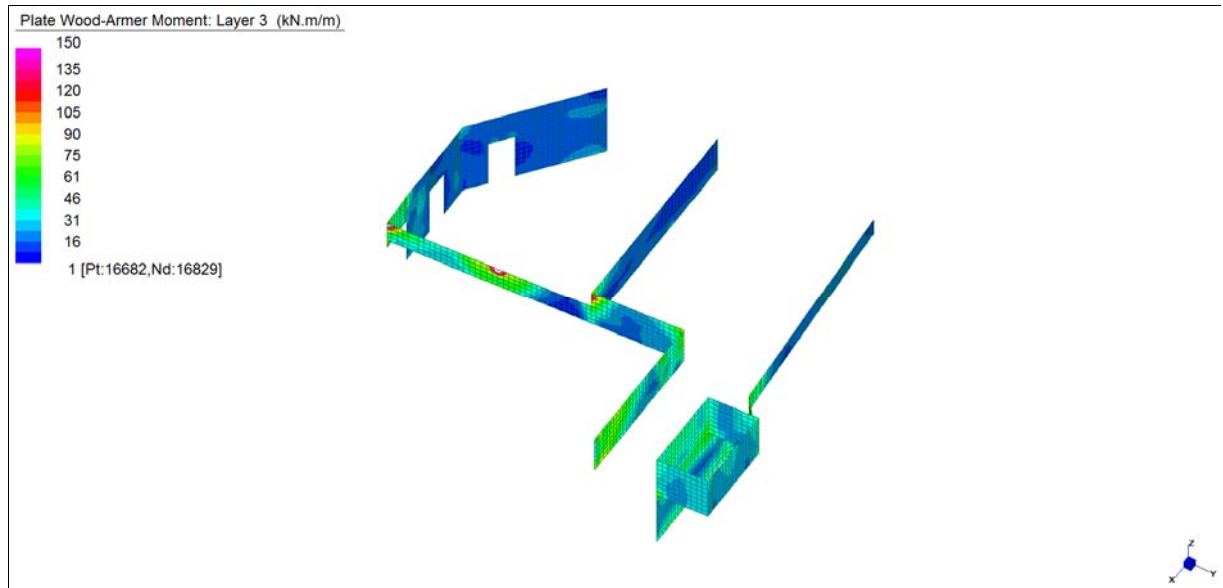


*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

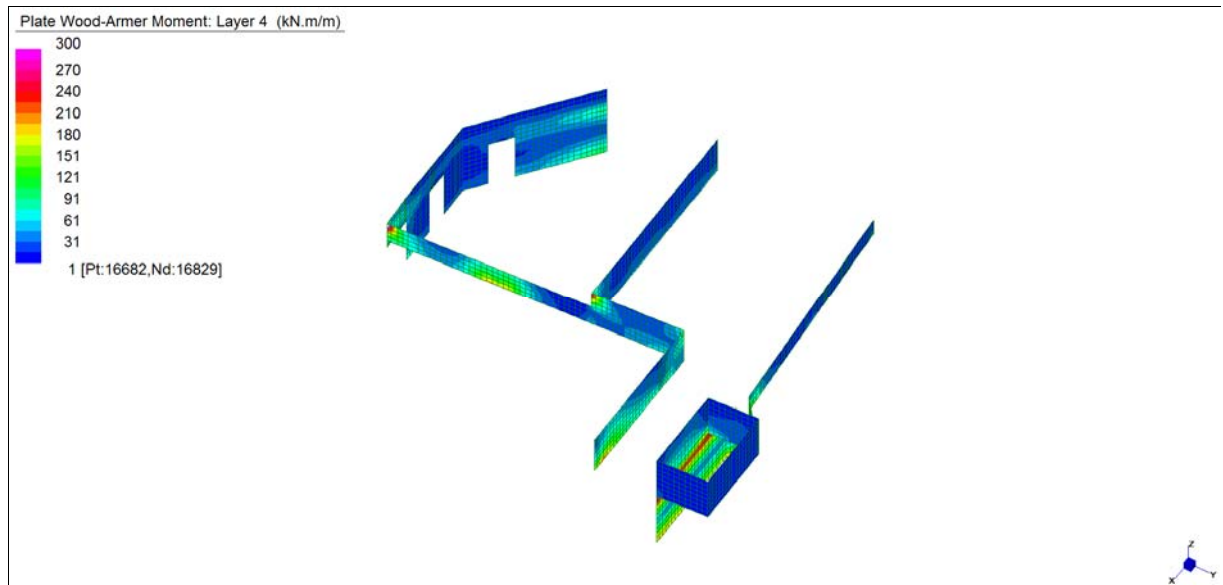


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



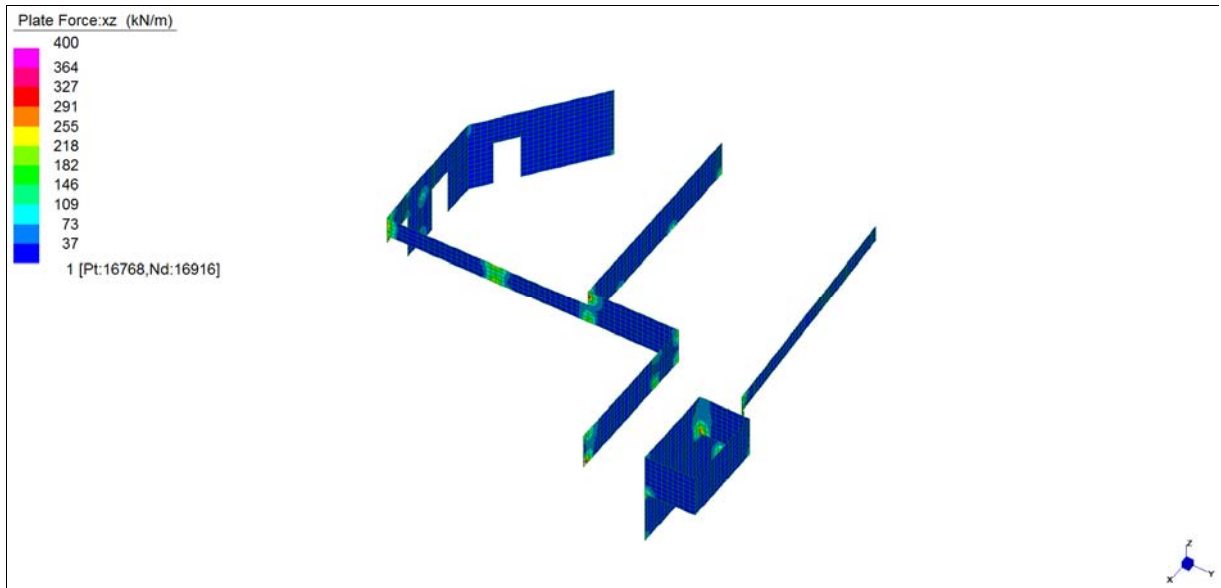
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



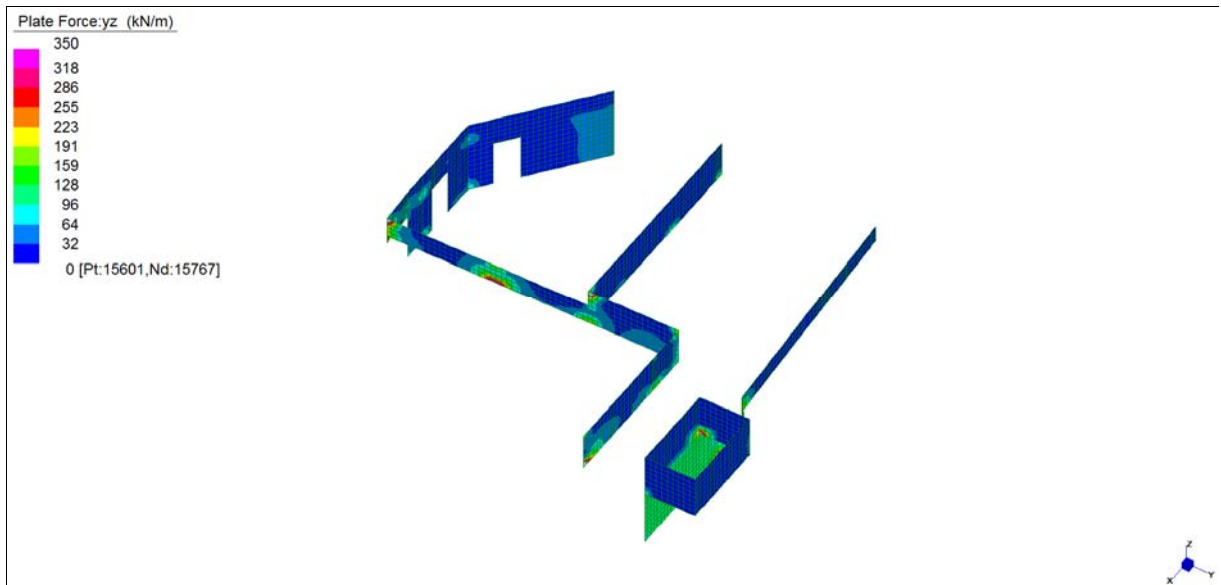
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

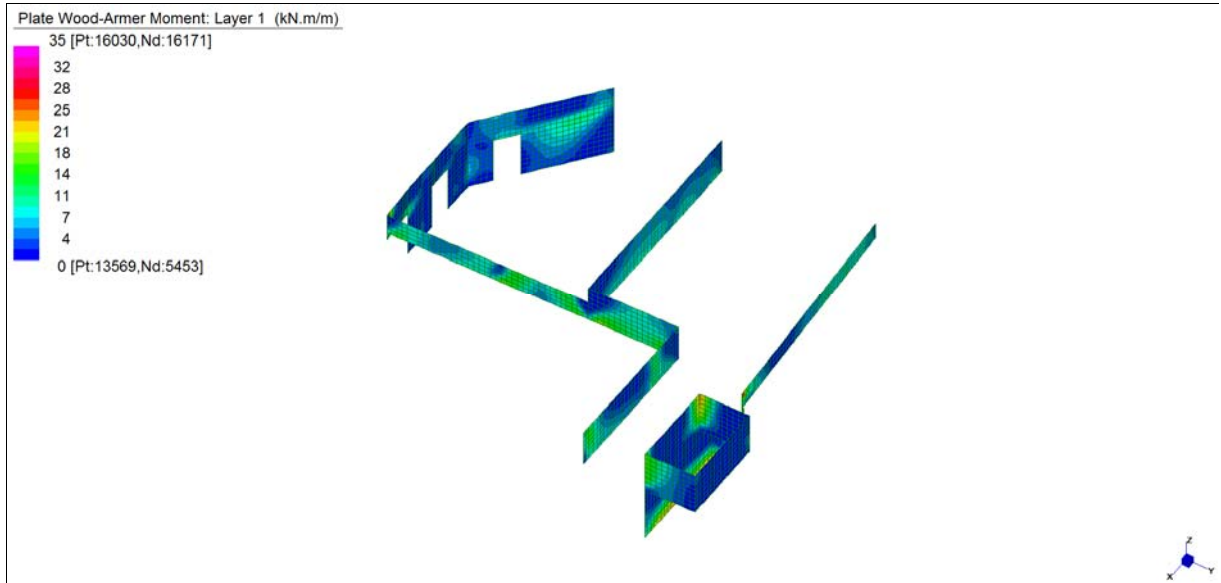


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale\_VZX\_locale (S.L.U.)*

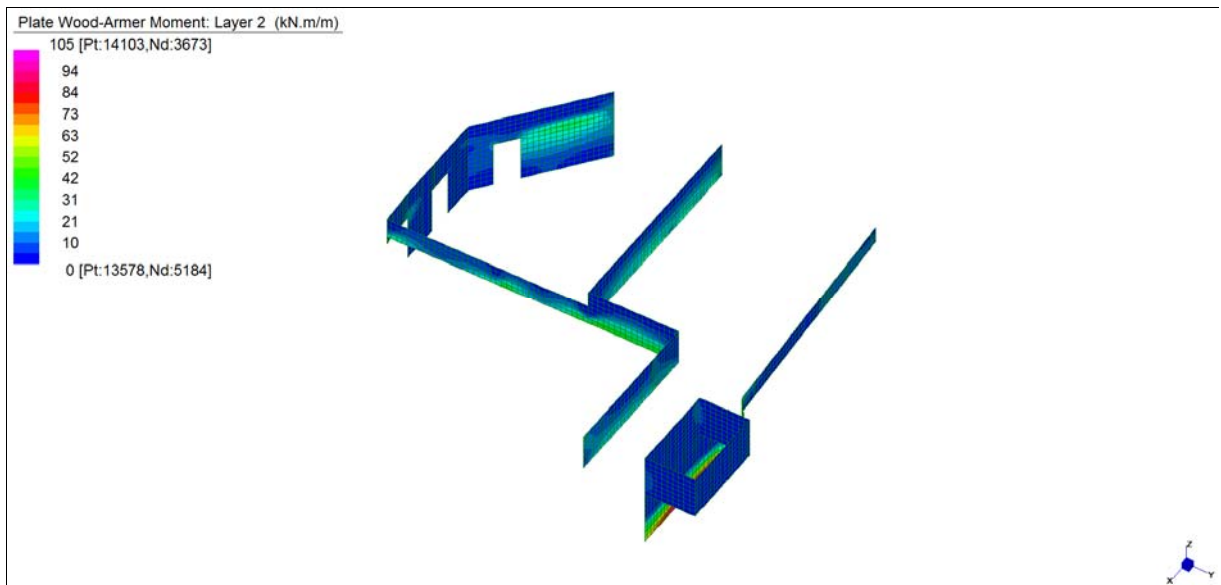
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



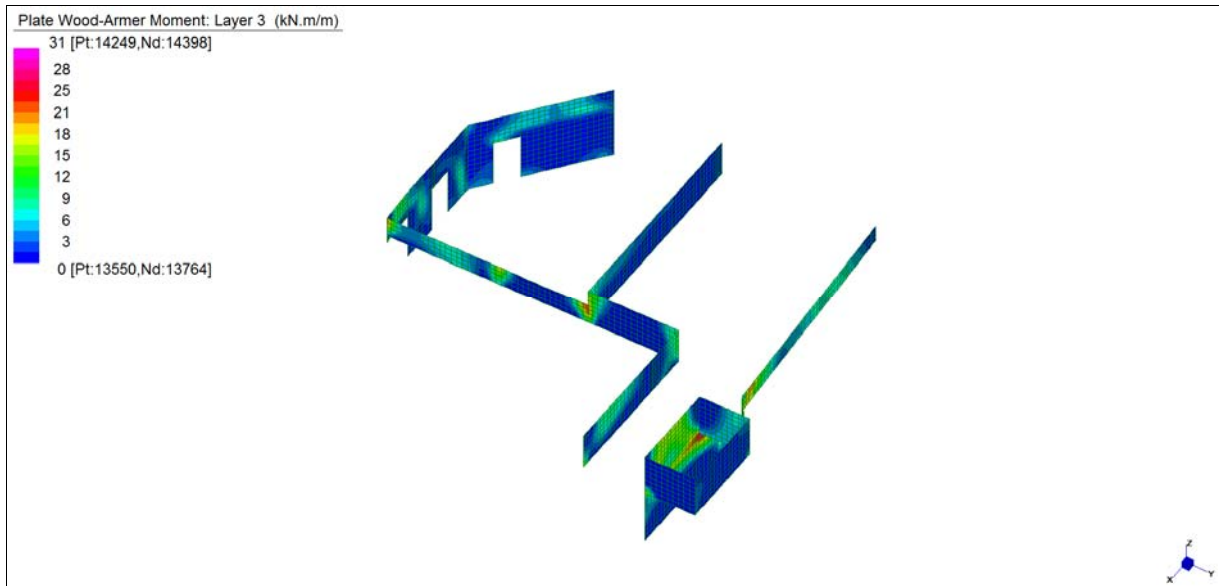
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



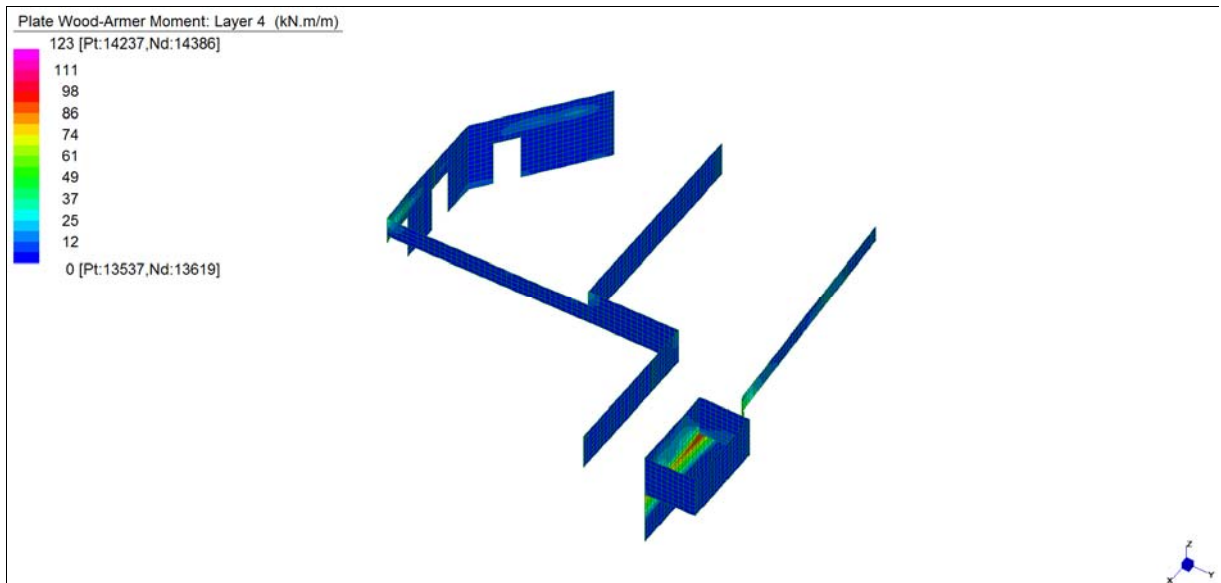
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

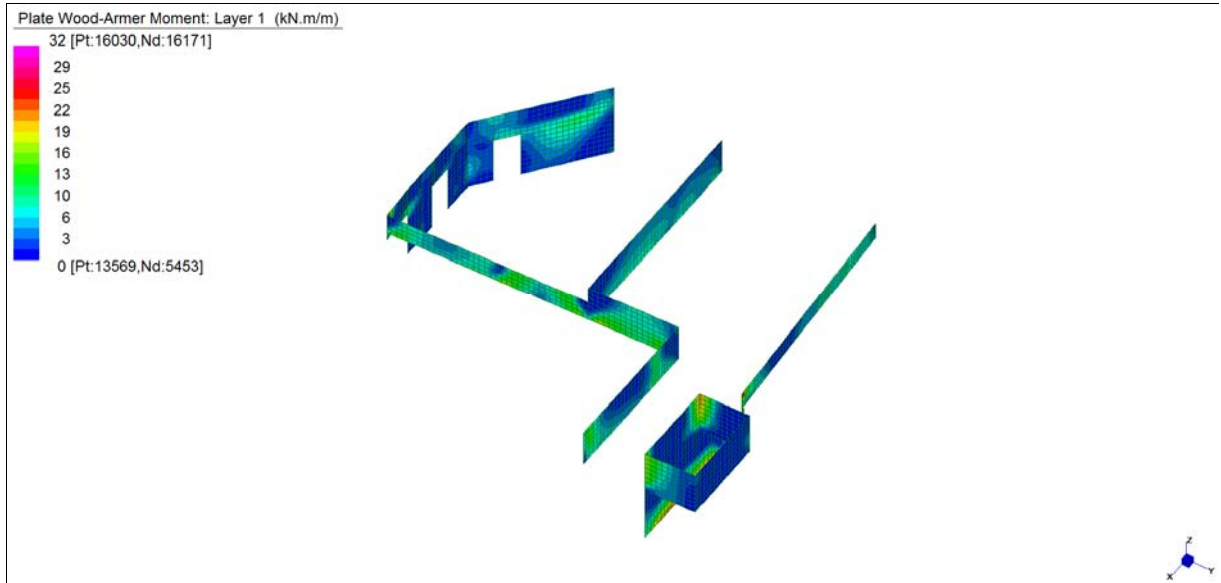


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

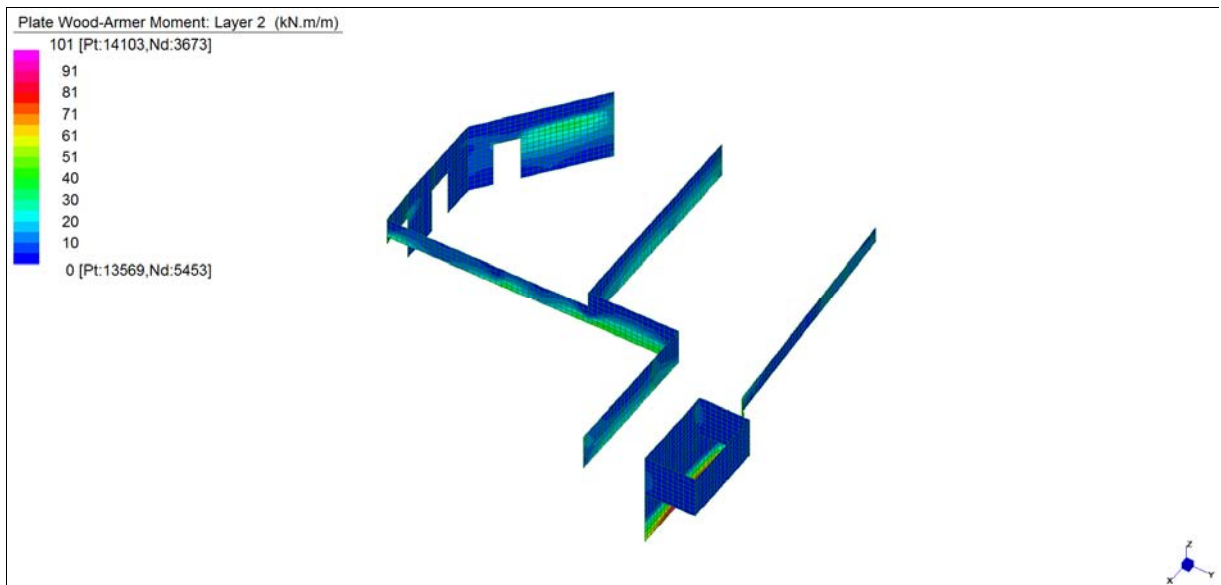
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



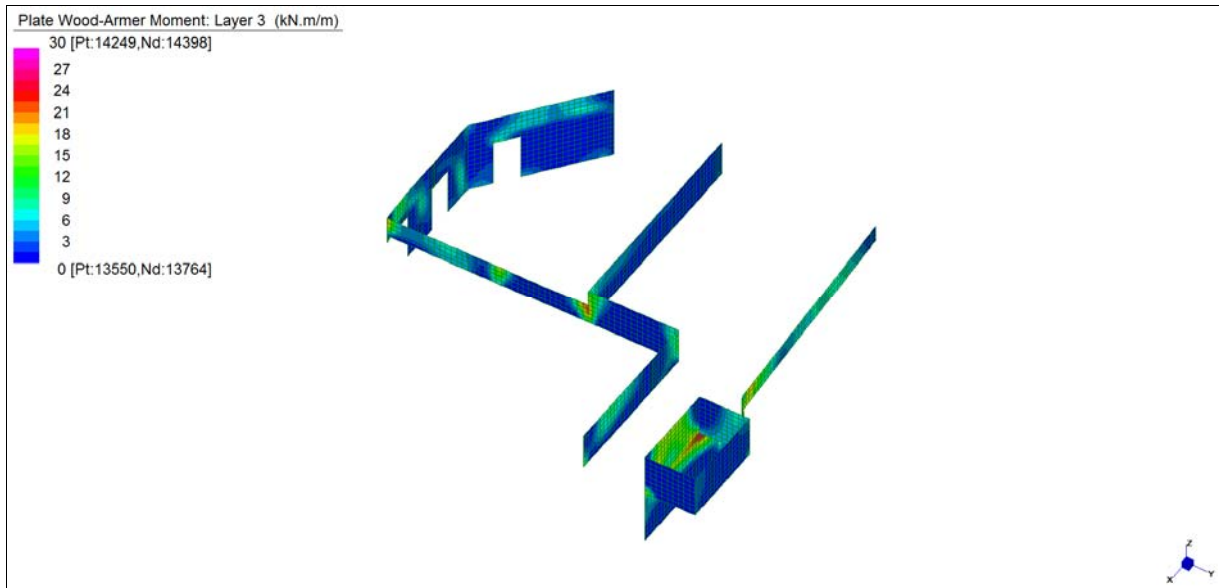
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



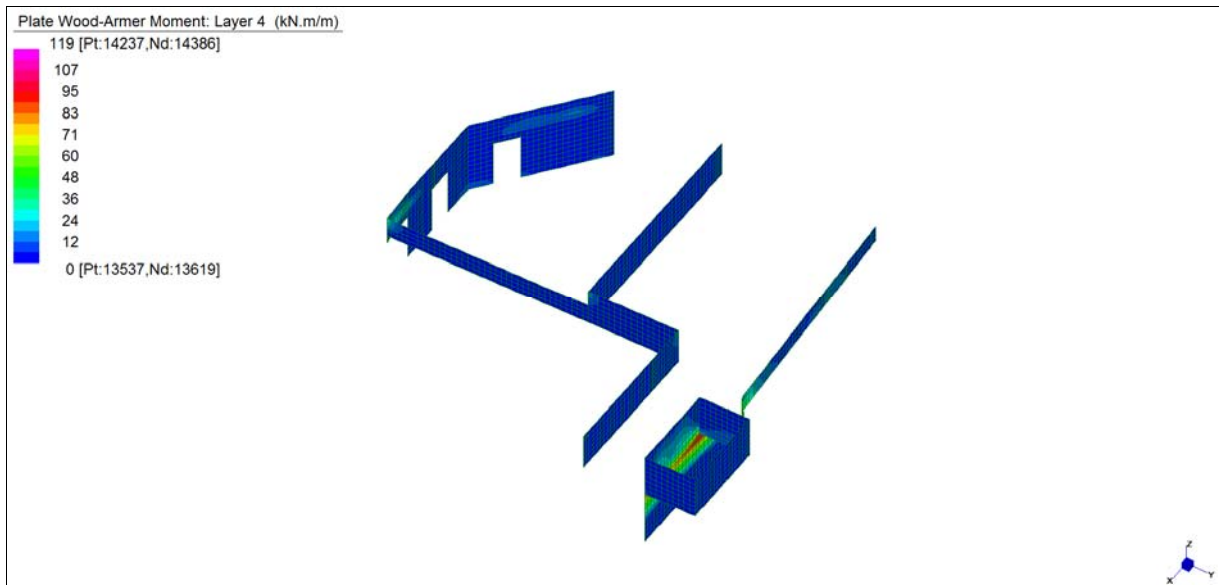
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

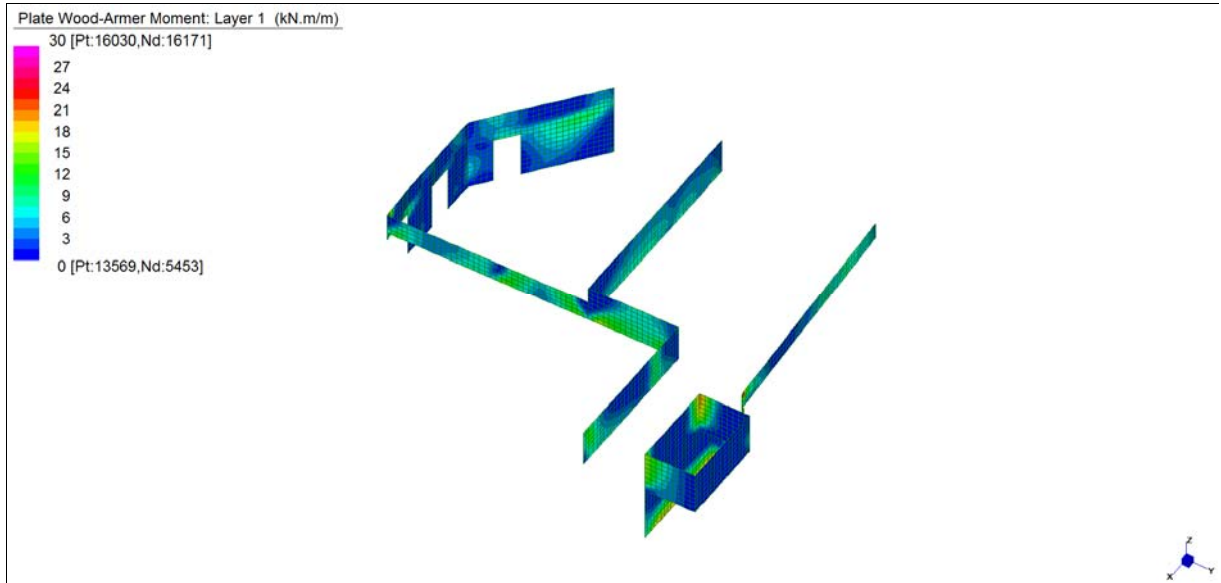


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

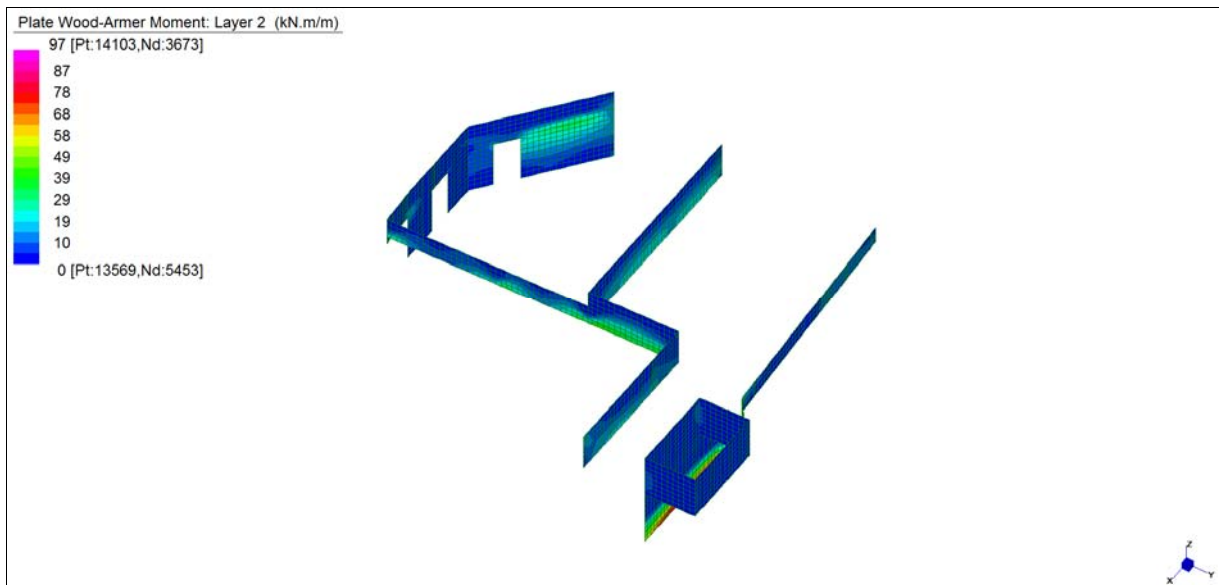
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



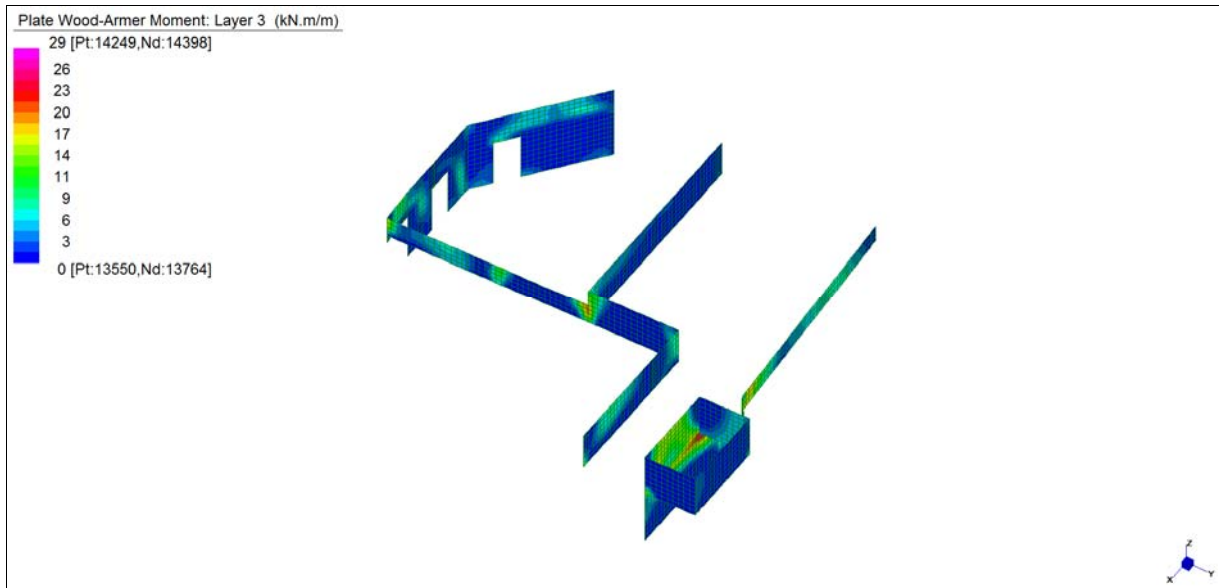
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



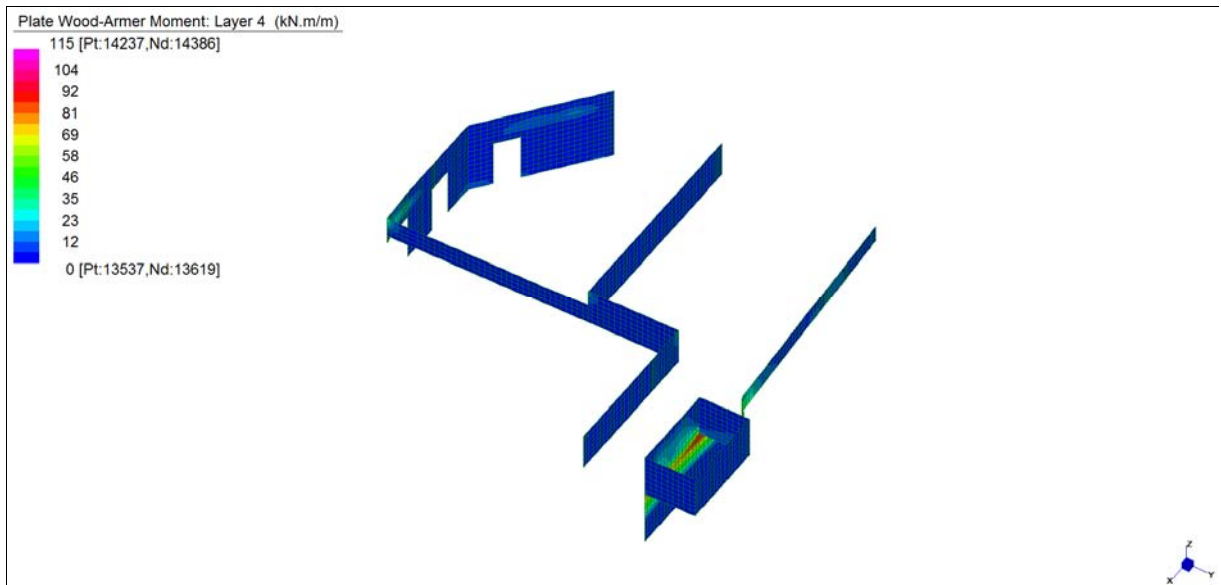
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 64 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 159 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri 2°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	150	172	Si
Muri 2°liv (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	314	320	Si
Muri 2°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	150	172	Si
Muri 2°liv (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	300	320	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.2*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Vert	100	35	30	3500	φ12/20	0,0052	1,816	0,462	300	162	-	φ10/20/20	90	26,6	300	414	890	Si
Orizz	100	35	28	3500	φ20/20	0,0124	1,845	0,473	350	205	-	φ10/20/20	90	26,6	350	387	830	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.2*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri 2°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	35	2,56	≤ 17,43	83	≤ 360
Muri 2°liv (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	105	6,39	≤ 17,43	128	≤ 360
Muri 2°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	31	2,27	≤ 17,43	74	≤ 360
Muri 2°liv (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	123	7,49	≤ 17,43	150	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.2*

SLE FREQUENTE	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
Muri 2°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	32	0,05	≤ 0,40
Muri 2°liv (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	101	0,15	≤ 0,40
Muri 2°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	30	0,04	≤ 0,40
Muri 2°liv (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	119	0,19	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.2*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri 2°liv (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	30	2,19	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri 2°liv (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	97	5,90	≤ 13,07	0,14	≤ 0,30
Muri 2°liv (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	29	2,12	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri 2°liv (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	115	7,00	≤ 13,07	0,18	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri (sp = 35 cm) - Liv.2*

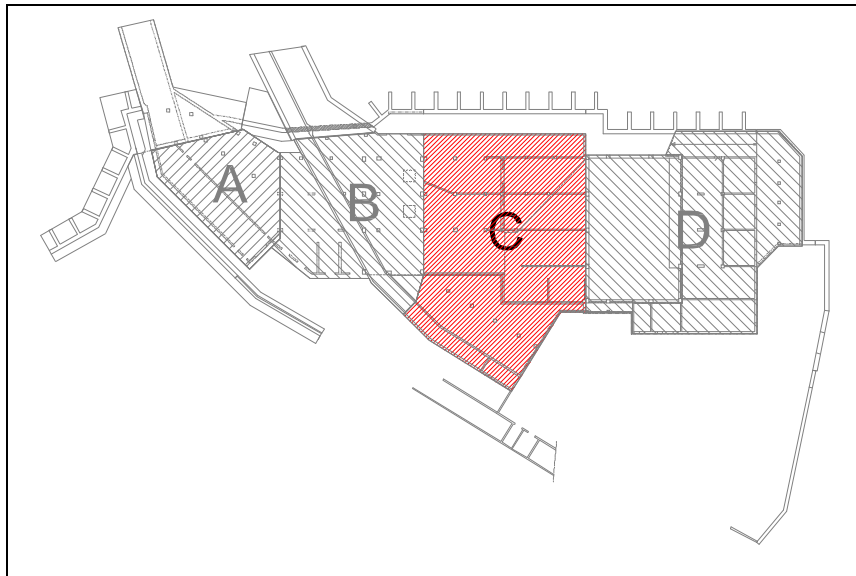
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

## 15. BLOCCO C

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



*Key plan - Individuazione Blocco C*

## 15.1 PLATEA (+667,95 m)

### 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.

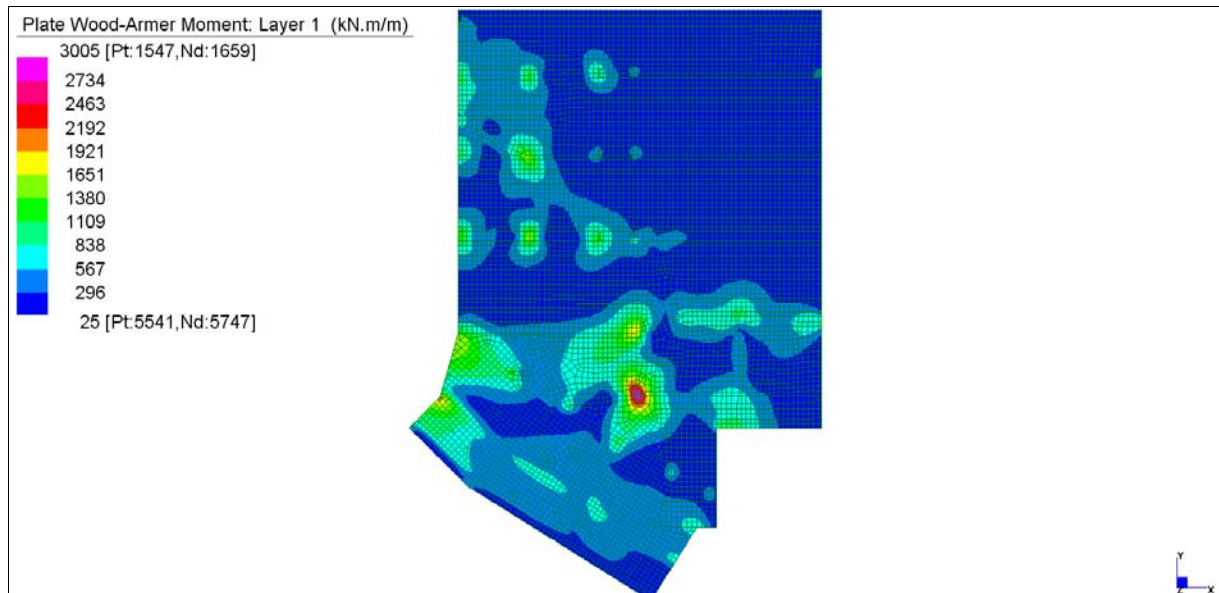
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

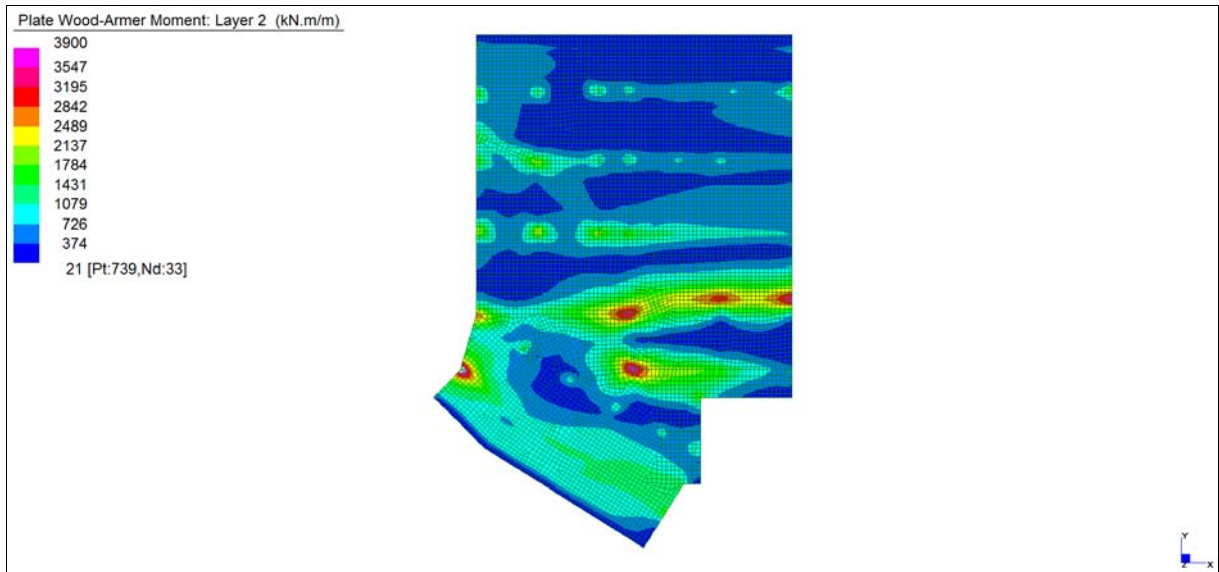
### Grafici di combinazione di SLU



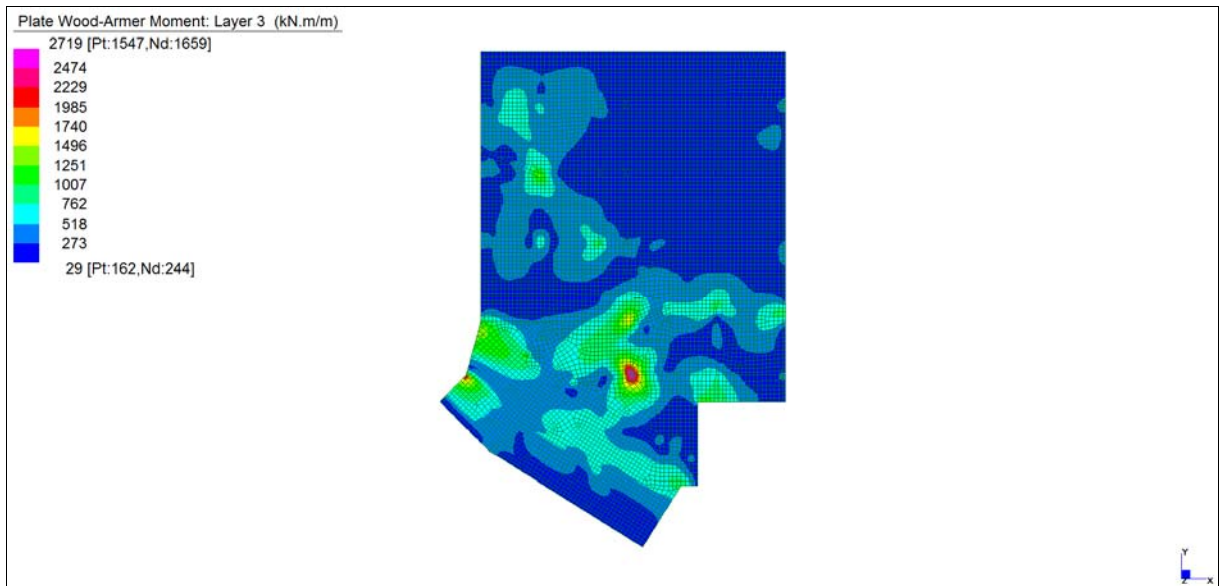
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



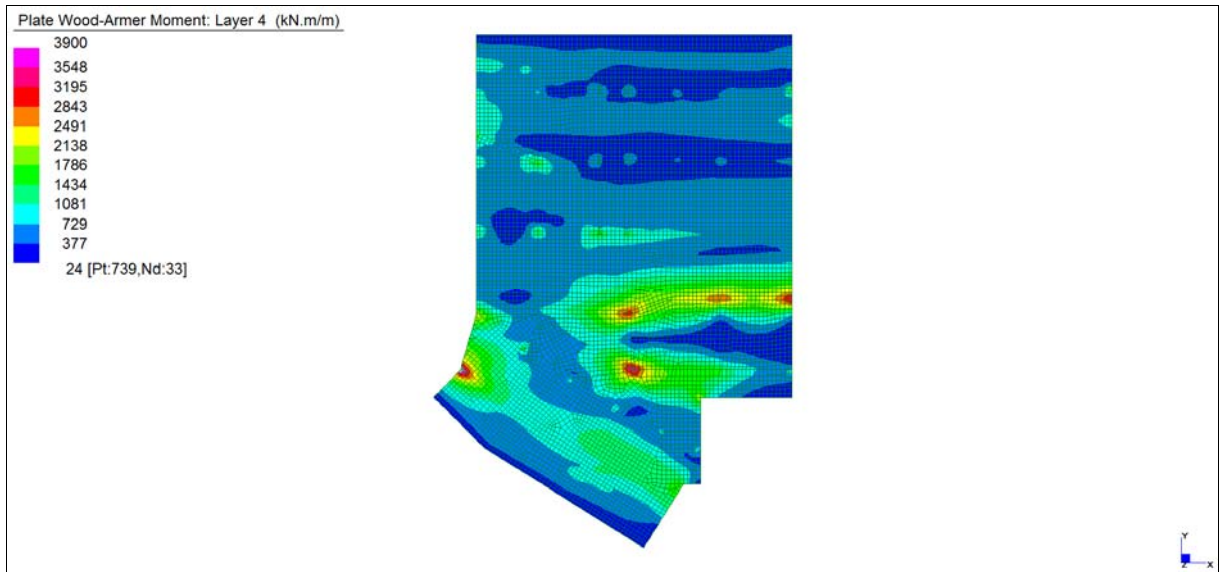
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



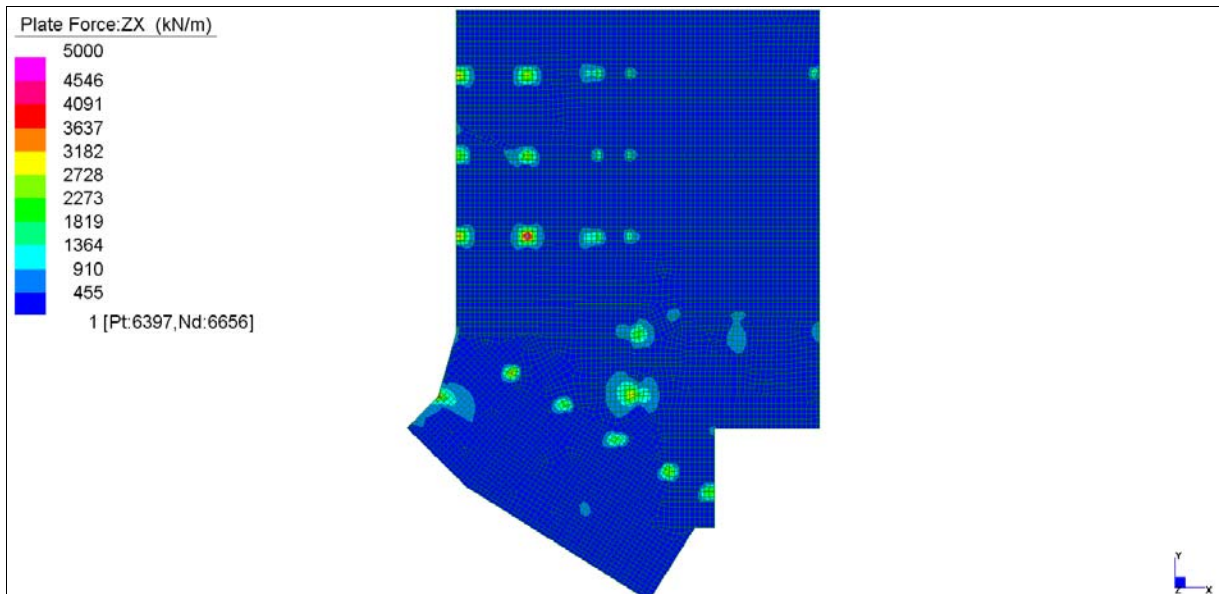
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



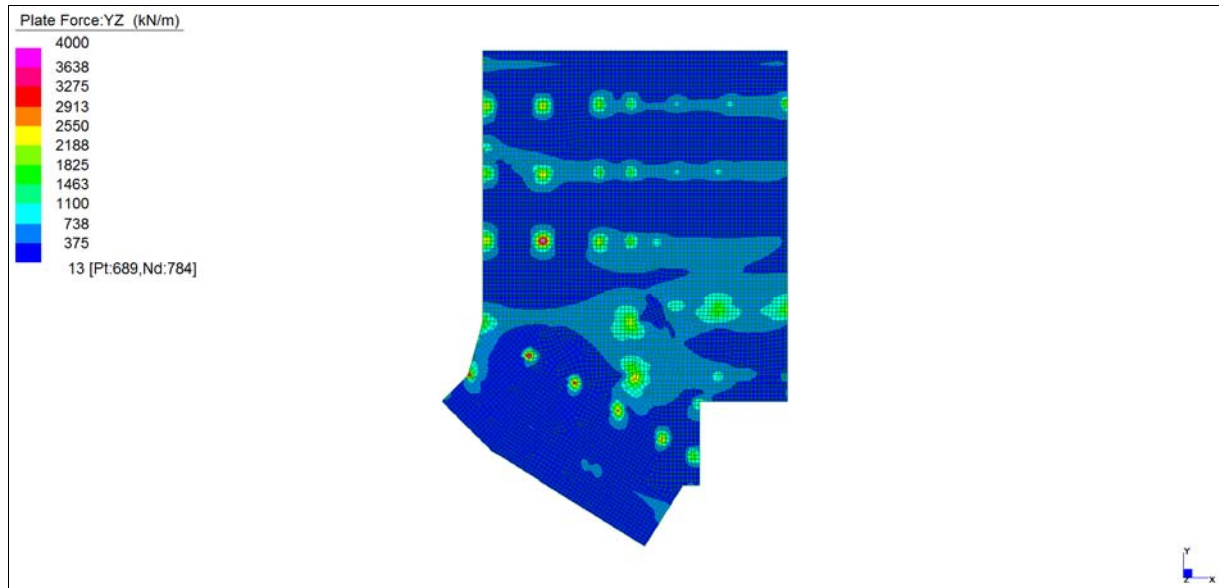
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

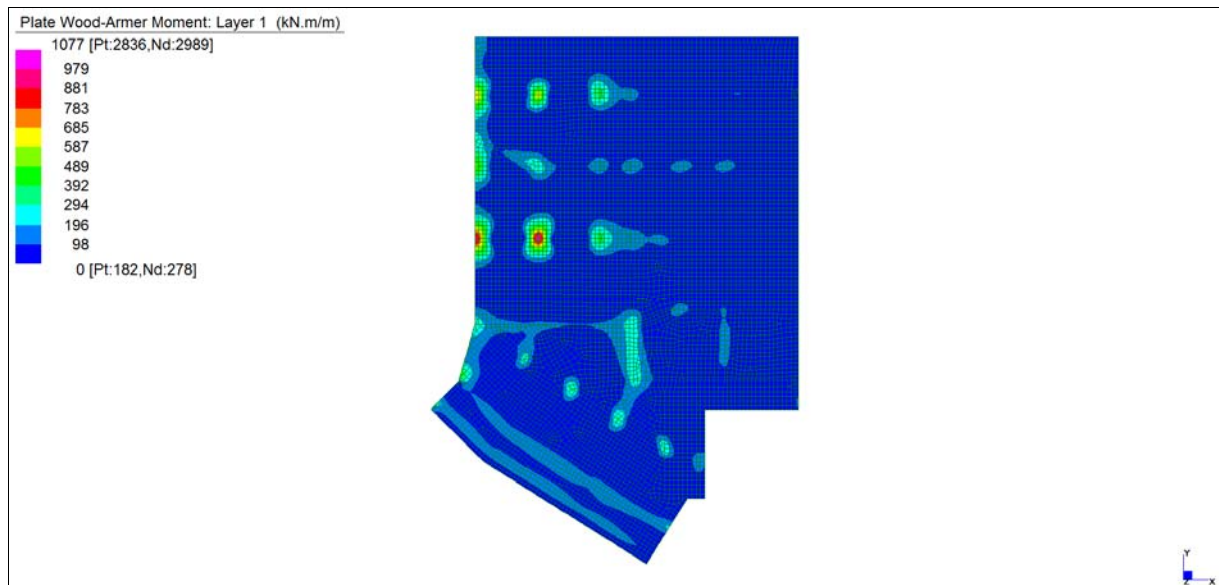
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

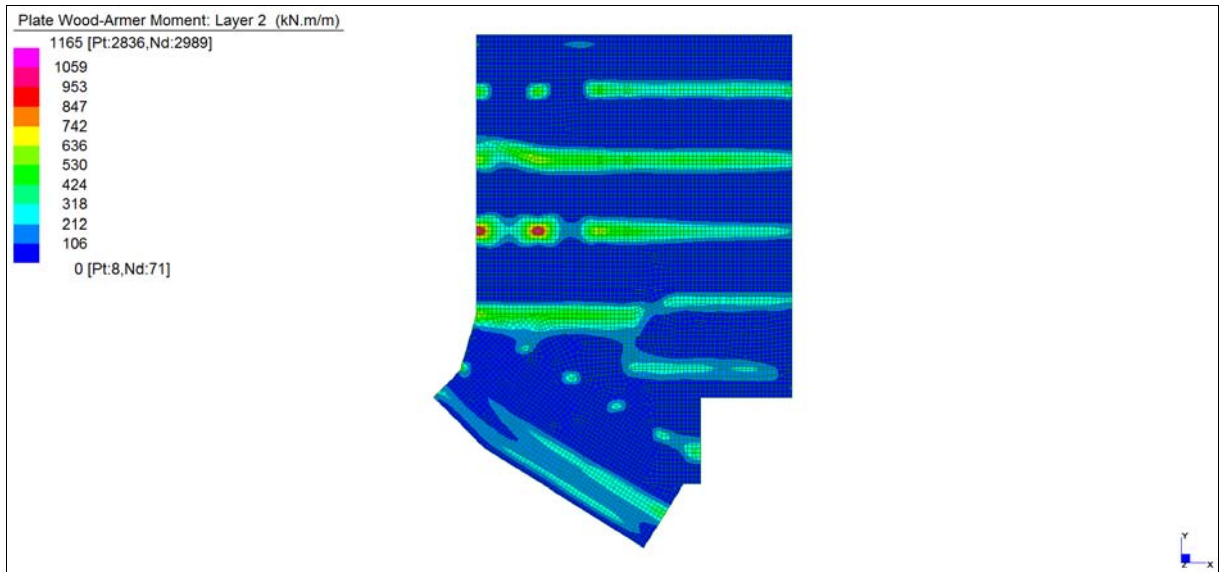
**Grafici di combinazione RARA**



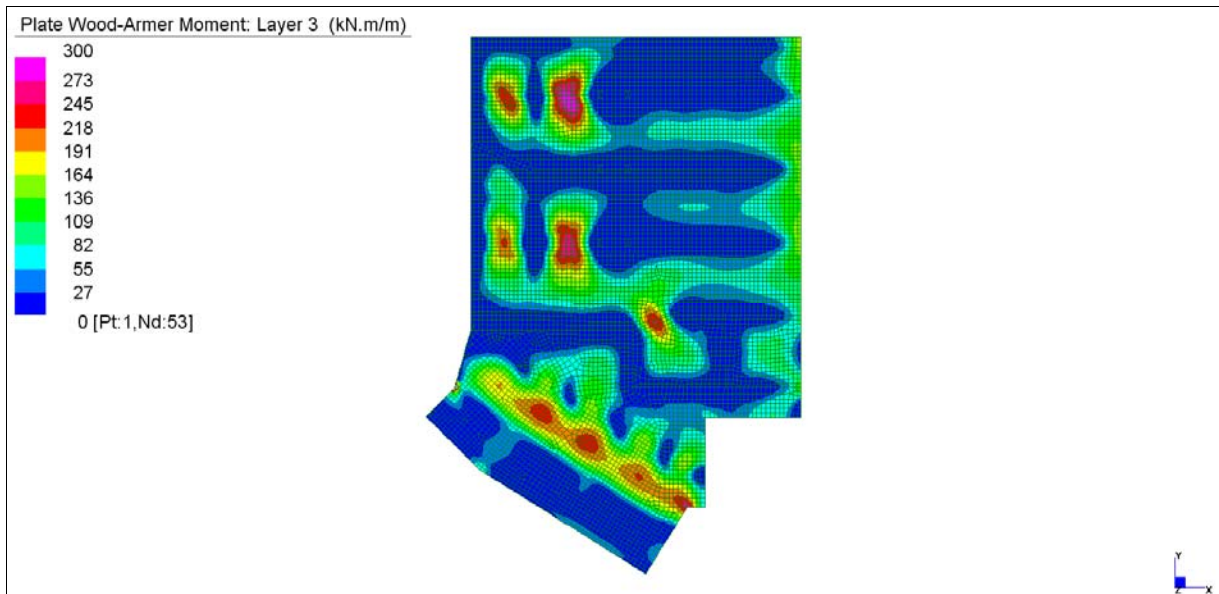
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

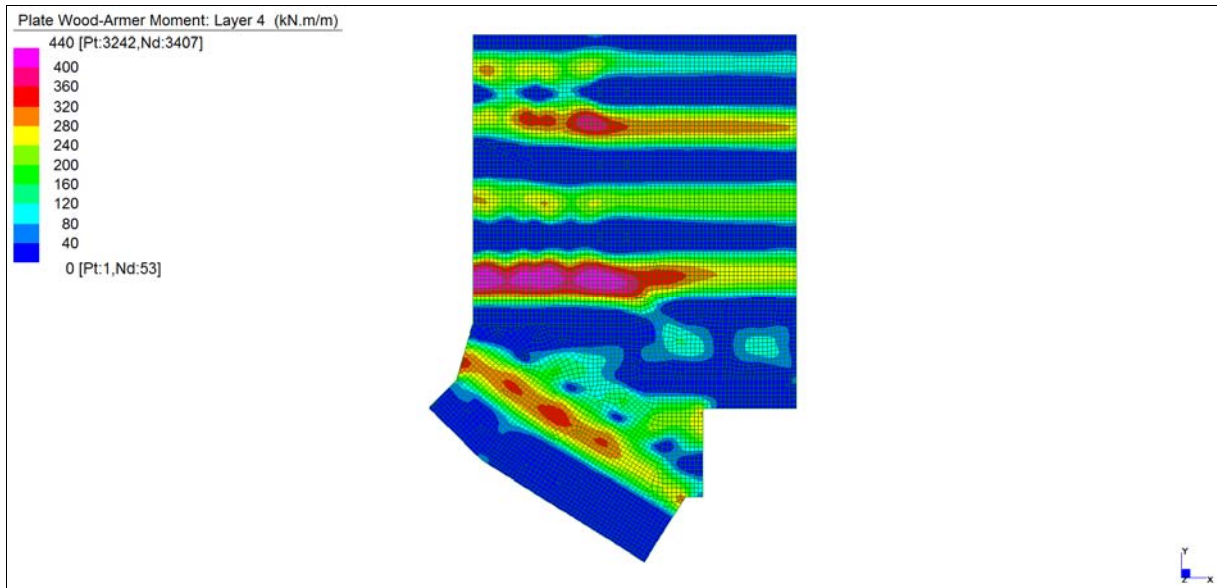


*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*



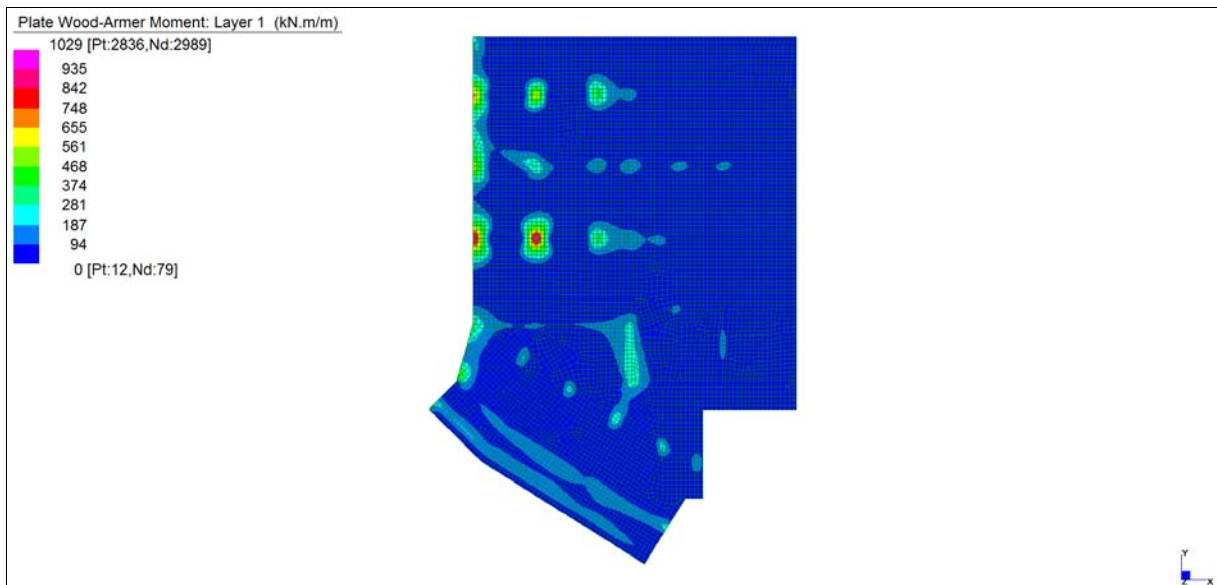
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

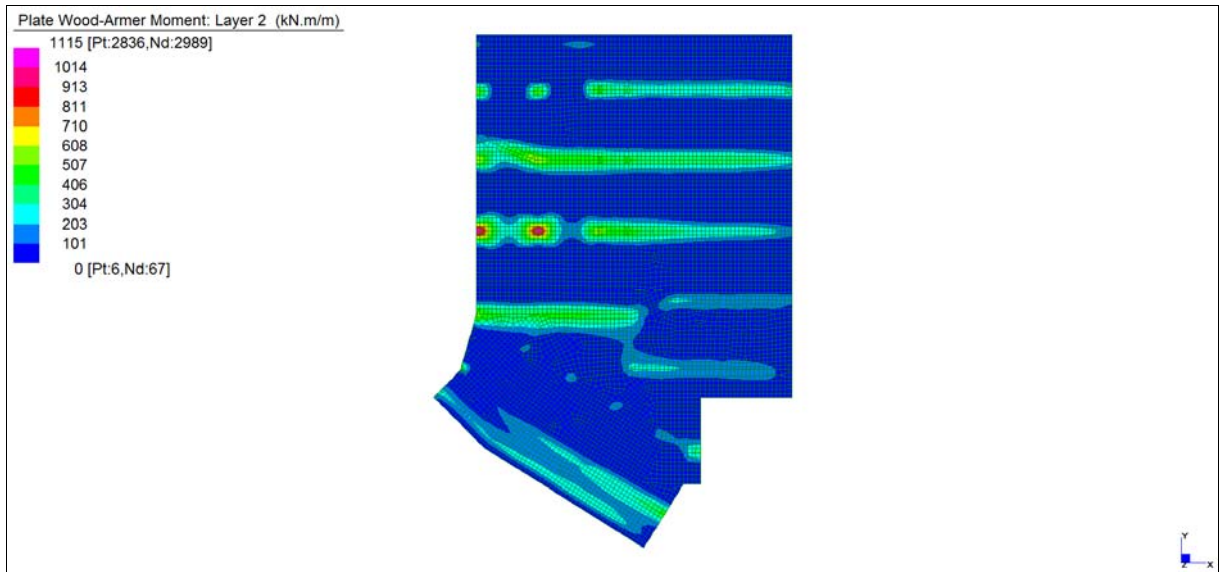
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



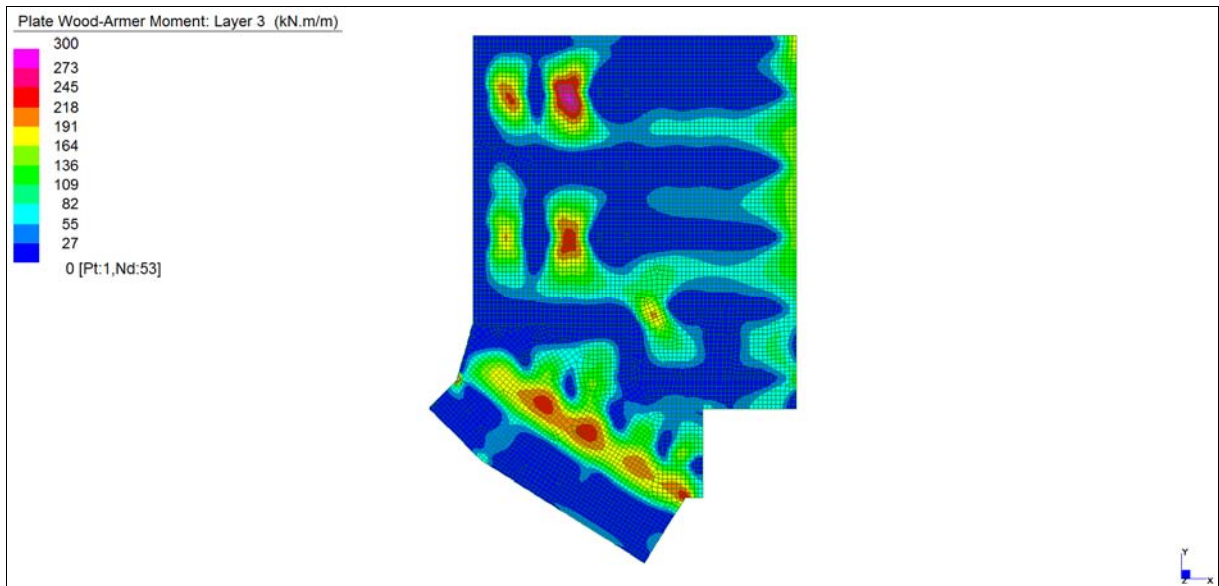
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



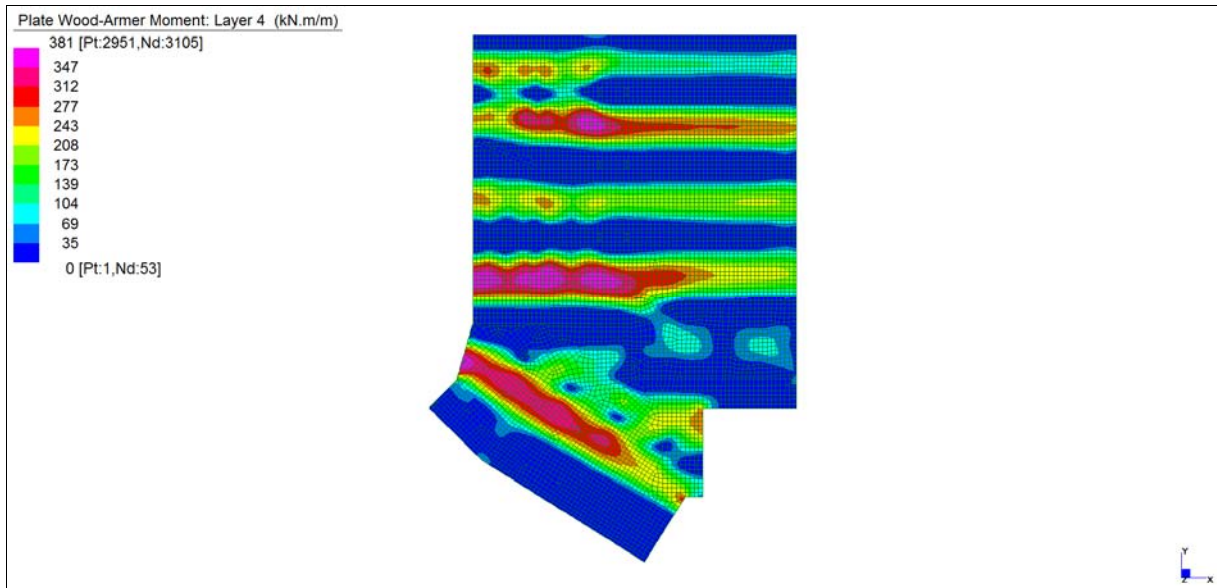
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

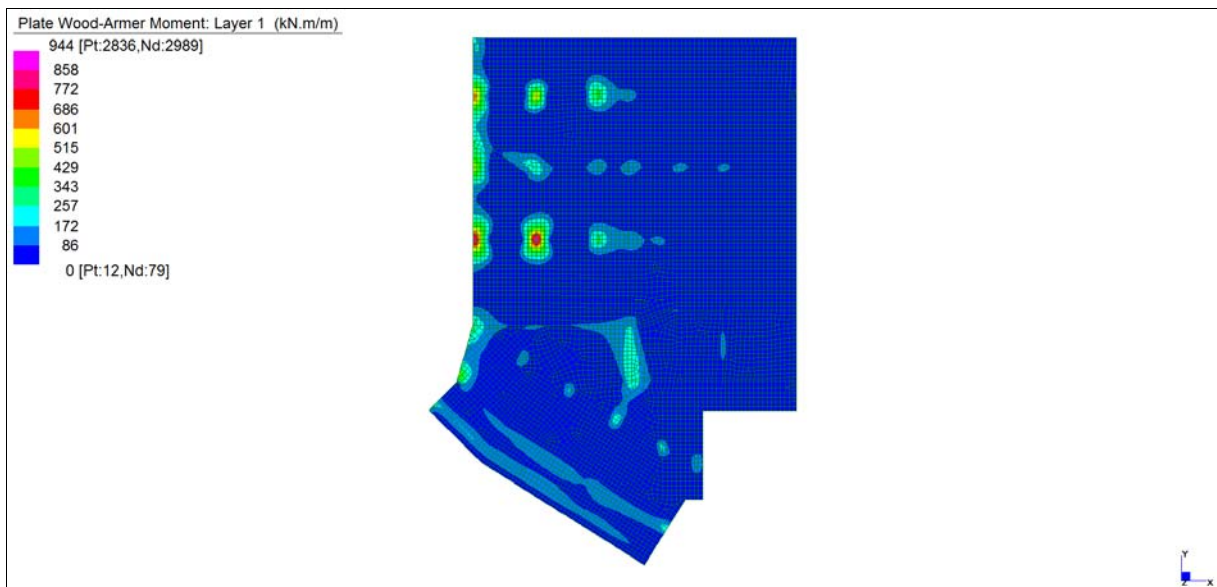
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

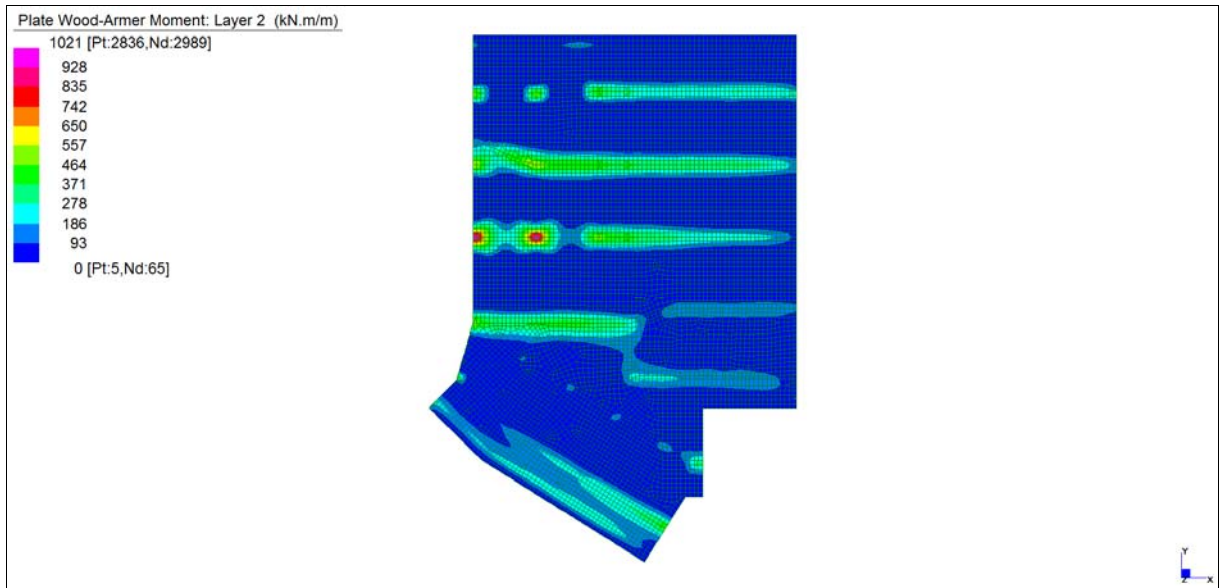
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



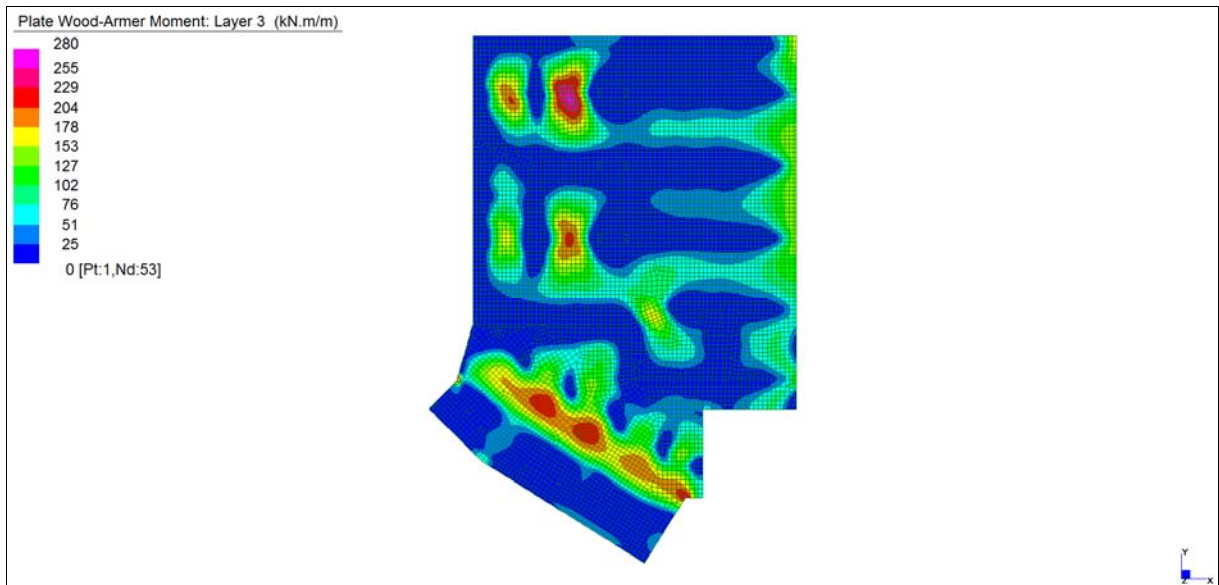
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



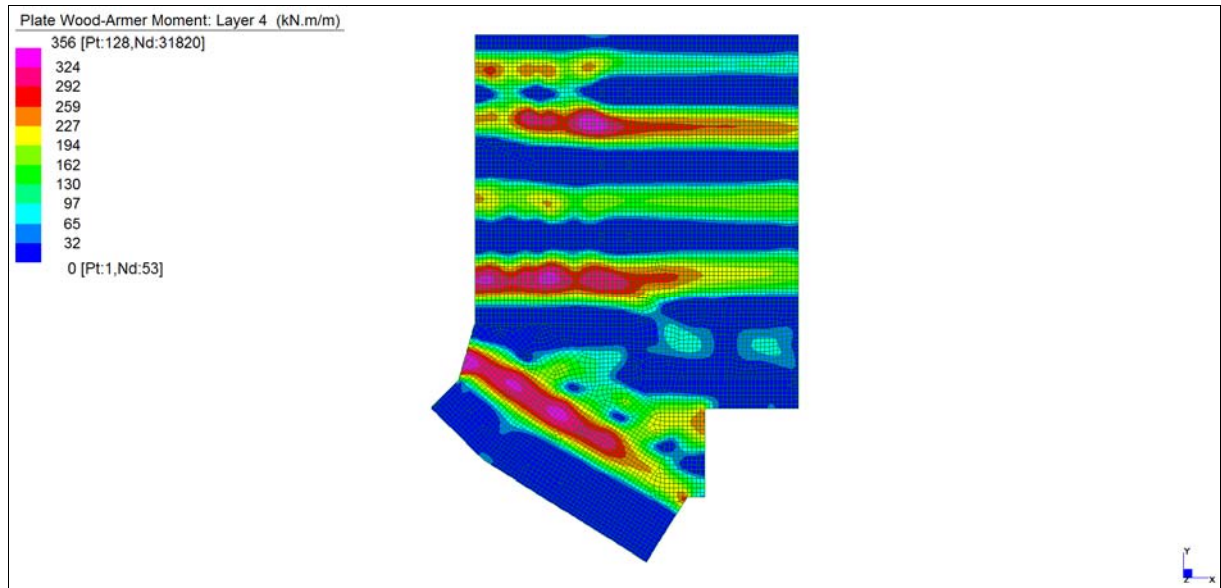
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 26/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 806$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 837$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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 (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	2700	2854	Sì
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	3500	3967	Sì
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	2700	2854	Sì
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	3500	3967	Sì

**Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea (+667,95 m)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 9	90	83	70	70	1317	φ26/20	6360	158	1665	1,15	0,673	0,377	-	φ16/40/40	0,673	0,717	Si	3,166	3,292	Si
pil 33	90	83	80	80	1357	φ26/20	7257	305	2013	1,15	0,746	0,377	-	φ18/40/40	0,746	0,908	Si	3,161	3,292	Si
pil 90	90	83	70	70	1317	φ26/20	2053	547	1999	1,45	0,275	0,377	Si	-	-	-	-	1,292	3,292	Si
pil 47	90	83	70	70	1317	φ26/20	3067	845	1488	1,25	0,353	0,377	Si	φ14/40/40	0,353	0,549	Si	1,661	3,292	Si
pil 53	90	83	70	70	1317	φ26/20	2892	826	1968	1,33	0,355	0,377	Si	φ14/40/40	0,355	0,549	Si	1,668	3,292	Si
pil 57	90	83	70	70	1317	φ26/20	2655	469	1965	1,34	0,328	0,377	Si	-	-	-	-	1,543	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 58	90	83	70	70	728	658	φ26/20	2675	559	1783	1,40	0,623	0,377	-	φ16/40/40	0,623	0,729	Si	2,162	3,292	Si
pil 54-55	90	83	50	105	723	673	φ26/20	2401	251	503	1,40	0,563	0,377	-	φ16/40/40	0,563	0,734	Si	1,988	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Platea (+667,95 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	1077	7,89	≤ 17,43	159	≤ 360
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	1165	7,47	≤ 17,43	124	≤ 360
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	300	2,20	≤ 17,43	44	≤ 360
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	440	2,82	≤ 17,43	47	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Platea (+667,95 m)*

SLE FREQUENTE	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
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	1029	0,22	≤ 0,40
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	1115	0,11	≤ 0,40
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	290	0,03	≤ 0,40
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	380	0,02	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Platea (+667,95 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	944	6,91	≤ 13,07	0,19	≤ 0,30
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	1021	6,54	≤ 13,07	0,09	≤ 0,30
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	-	9	φ26/10	φ26/10	-	φ26/20	280	2,05	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/20	356	2,28	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) – Platea (+667,95 m)*



## 15.2 SOLETTA (+675,05 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.

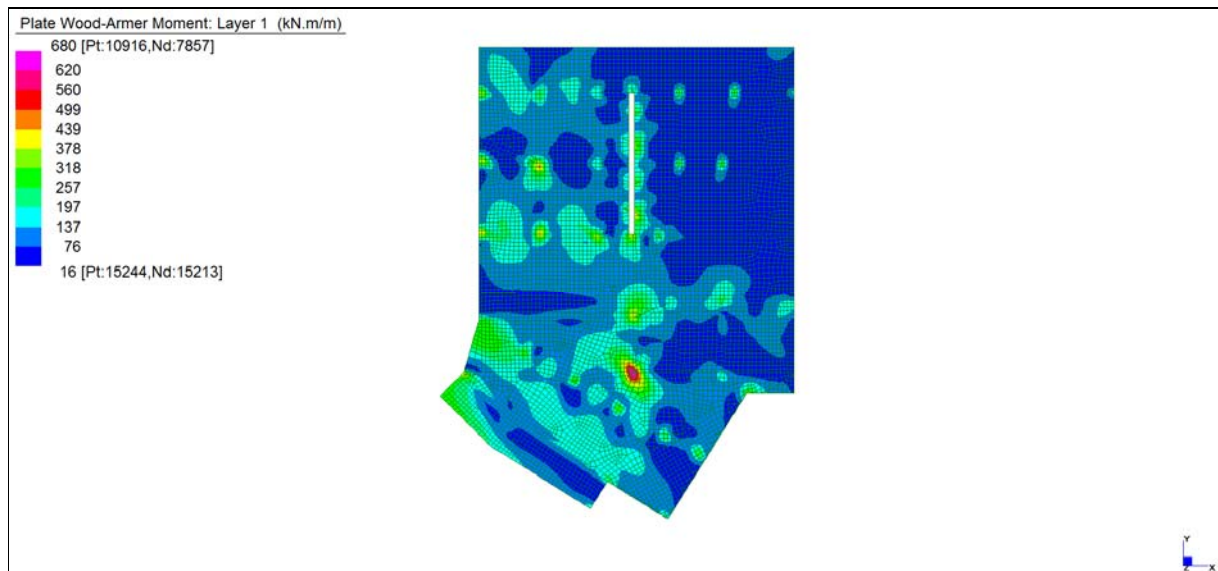
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

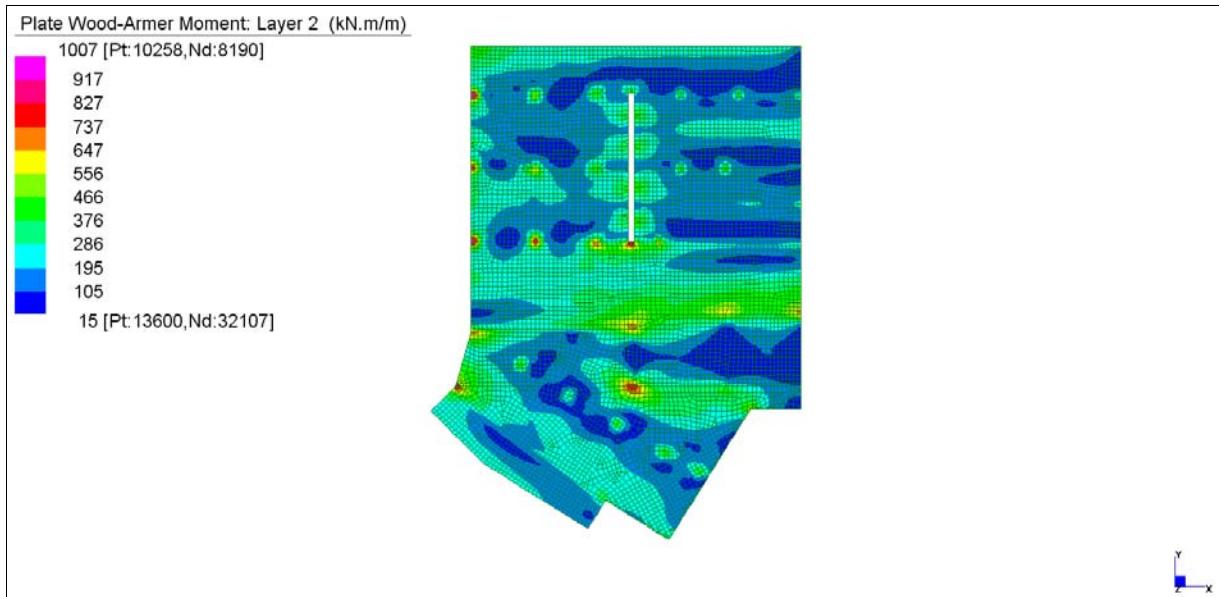
### Grafici di combinazione di SLU



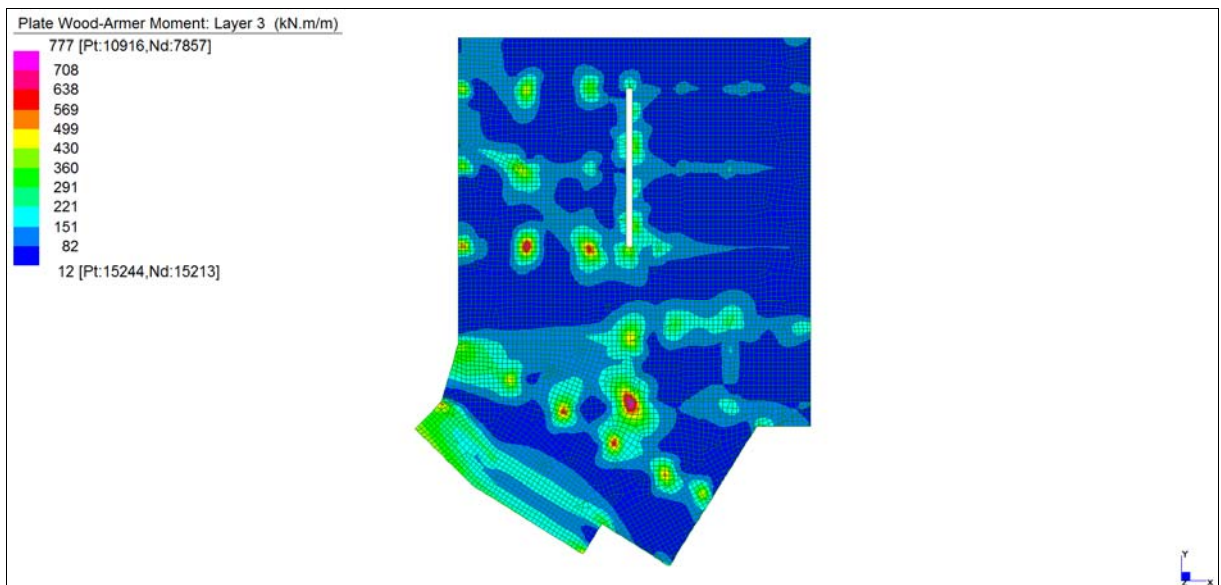
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



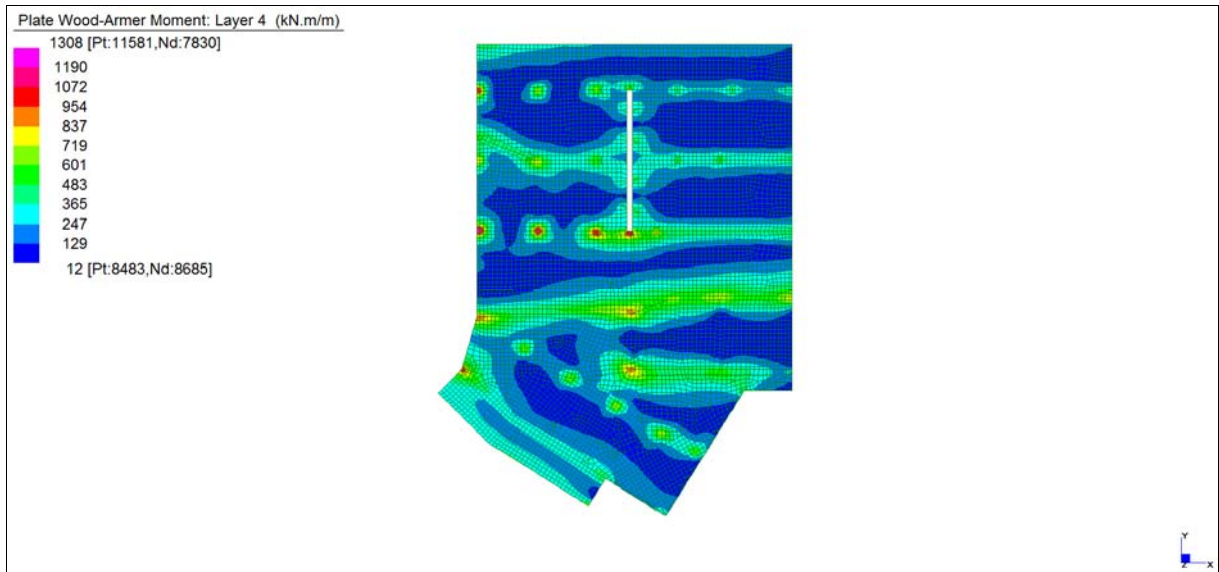
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



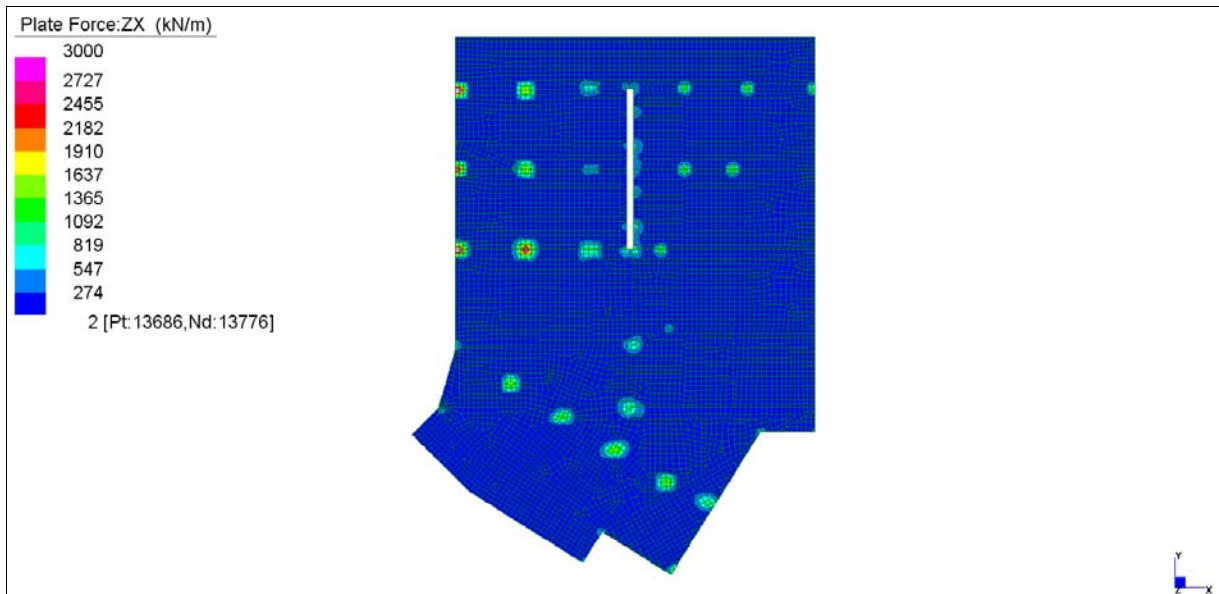
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



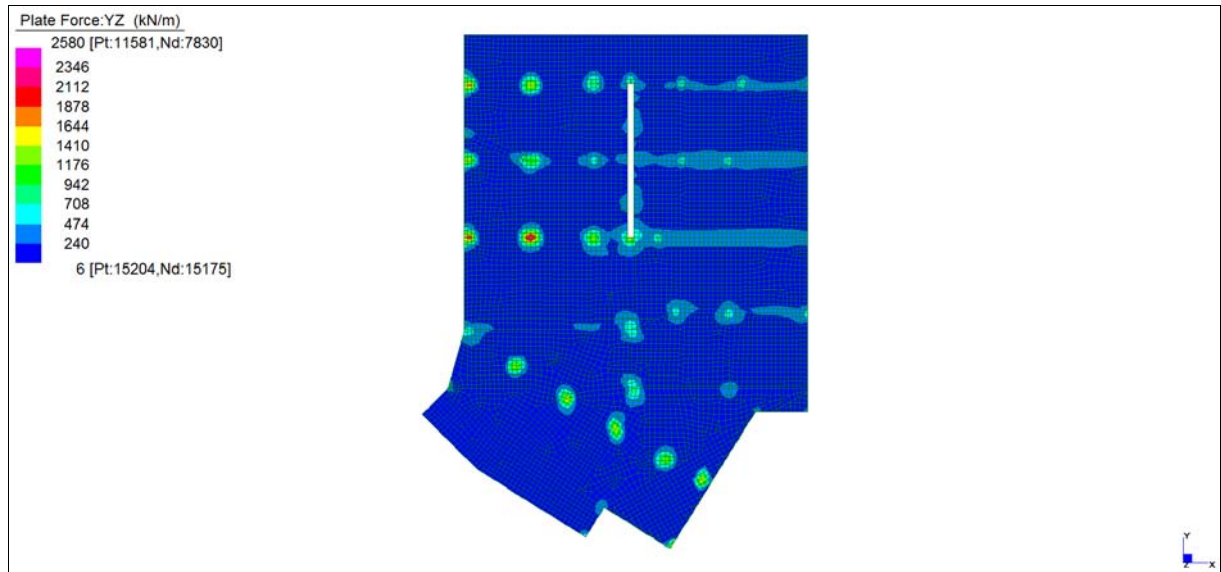
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

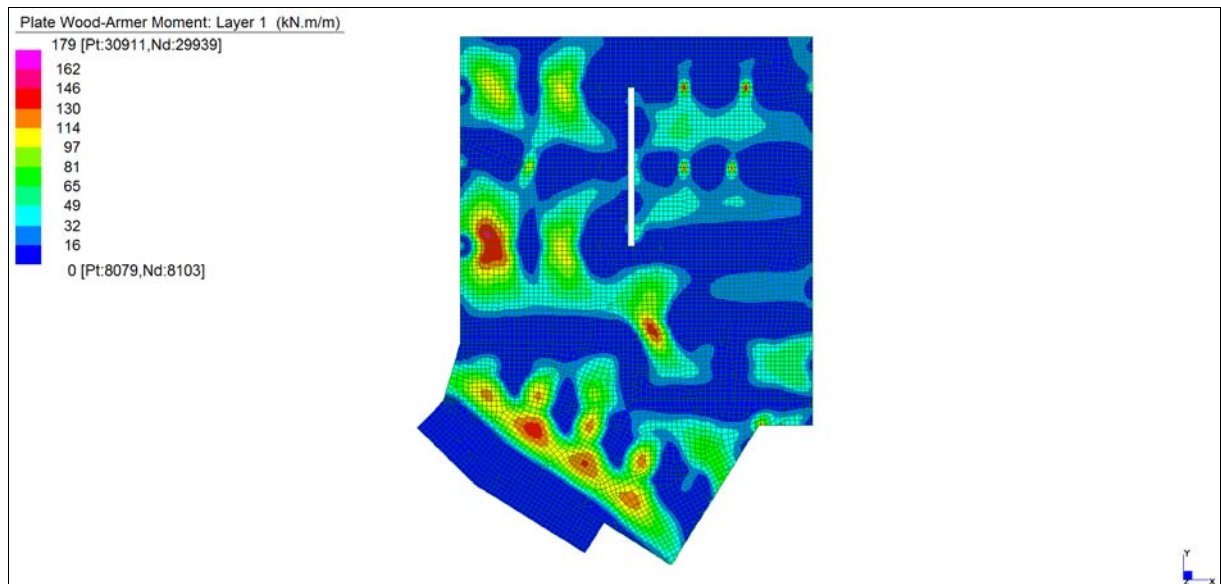
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

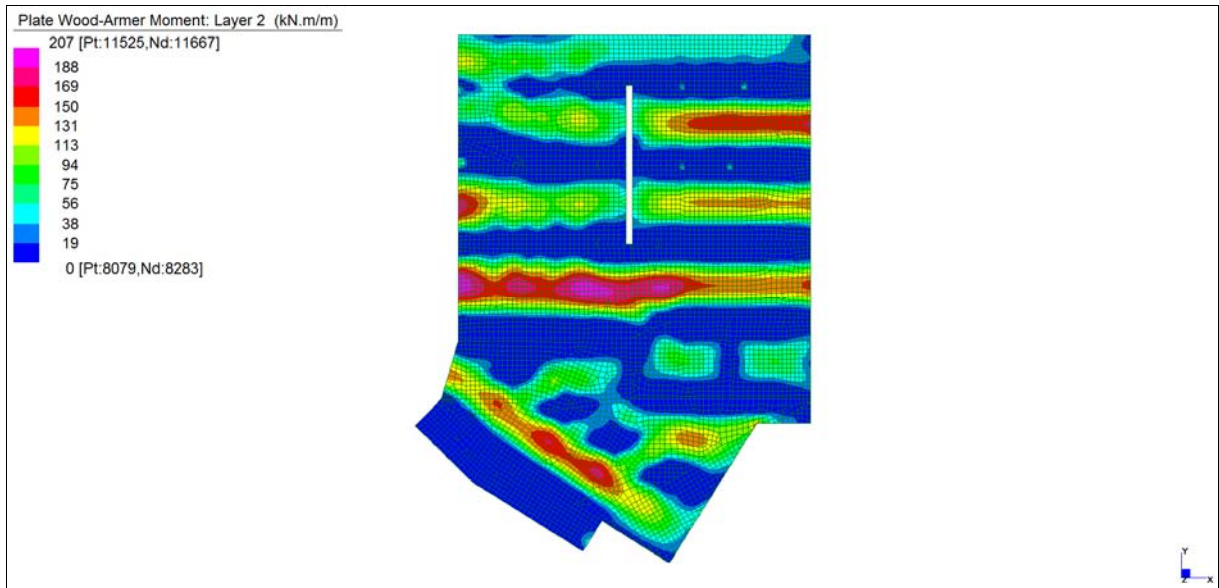
**Grafici di combinazione RARA**



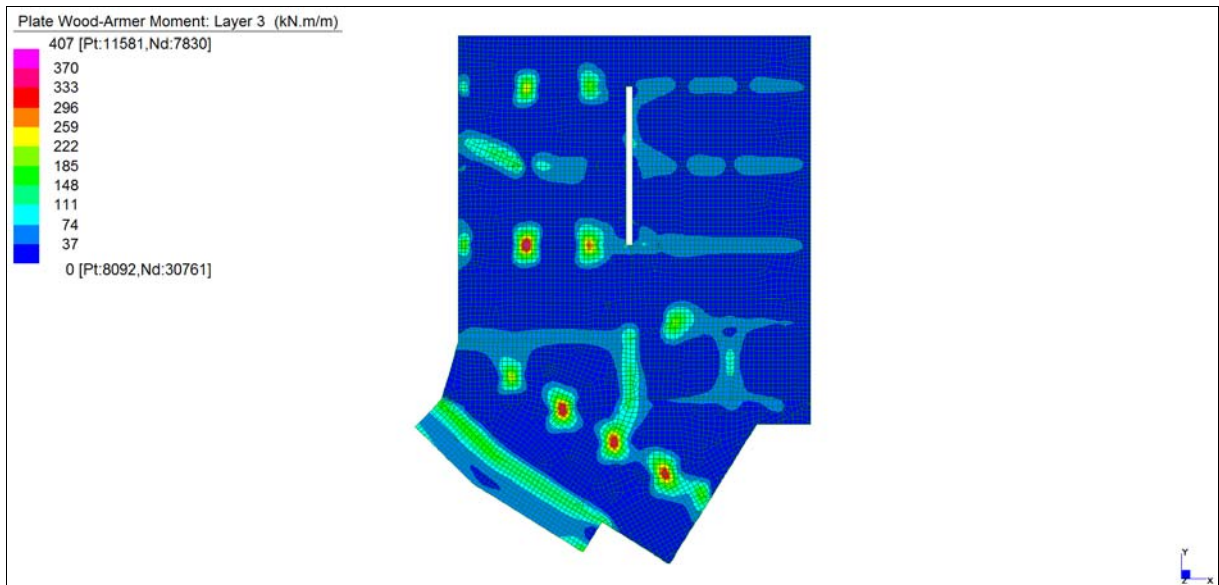
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



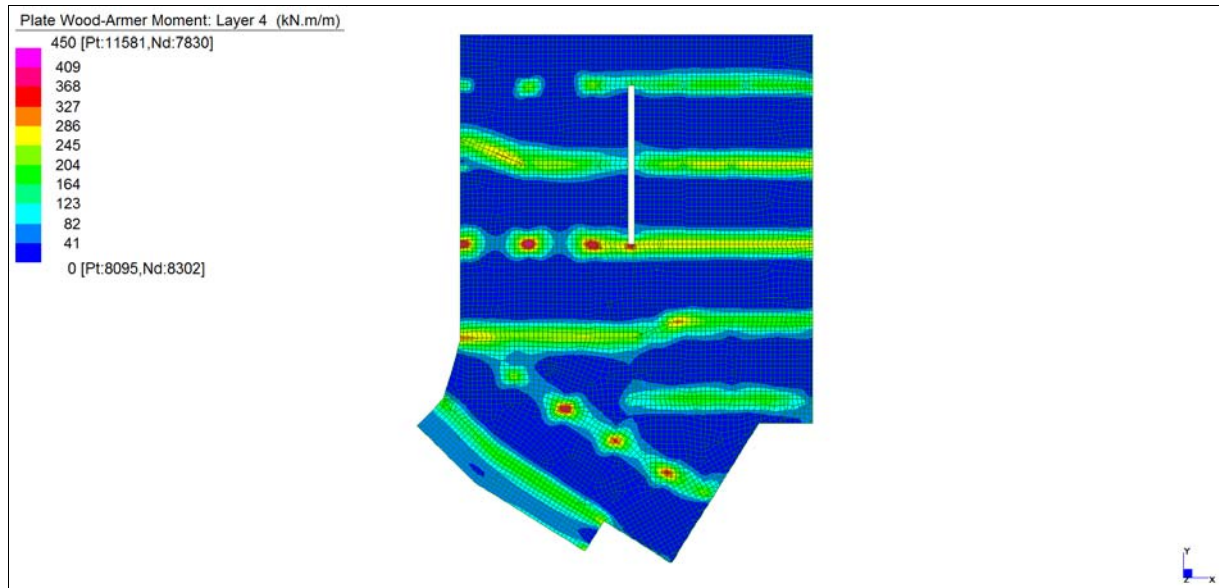
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

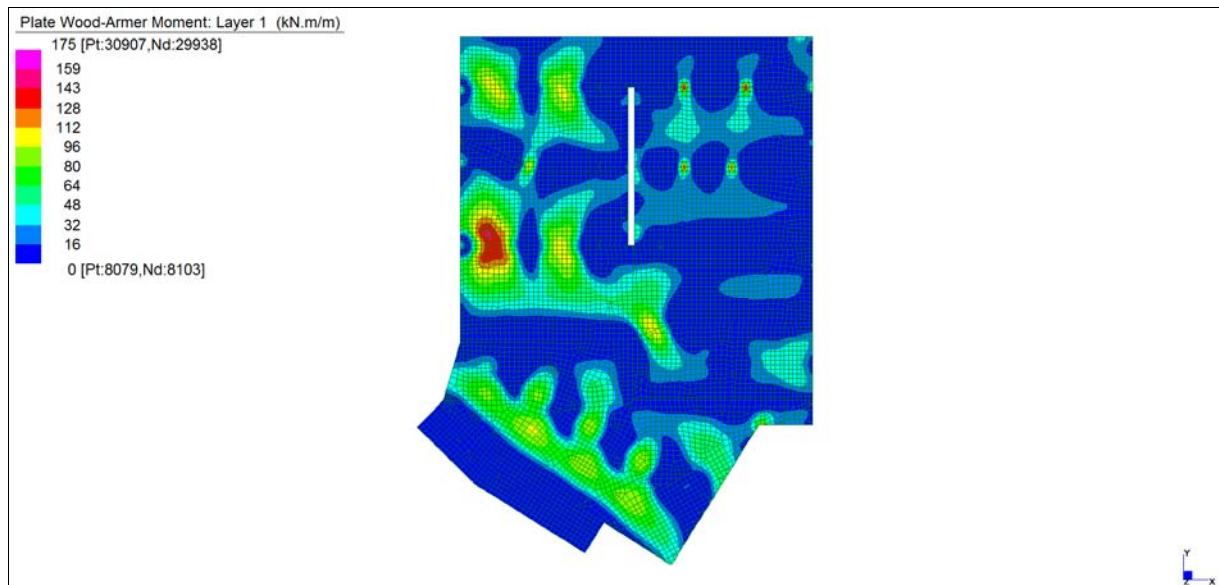
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

**Grafici di combinazione FREQUENTE**

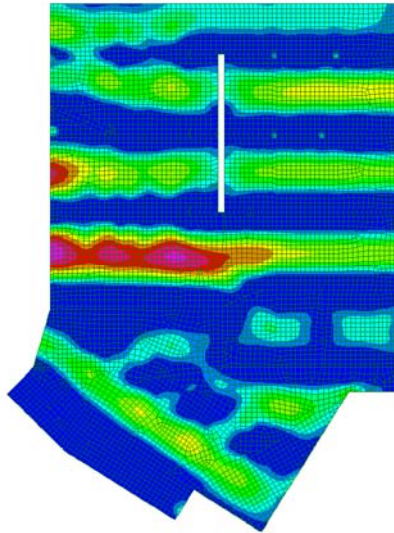
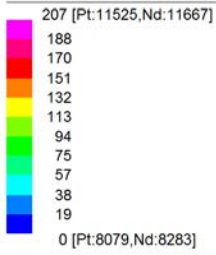


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

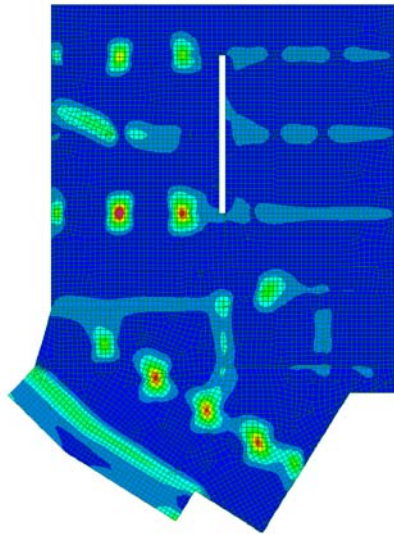
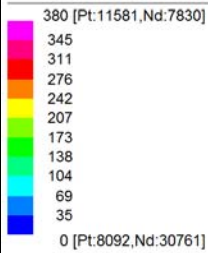
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Plate Wood-Armer Moment: Layer 2 (kN.m/m)



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

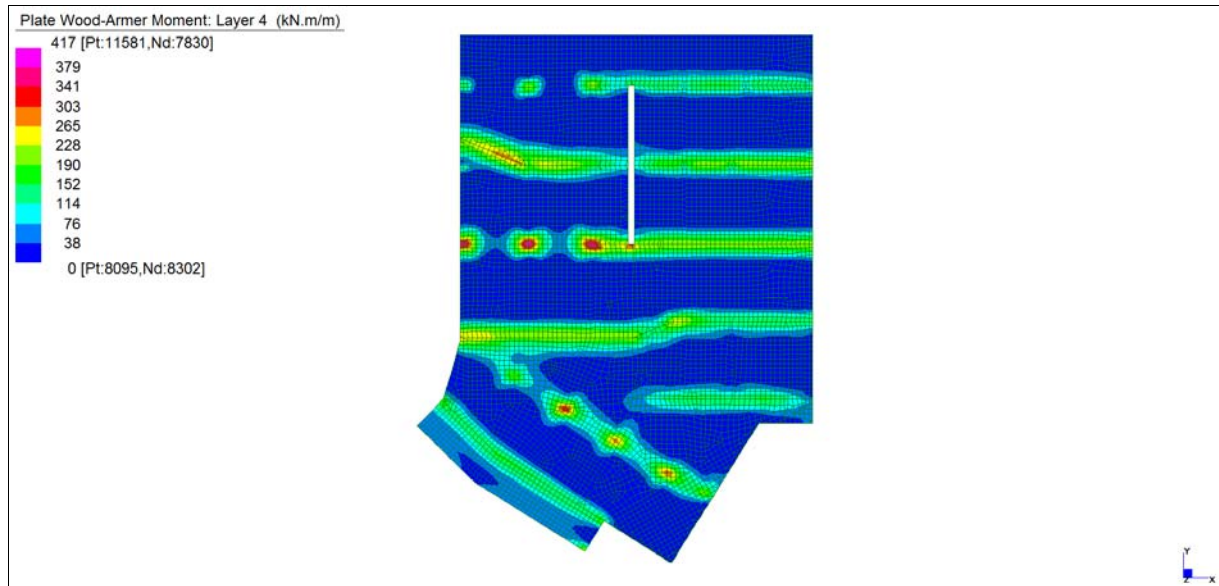
Plate Wood-Armer Moment: Layer 3 (kN.m/m)



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

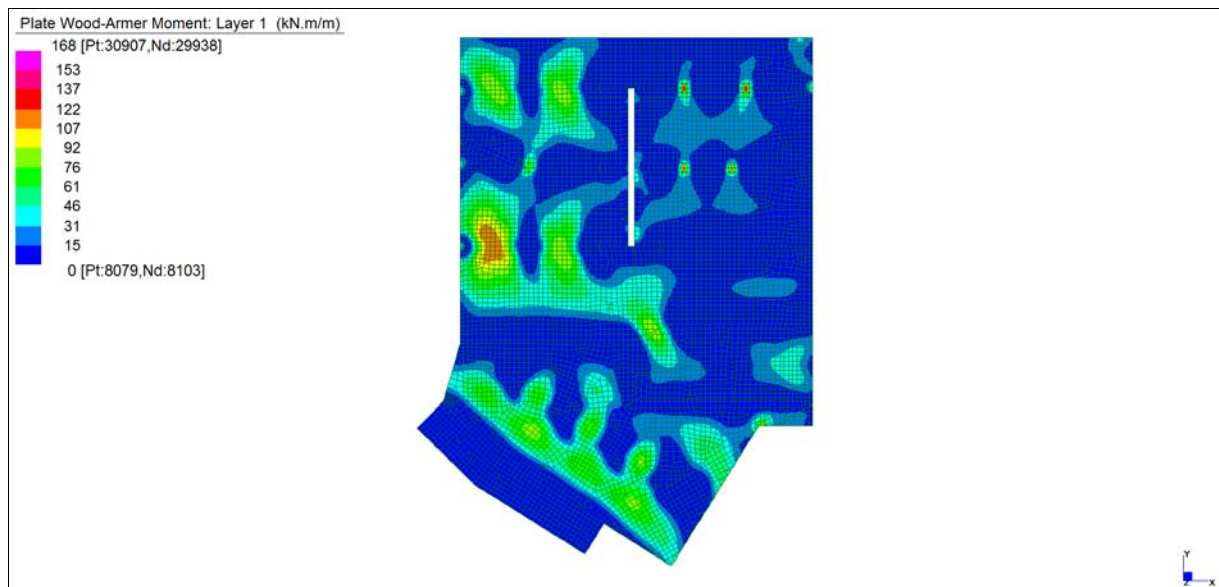
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**

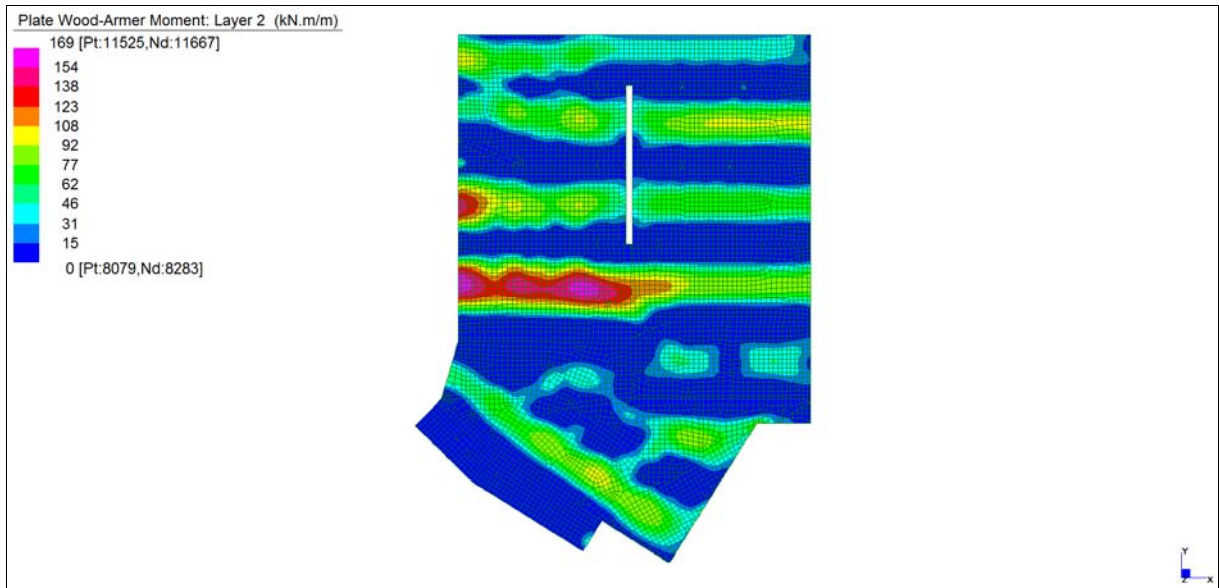


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

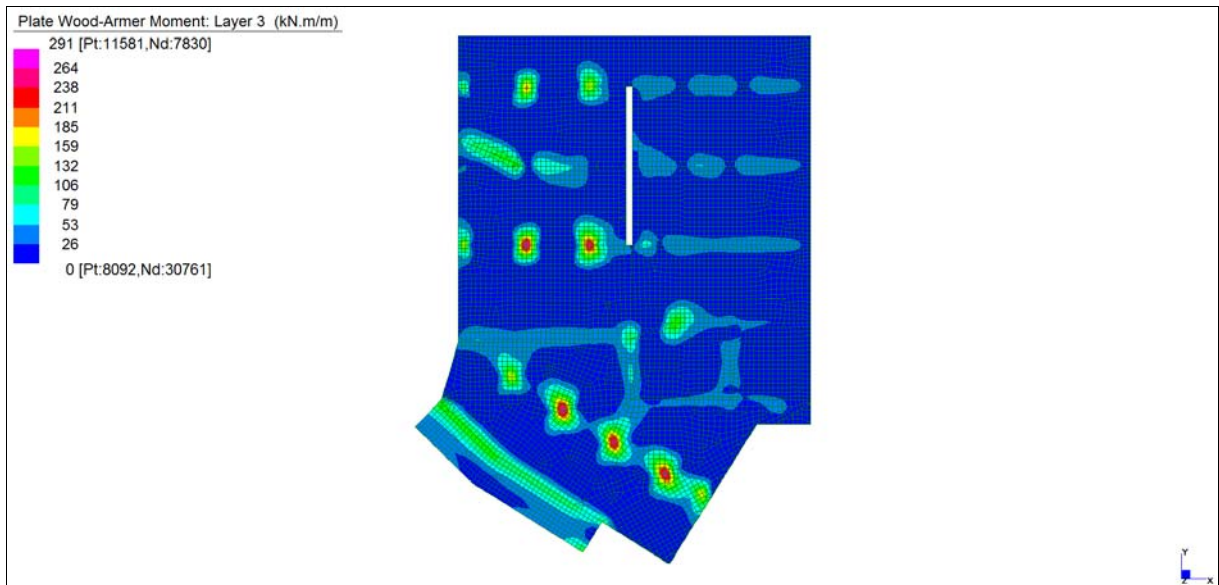


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



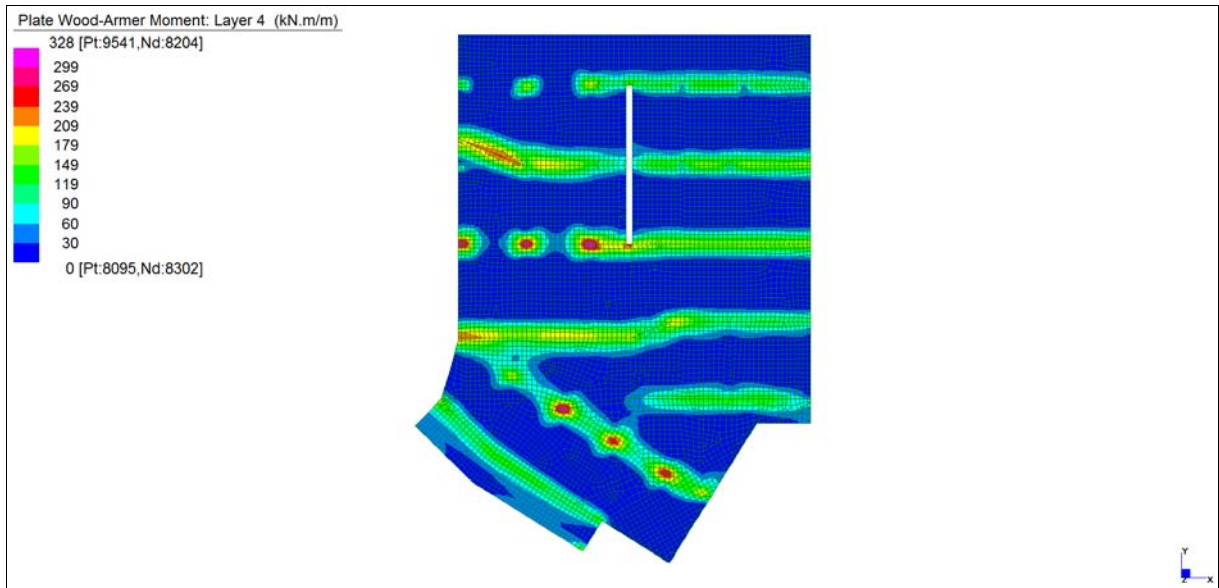
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



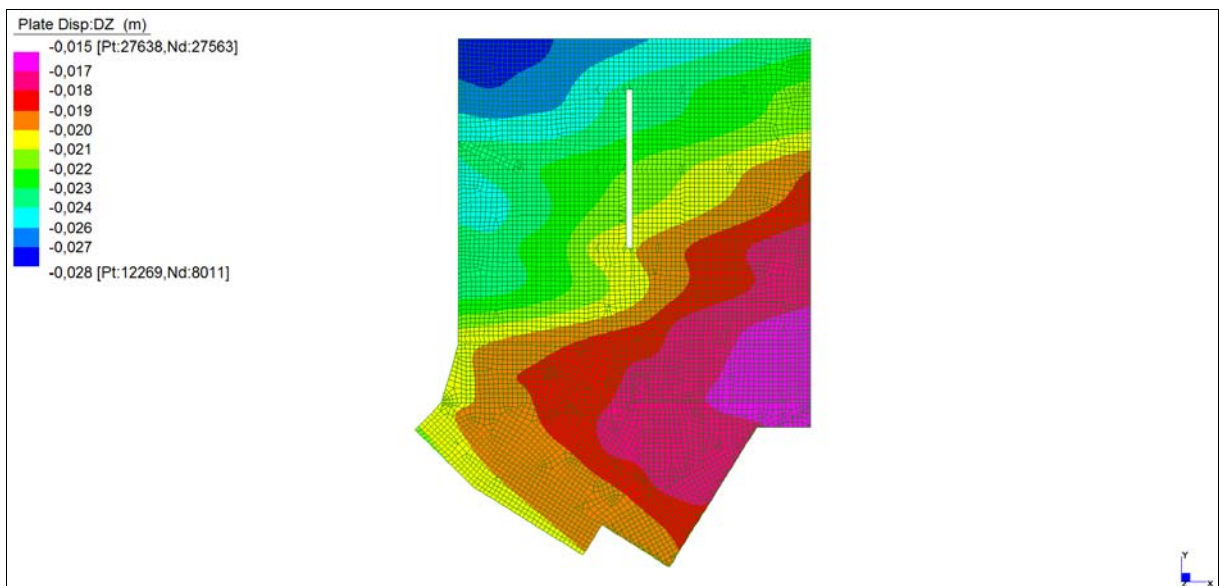
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



*Spostamento  $d_{z,min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 16/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 199$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 211$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	52	-	8	φ16/20	φ26/20	-	φ16/20	650	678	Si
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/20	φ16/20	900	1109	Si
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ16/20	φ26/20	φ16/20	φ16/20	750	821	Si
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/10	φ16/20	1200	1428	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 9	60	53	70	70	940	φ16/20	1910	67	853	1,29	0,499	0,388	-	φ14/40/40	0,499	0,539	Si	1,674	3,292	Si
pil 47	60	53	70	70	940	φ16/20	2945	487	830	1,21	0,722	0,388	-	φ18/40/40	0,722	0,890	Si	2,424	3,292	Si
pil 33	60	53	80	80	980	φ16/20	2901	242	1445	1,31	0,741	0,388	-	φ18/40/40	0,741	0,891	Si	2,268	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 32	60	53	70	70	540	470	φ16/20	1592	198	789	1,40	0,786	0,388	-	φ18/40/40	0,786	0,876	Si	2,022	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> (u <sub>0</sub> )	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 54	60	53	50	50	265	215	φ16/20	327	44	67	1,50	0,353	0,388	Si	-	-	-	-	0,934	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+675,05 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	52	-	8	φ16/20	φ26/20	-	φ16/20	179	3,90	≤ 17,43	107	≤ 360
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/20	φ16/20	207	3,60	≤ 17,43	77	≤ 360
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ16/20	φ26/20	φ16/20	φ16/20	407	8,45	≤ 17,43	204	≤ 360
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/10	φ16/20	450	7,31	≤ 17,43	127	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+675,05 m)*

SLE FREQUENTE	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
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	52	-	8	φ16/20	φ26/20	-	φ16/20	175	0,08	≤ 0,40
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/20	φ16/20	207	0,04	≤ 0,40
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ16/20	φ26/20	φ16/20	φ16/20	380	0,29	≤ 0,40
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/10	φ16/20	417	0,12	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Soletta (+675,05 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Soletta (+675) XX inf-L1	100	60	52	52	-	8	φ16/20	φ26/20	-	φ16/20	168	3,66	≤ 13,07	0,08	≤ 0,30
Soletta (+675) YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/20	φ16/20	169	2,94	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Soletta (+675) XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ16/20	φ26/20	φ16/20	φ16/20	291	6,04	≤ 13,07	0,19	≤ 0,30
Soletta (+675) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ16/20	φ26/20	φ26/10	φ16/20	328	5,33	≤ 13,07	0,08	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Soletta (+675,05 m)*

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

### 15.3 SOLETTA (+680,10 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.

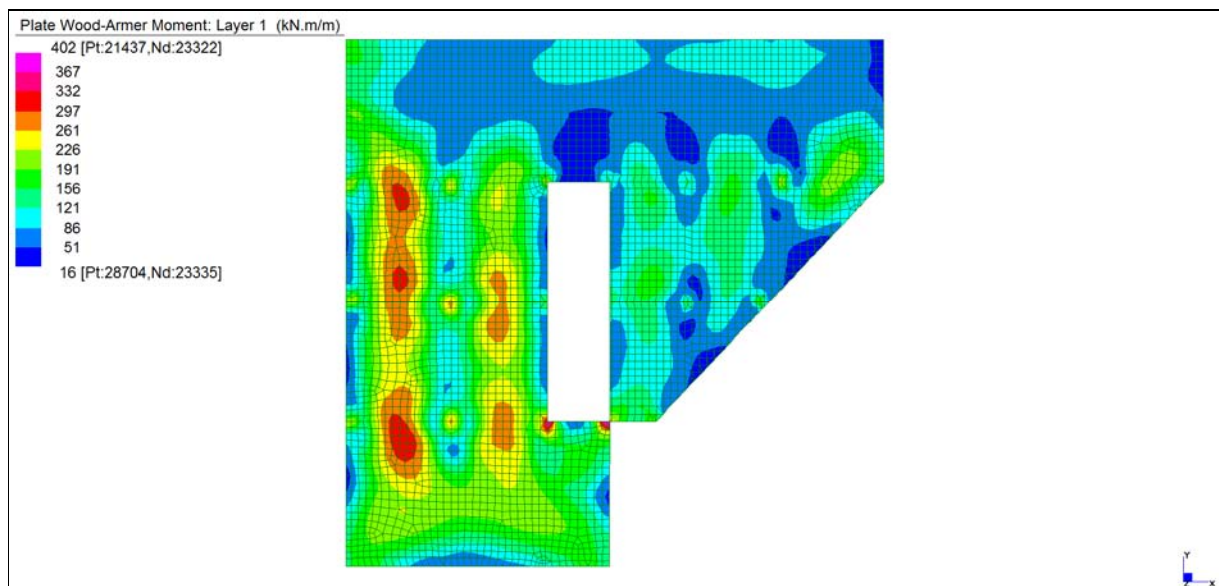
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

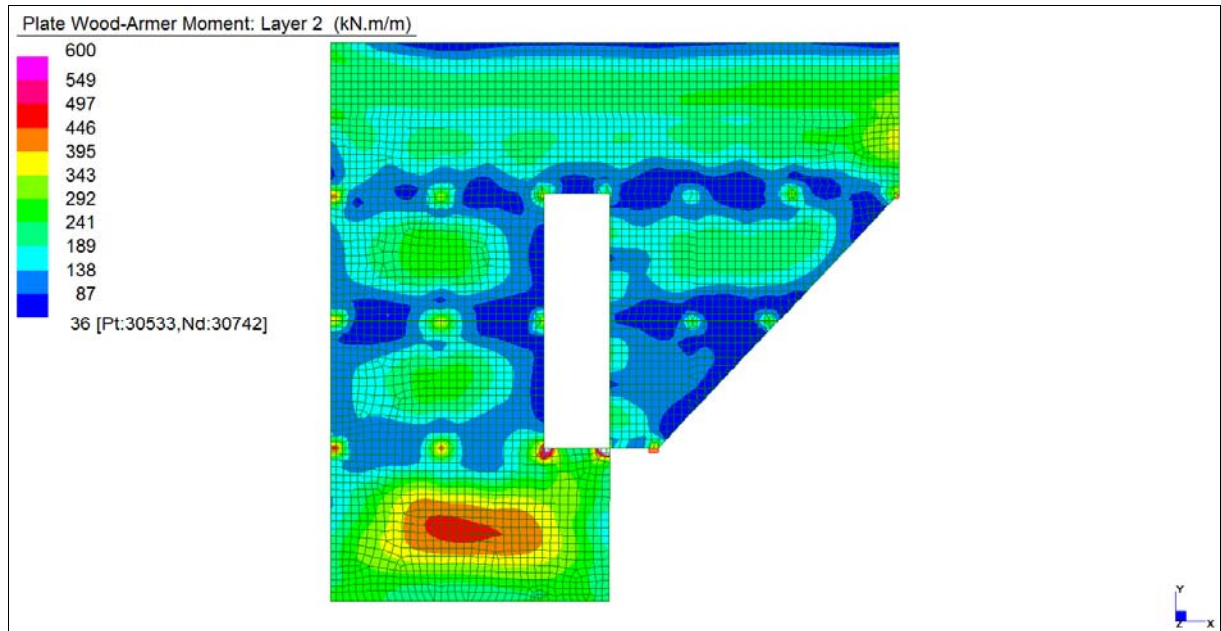
#### Grafici di combinazione di SLU



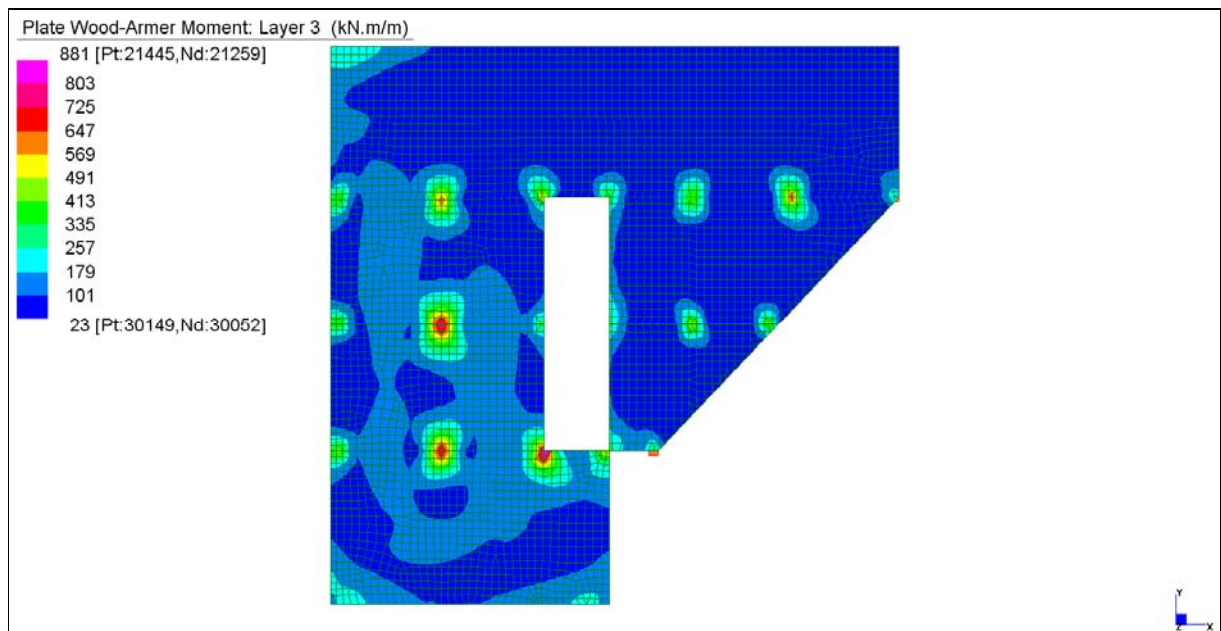
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



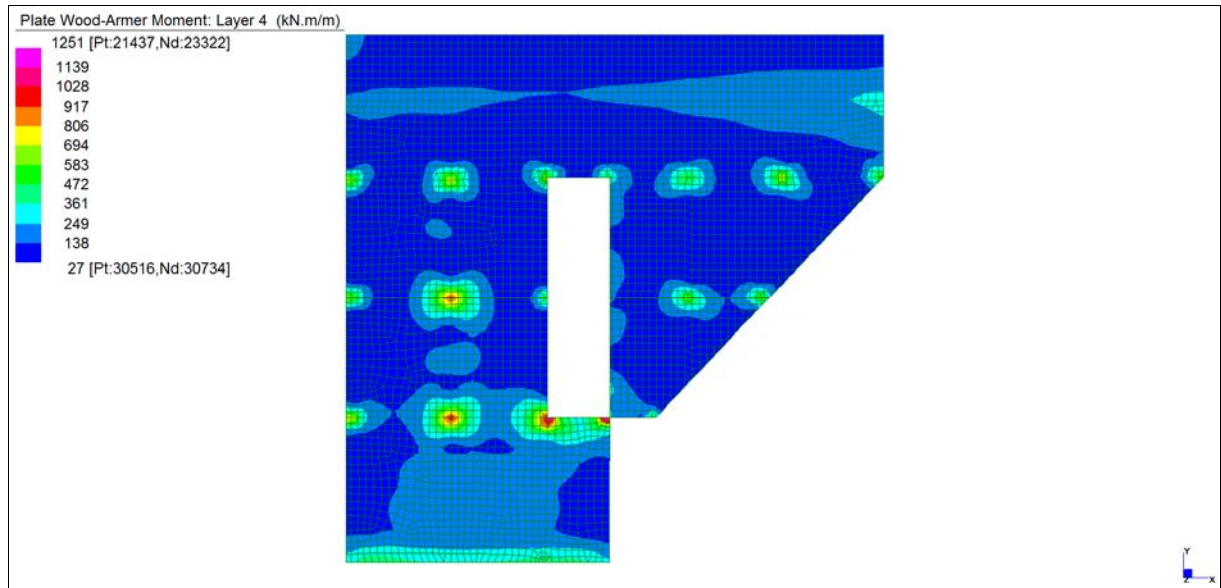
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



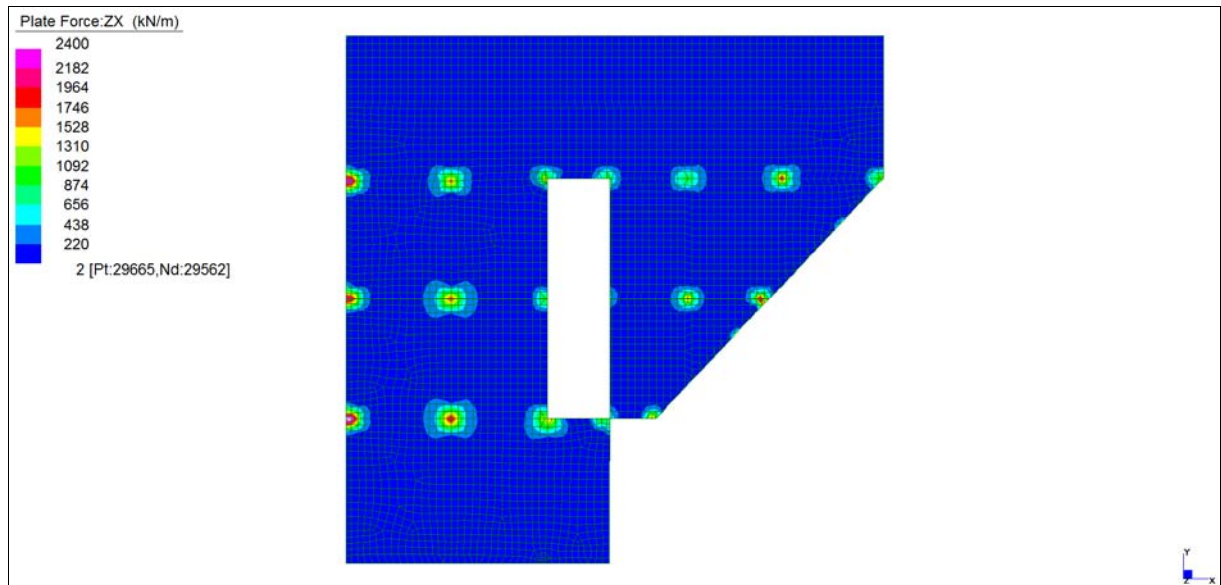
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

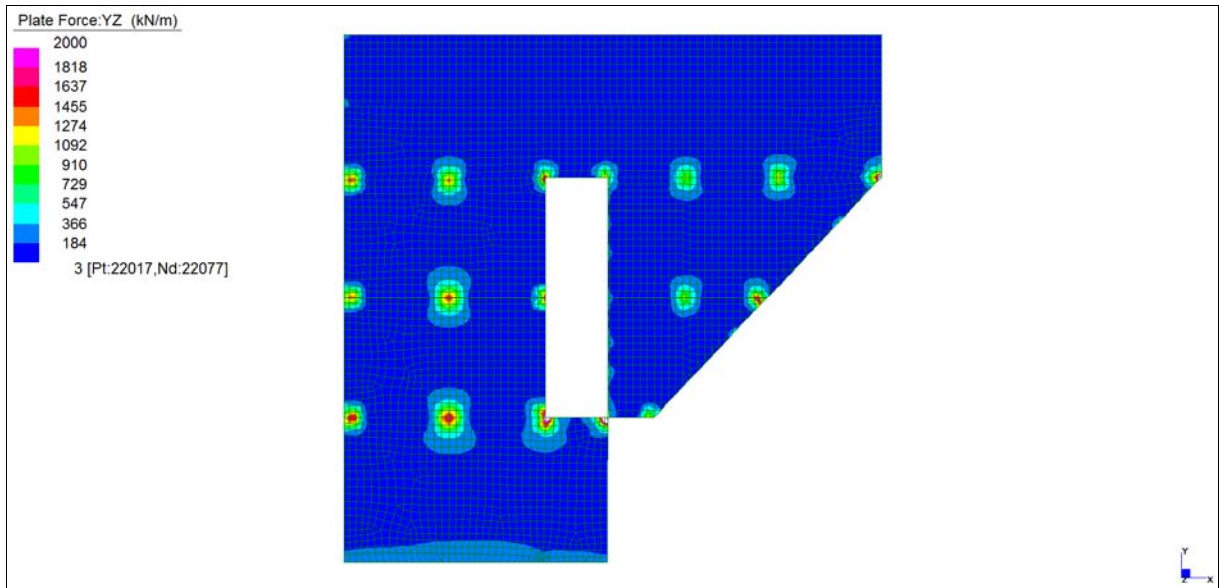


*Sforzo di taglio  $V_{ZX}$  (S.L.U.)*



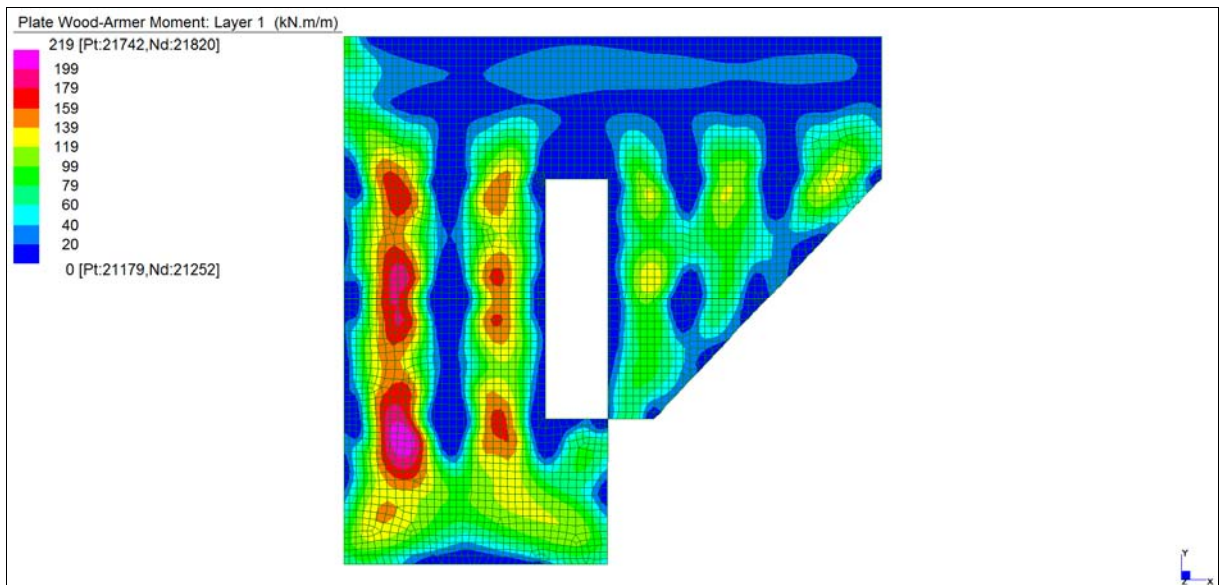
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

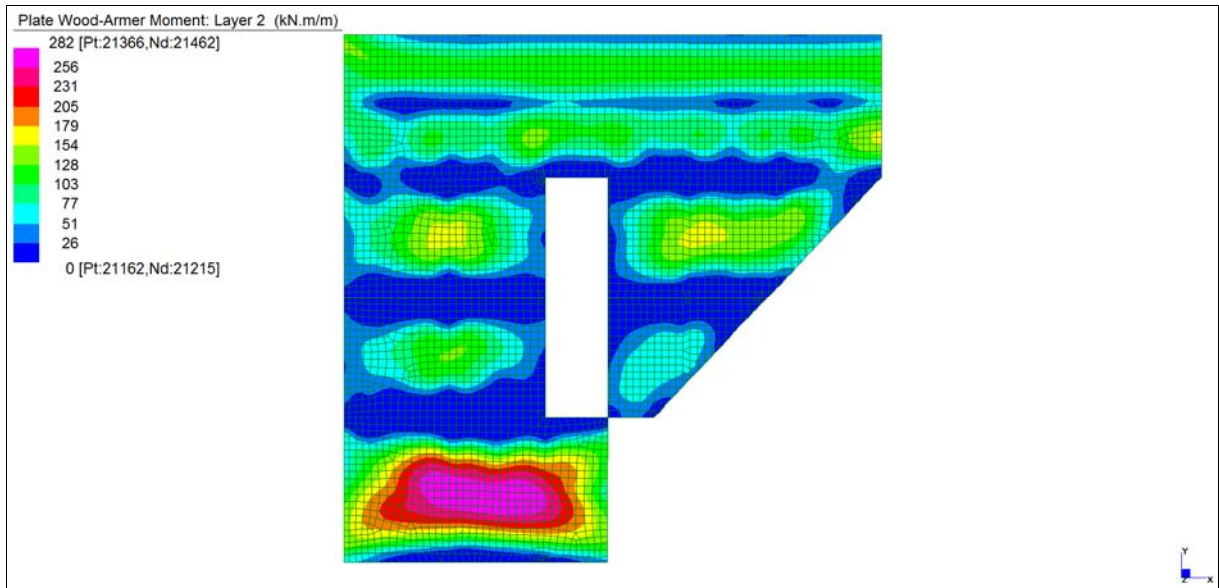
**Grafici di combinazione RARA**



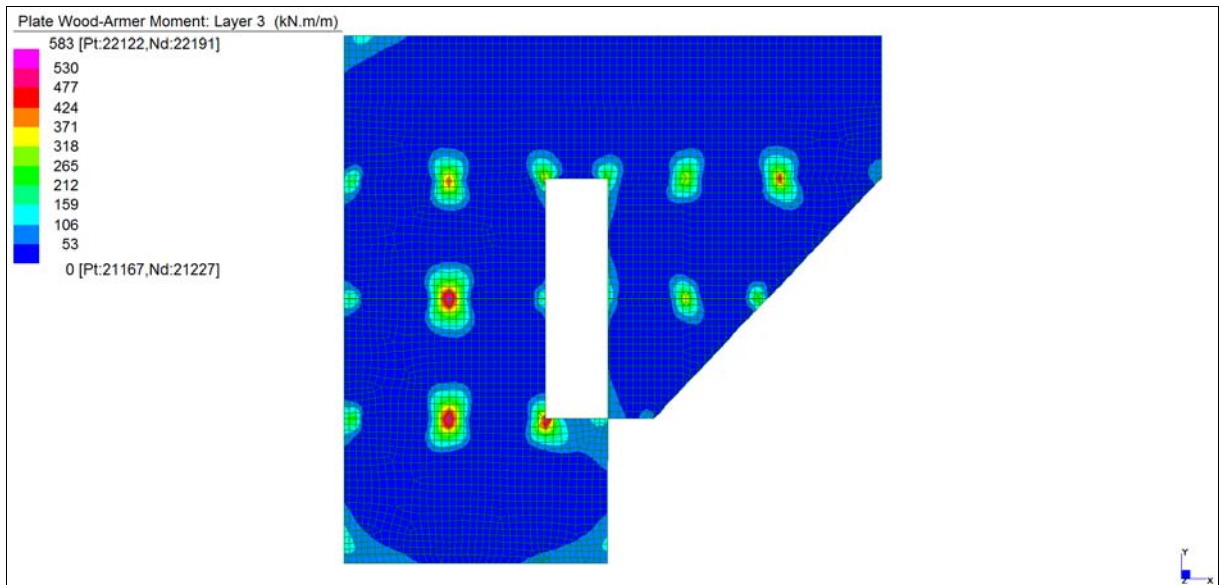
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



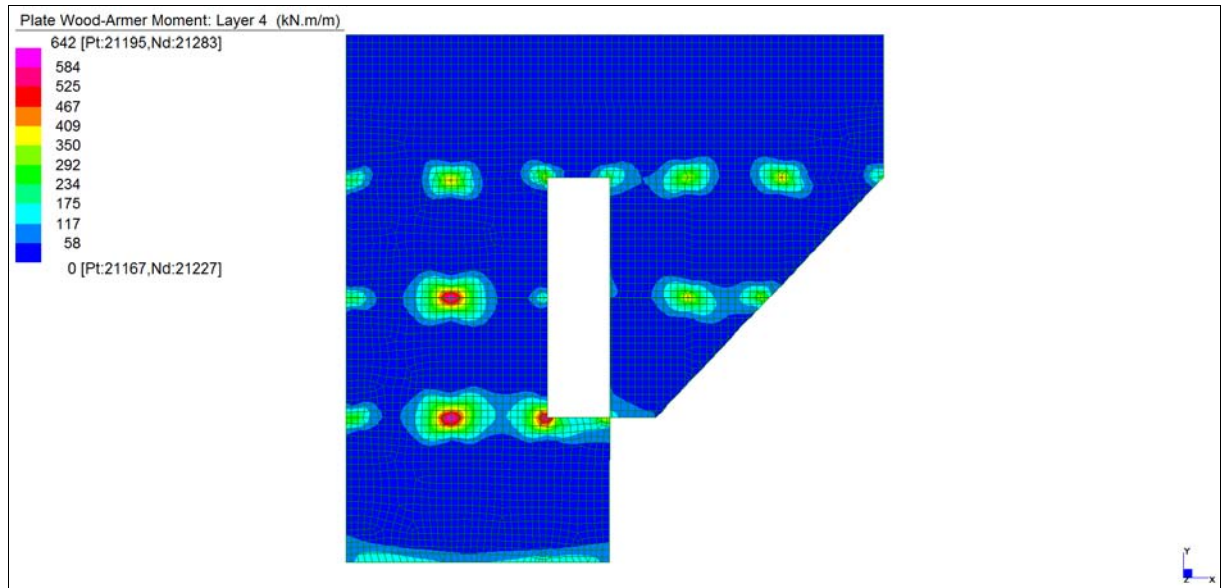
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

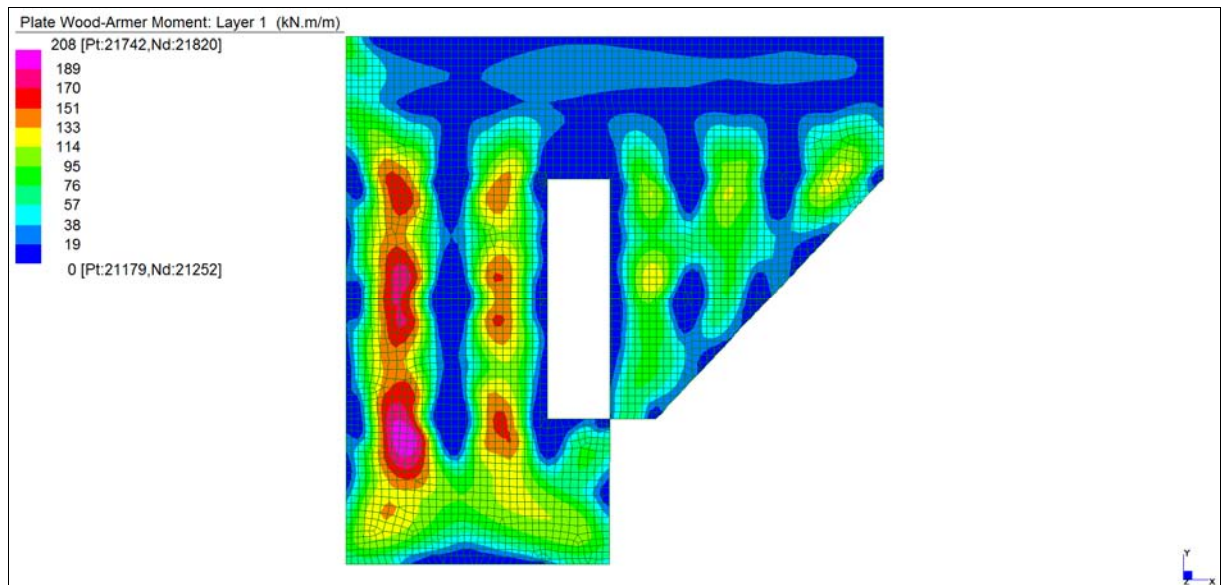
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

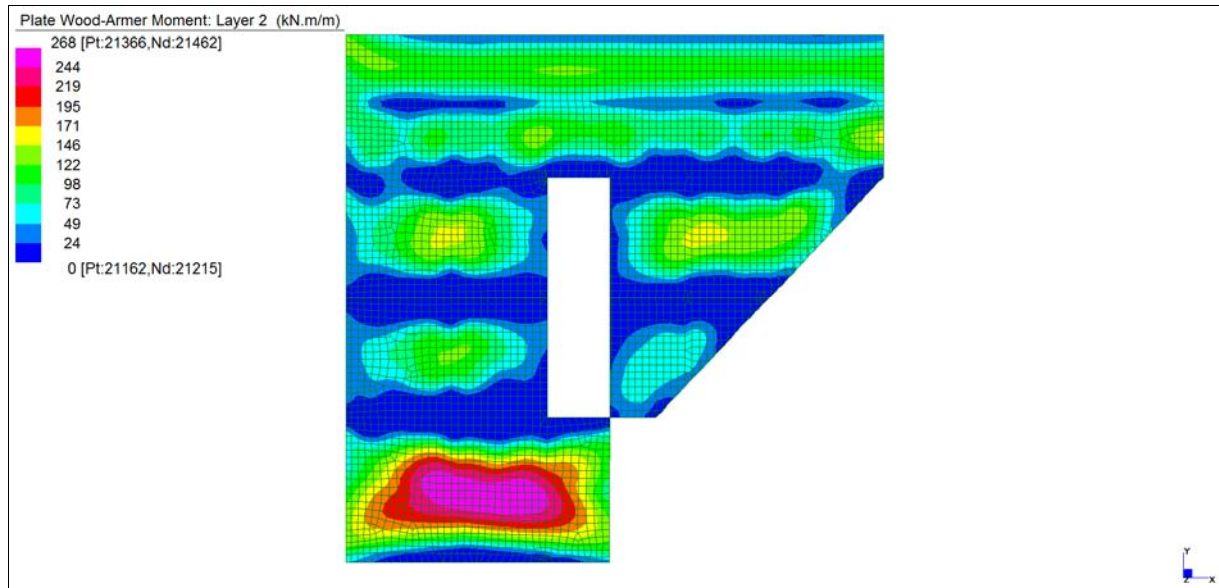
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



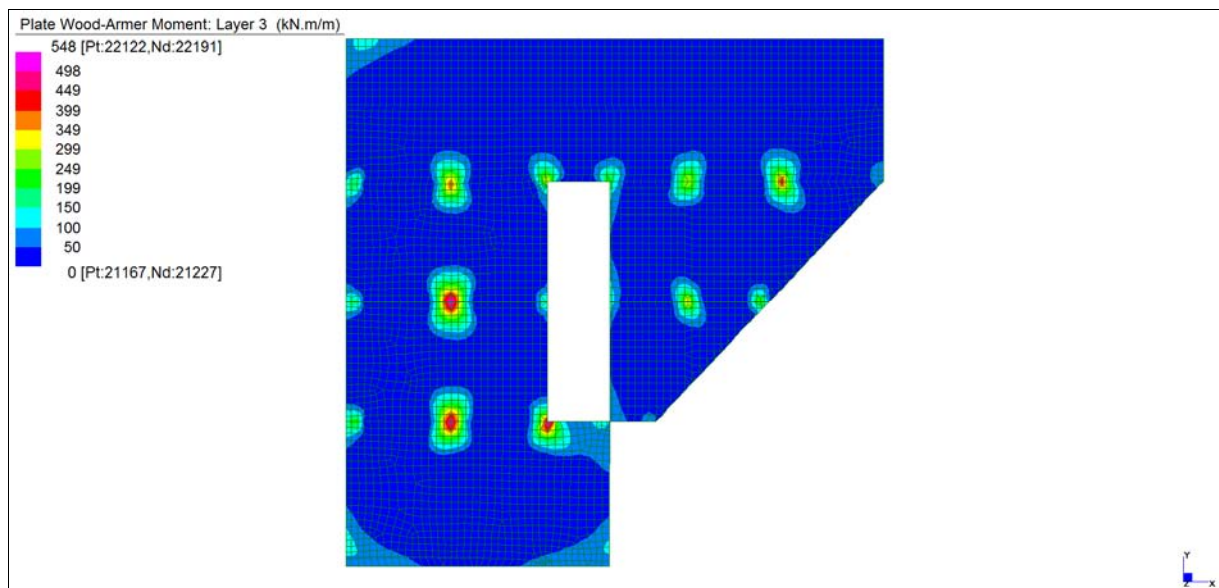
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



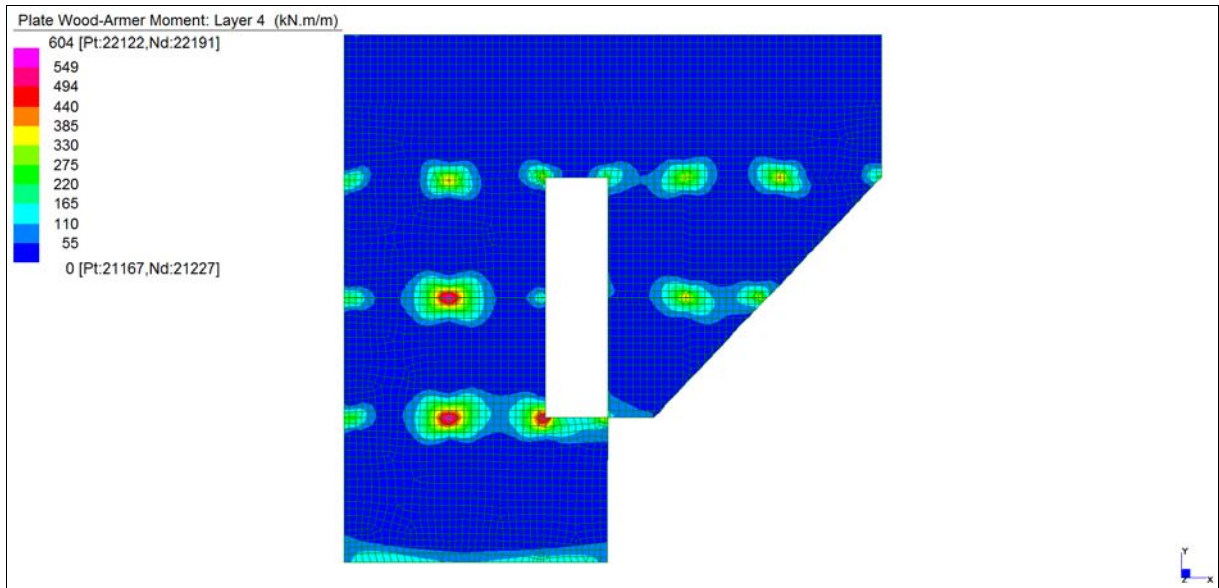
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

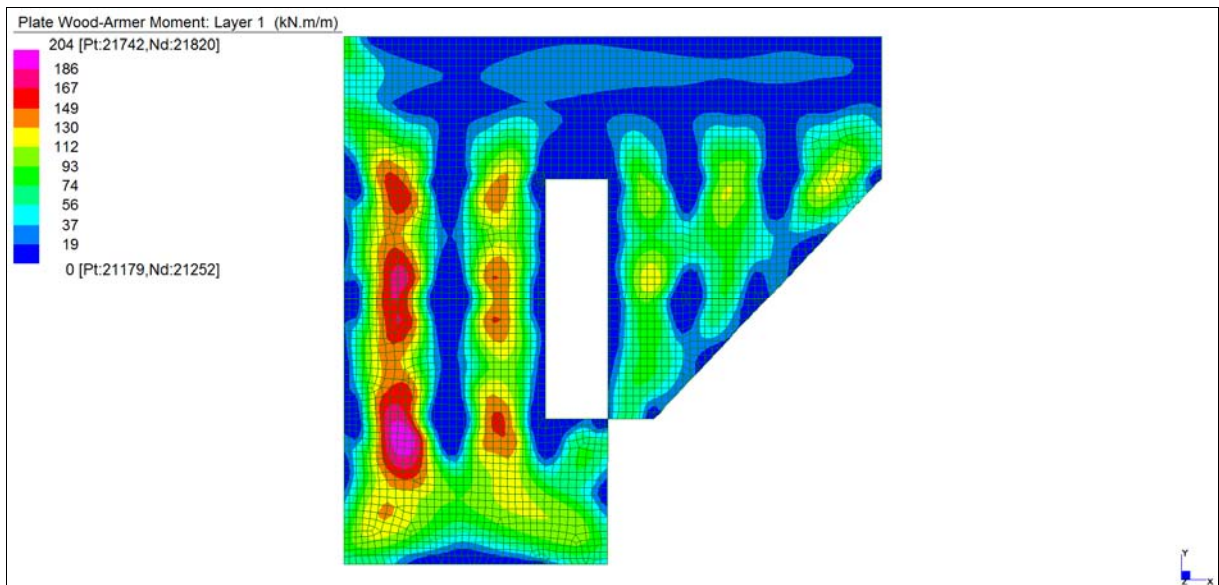
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

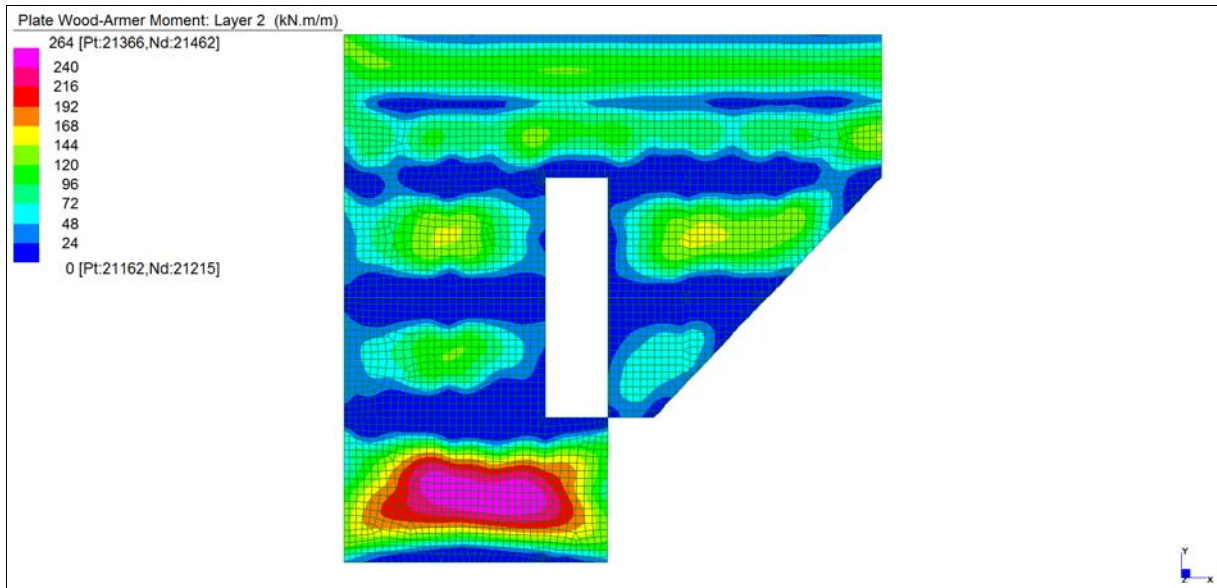
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



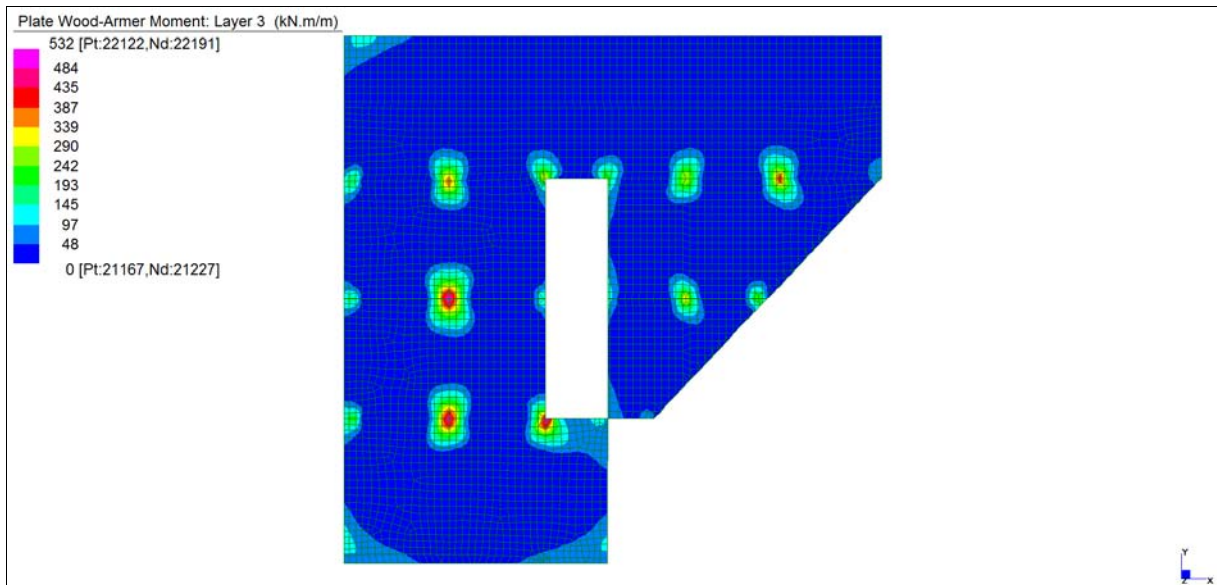
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



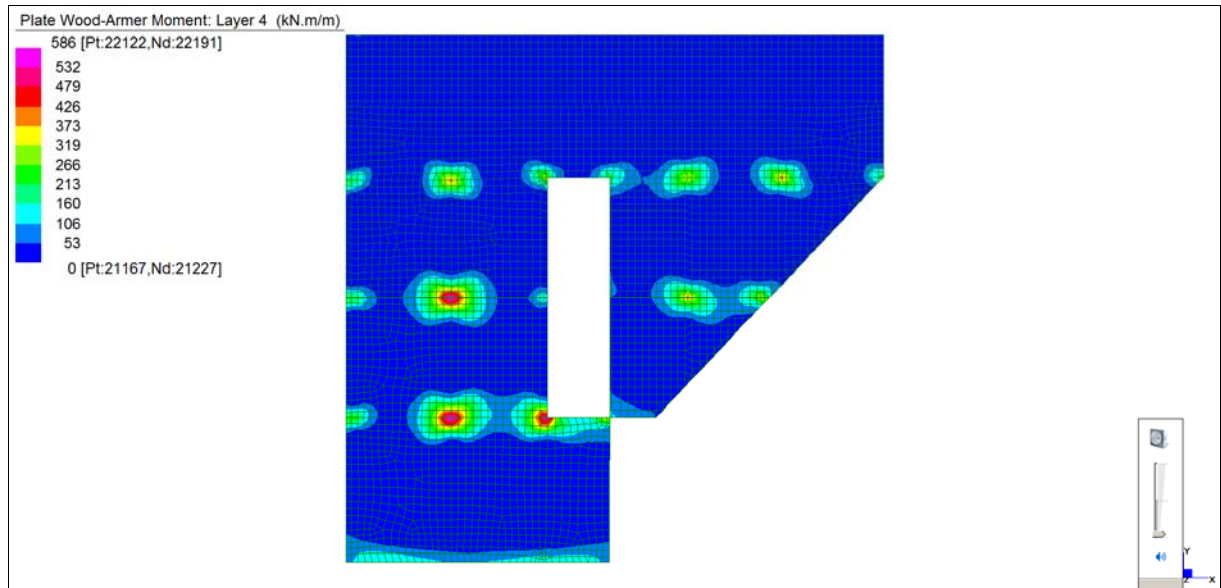
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



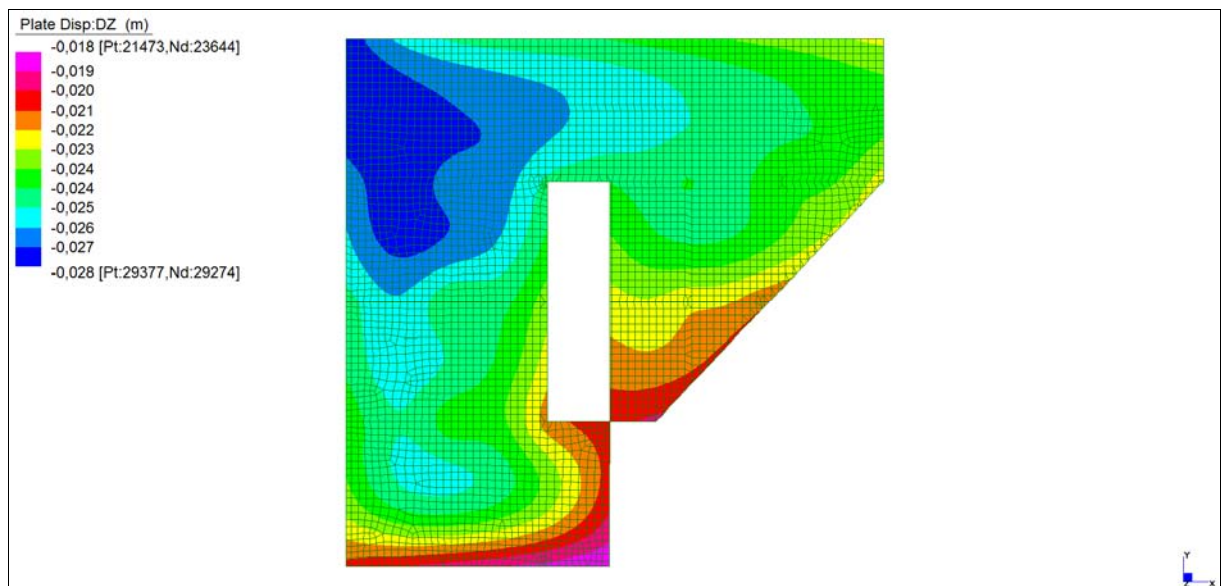
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



*Spostamento  $d_{z,min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 20/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 307$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 325$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Soletta(+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	402	471	Si
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	-	-	φ20/20	600	627	Si
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	800	961	Si
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ20/20	φ20/20	1000	1050	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+680,10 m)*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,Y</sub>	M <sub>Ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 84	60	53	60	60	900	φ20/20	2646	43	266	1,15	0,644	0,399	-	φ16/40/40	0,644	0,703	Si	2,415	3,292	Si
pil 33	60	53	70	70	940	φ20/20	4023	277	1028	1,17	0,954	0,399	-	φ20/40/40	0,954	1,099	Si	3,202	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,Y</sub>	M <sub>Ed,Z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 87	60	53	60	60	510	450	φ20/20	2216	119	443	1,40	1,159	0,399	-	φ16/20/40	1,159	1,409	Si	3,283	3,292	Si
pil 32	60	53	70	70	540	470	φ20/20	2275	476	901	1,40	1,124	0,399	-	φ16/20/40	1,124	1,384	Si	2,889	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+680,10 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Soletta(+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	219	5,58	≤ 17,43	201	≤ 360
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	-	-	φ20/20	282	5,54	≤ 17,43	182	≤ 360
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	583	11,41	≤ 17,43	254	≤ 360
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ20/20	φ20/20	642	10,78	≤ 17,43	246	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+680,10 m)*

SLE FREQUENTE	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
Soletta(+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	208	0,21	≤ 0,40
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	-	-	φ20/20	268	0,15	≤ 0,40
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	548	0,35	≤ 0,40
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ20/20	φ20/20	604	0,28	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Soletta (+680,10 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Soletta(+680) XX inf-L1	100	60	52	47	-	8	φ20/20	φ16/20	-	φ20/20	204	5,20	≤ 13,07	0,20	≤ 0,30
Soletta (+680) YY inf-L2	100	60	55	50	-	5	φ20/10	-	-	φ20/20	264	5,19	≤ 13,07	0,15	≤ 0,30
Soletta (+680) XX sup-L3	100	60	52	47	-	8	φ20/10	φ26/20	-	φ20/20	470	9,20	≤ 13,07	0,29	≤ 0,30
Soletta (+680) YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ20/20	φ20/20	586	9,84	≤ 13,07	0,27	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Soletta (+680,10 m)*

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

## 15.4 MURI (sp 50 cm)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

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

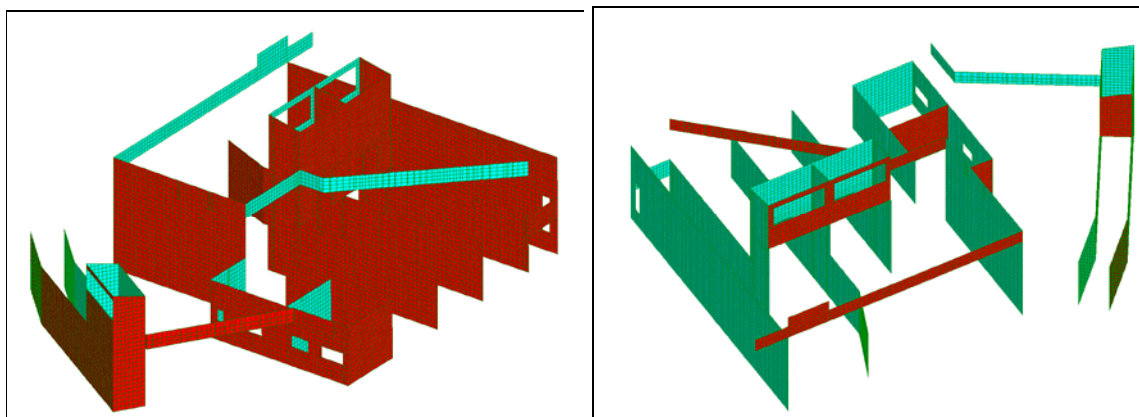
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



Vista d'insieme\_Muri

Muri (sp 50 cm)

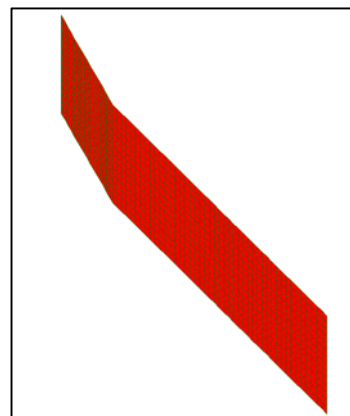
#### LEGENDA

Layer 1: Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

Layer 2: Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

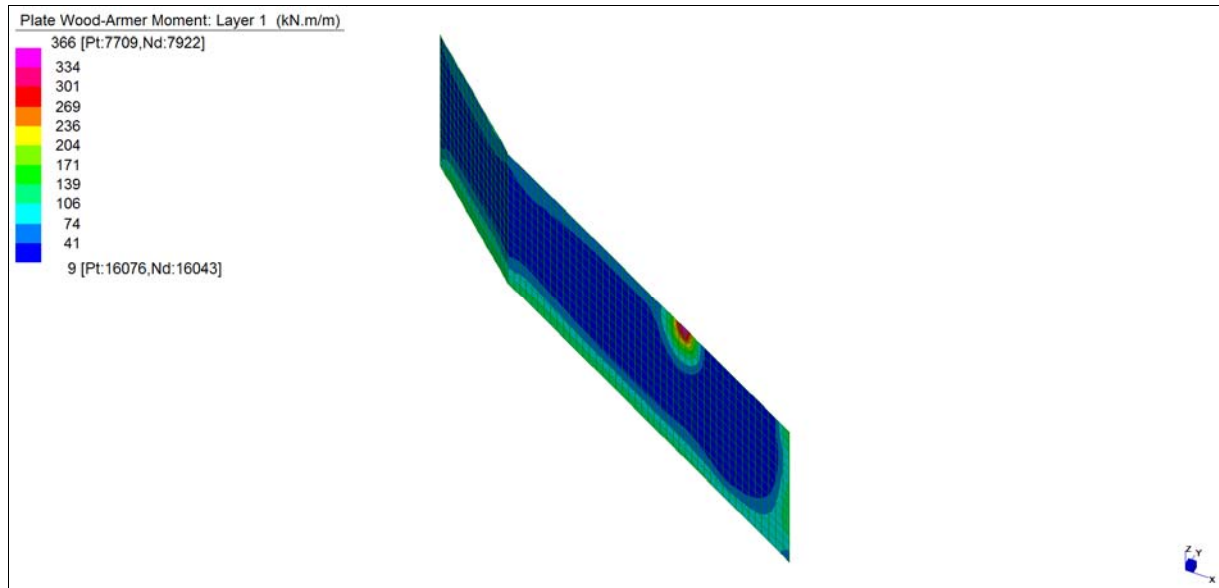
Layer 3: Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

Layer 4: Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

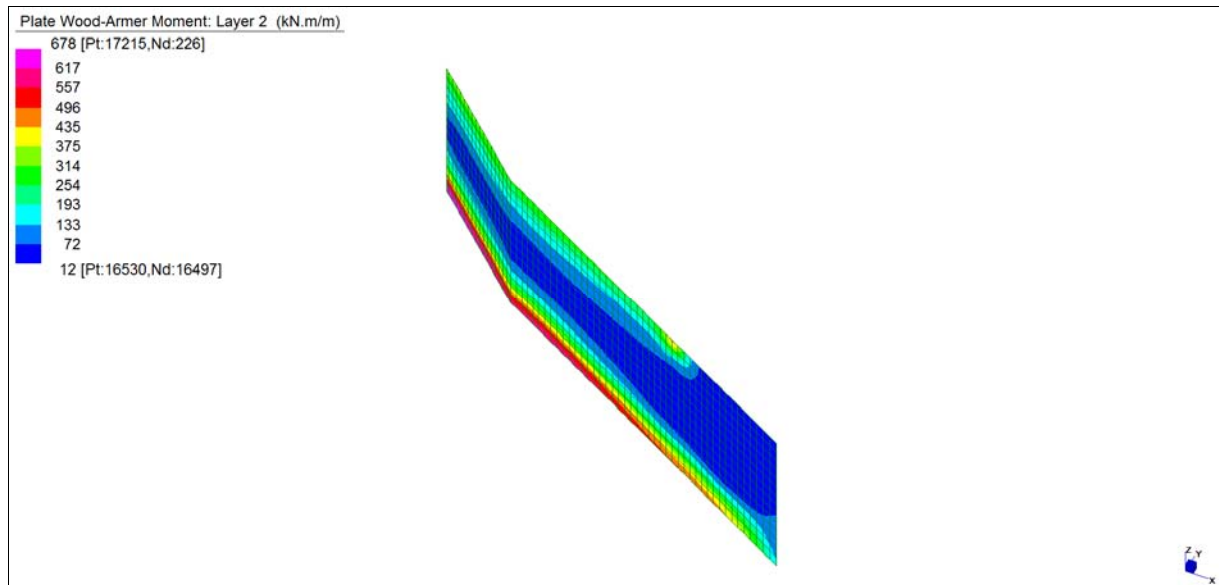


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



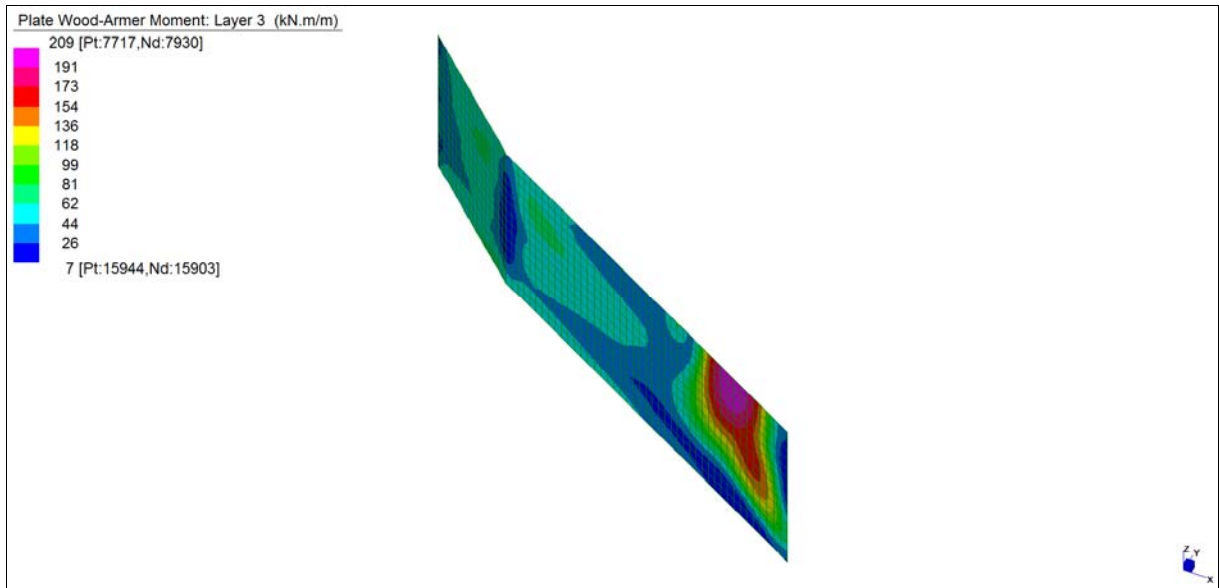
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



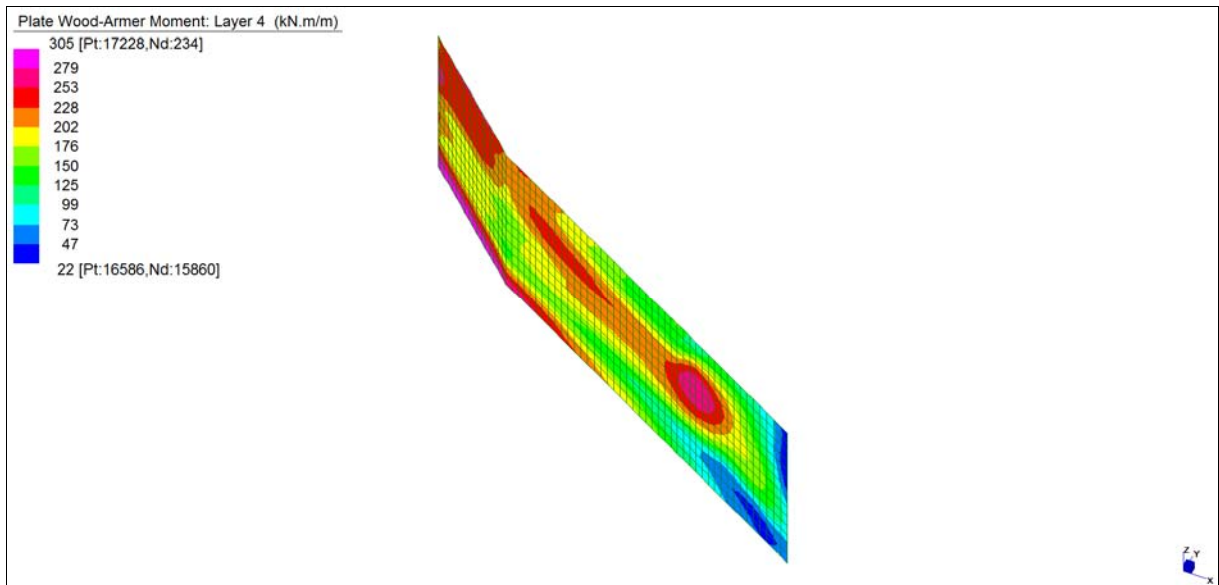
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



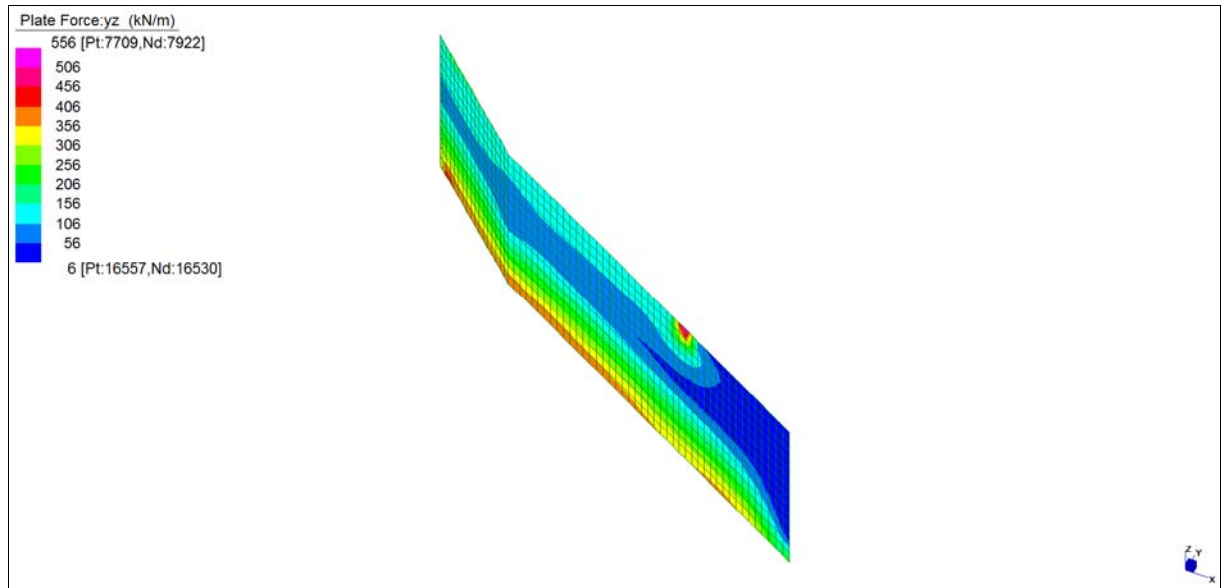
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



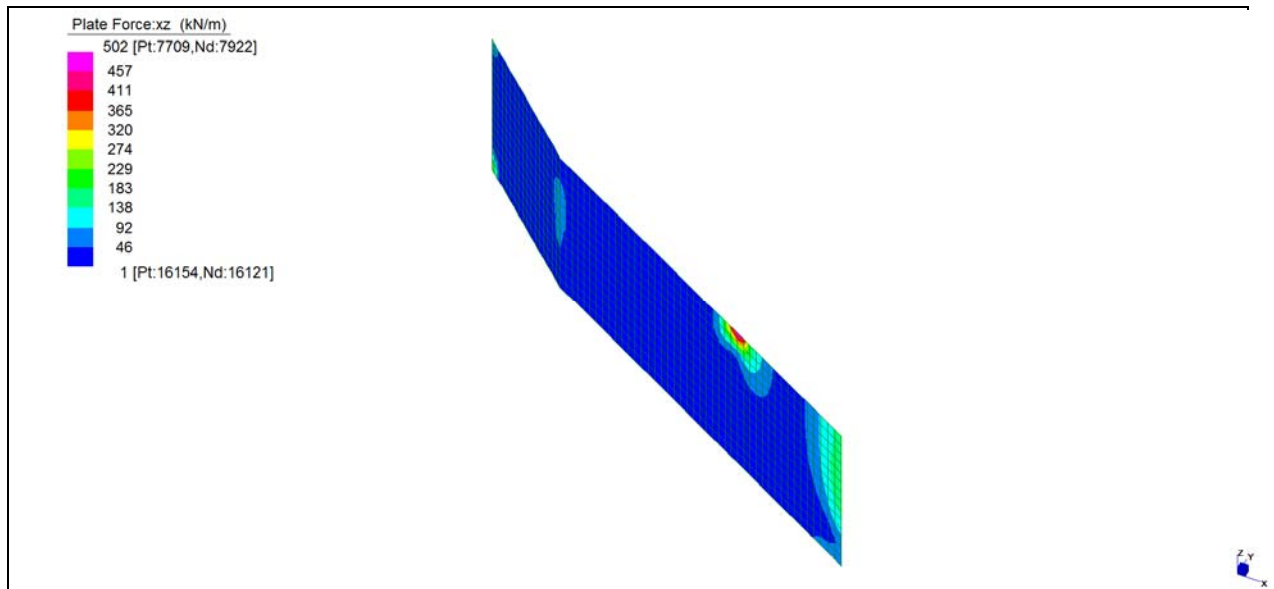
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Sforzo di taglio\_dir. Verticale  $V_{YZ\_locale}$  (S.L.U.)

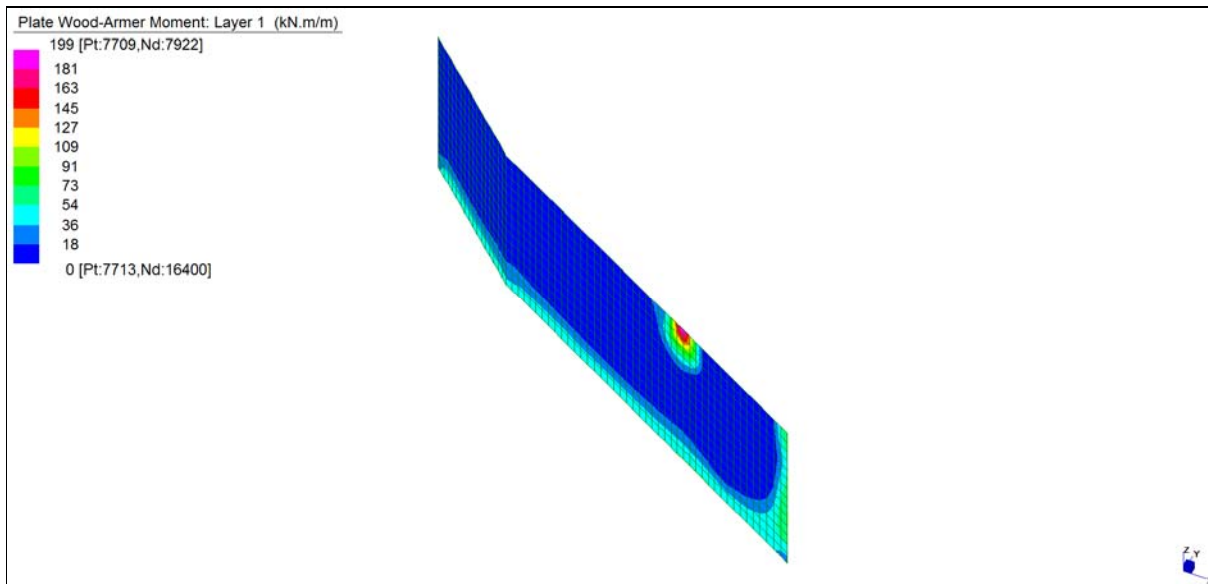


Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)

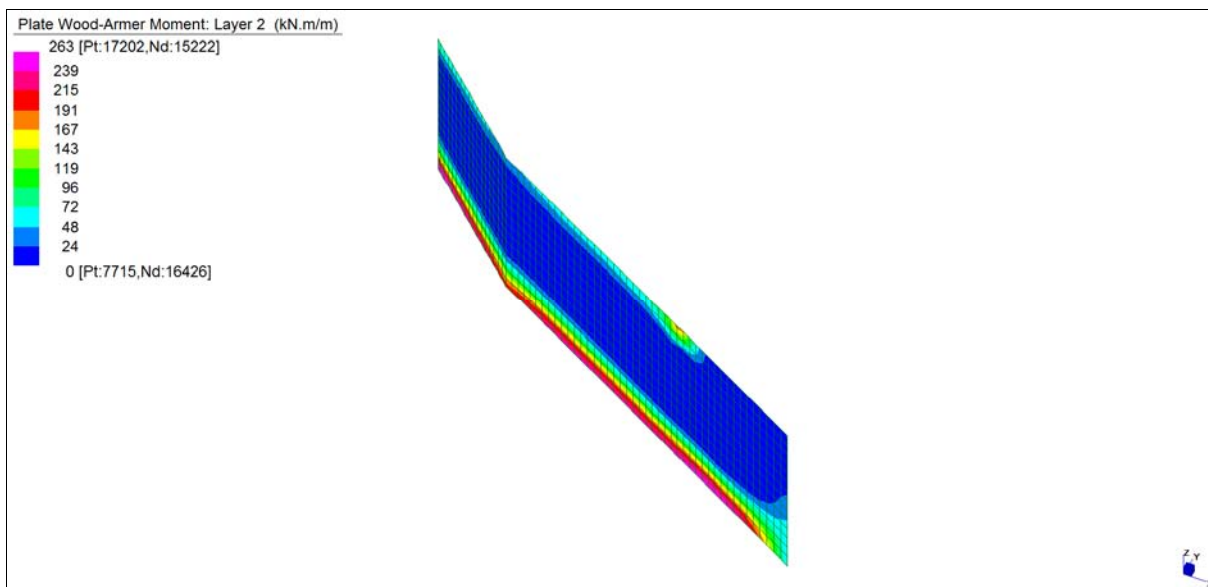
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



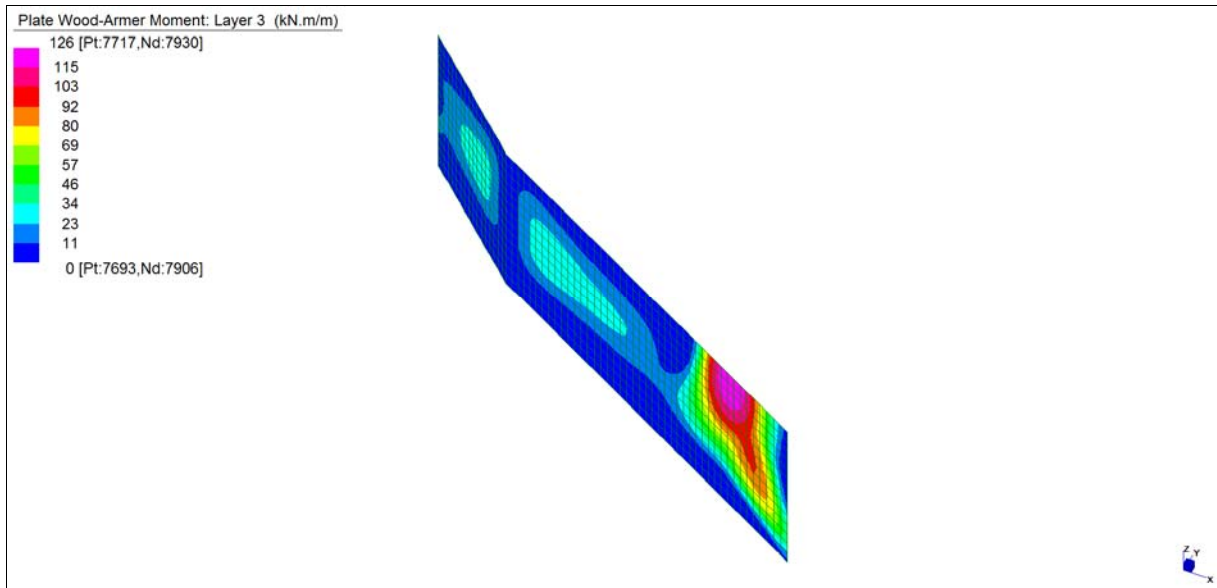
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



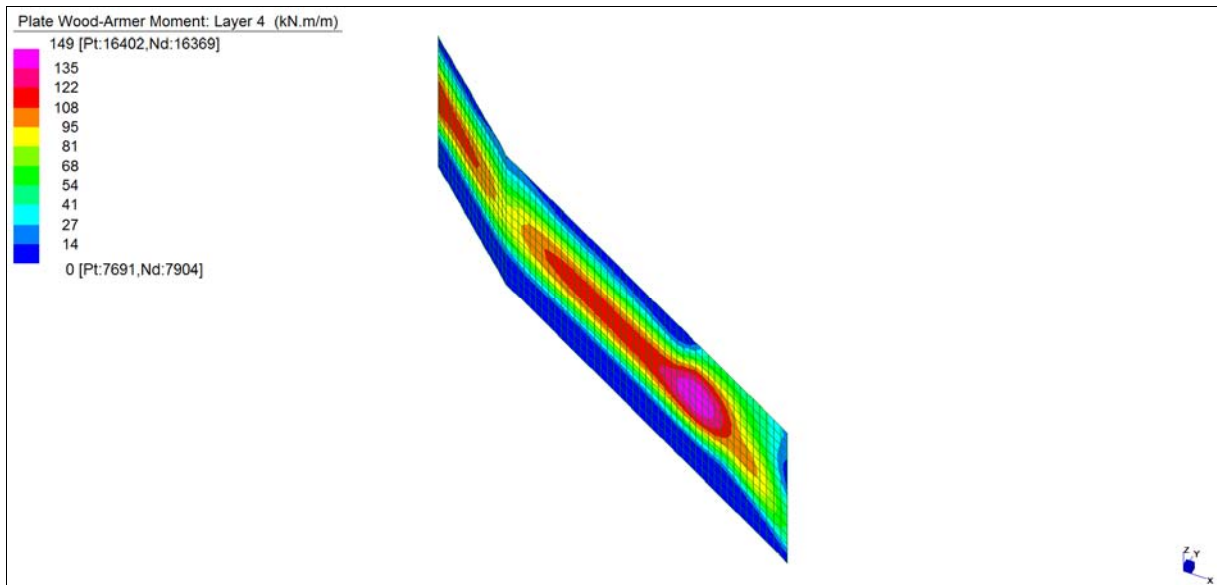
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



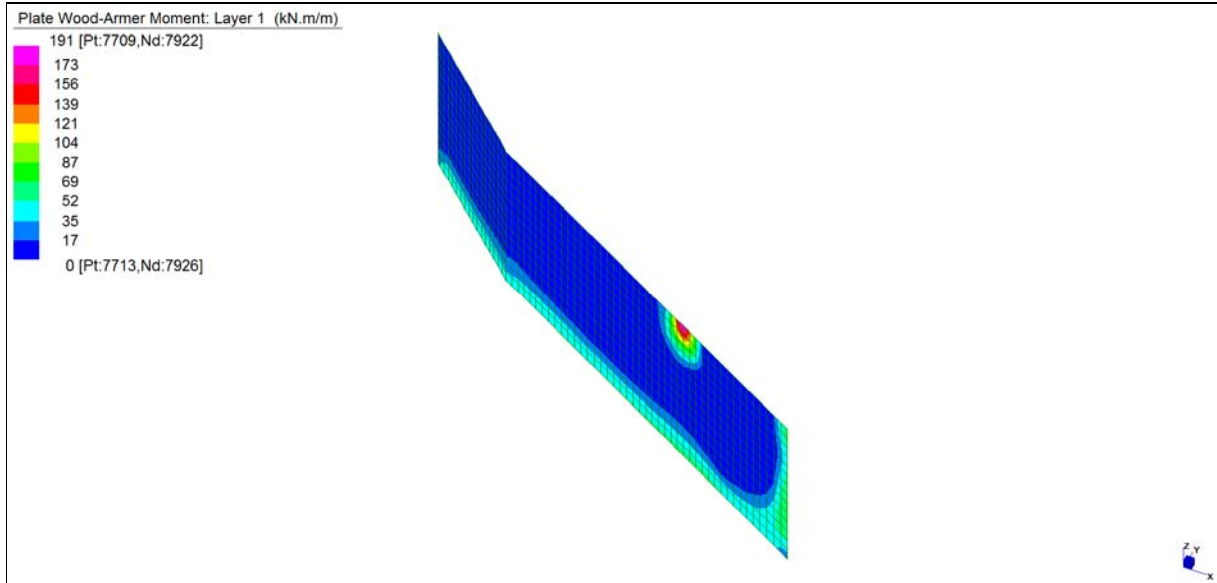
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*



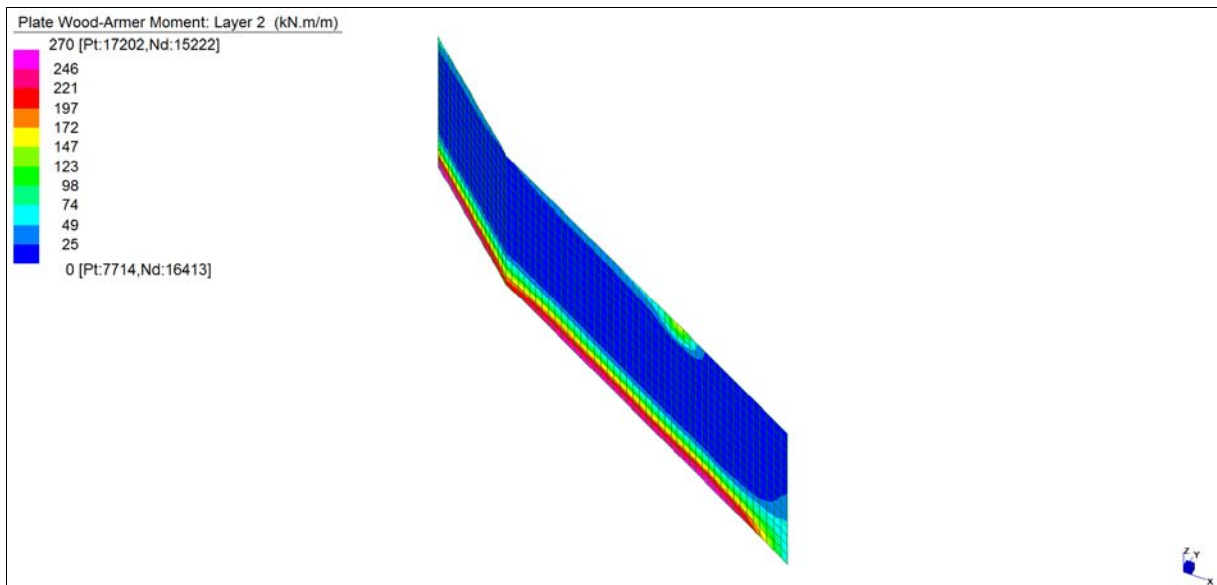
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



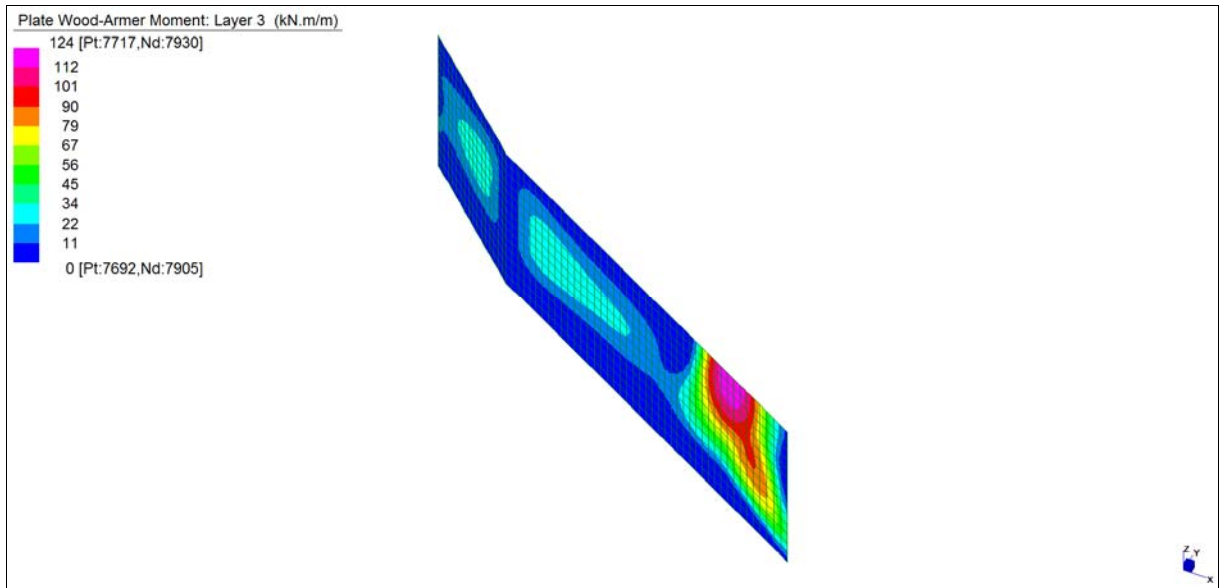
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



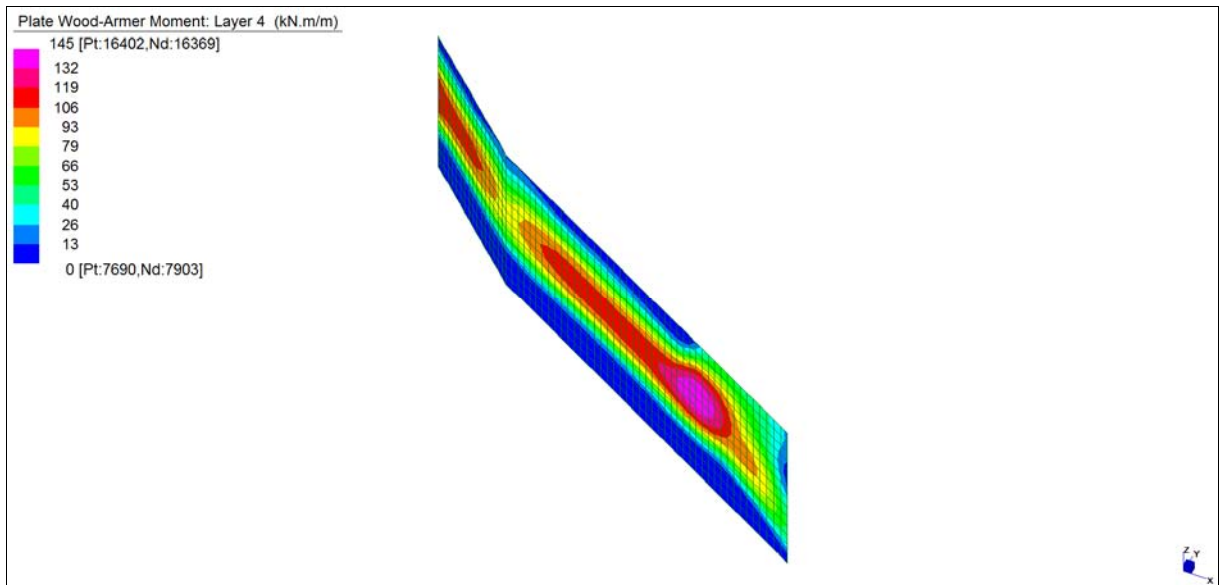
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

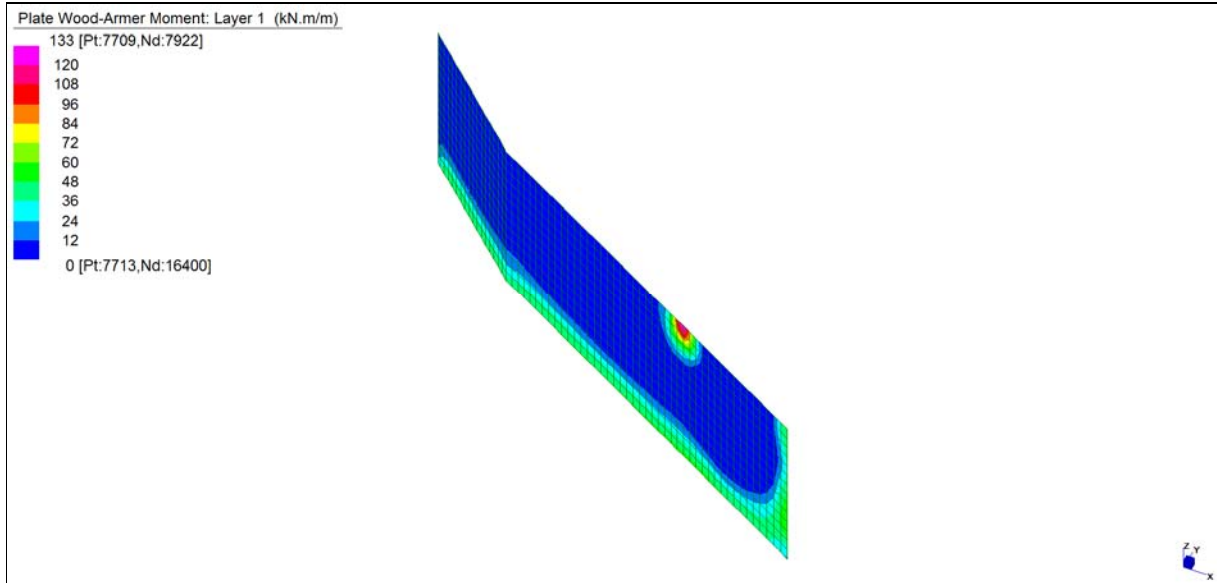


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

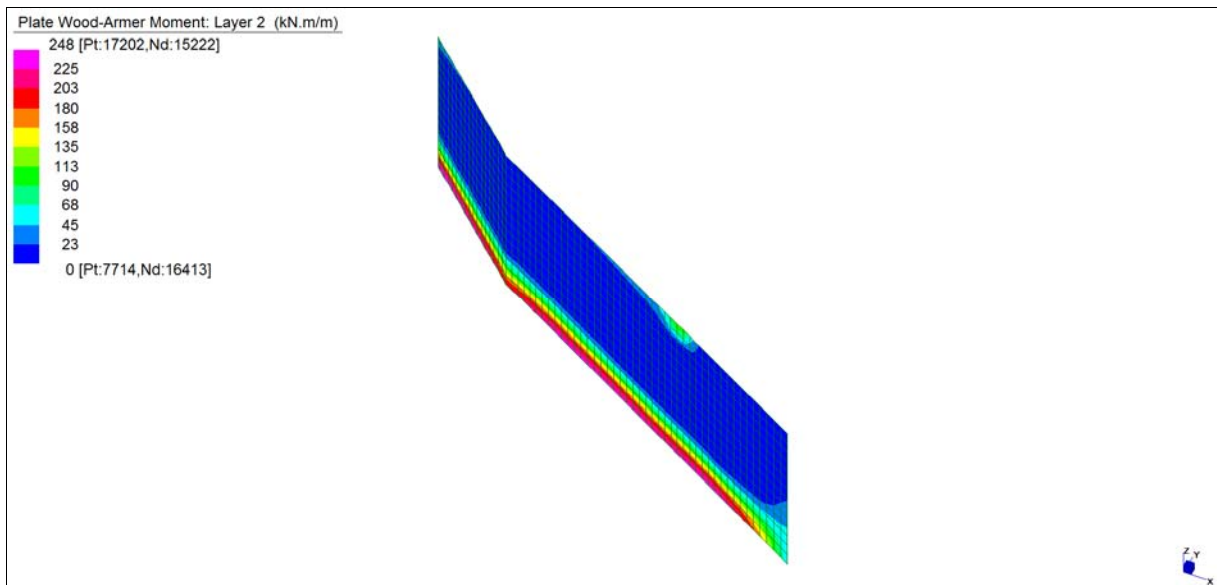
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



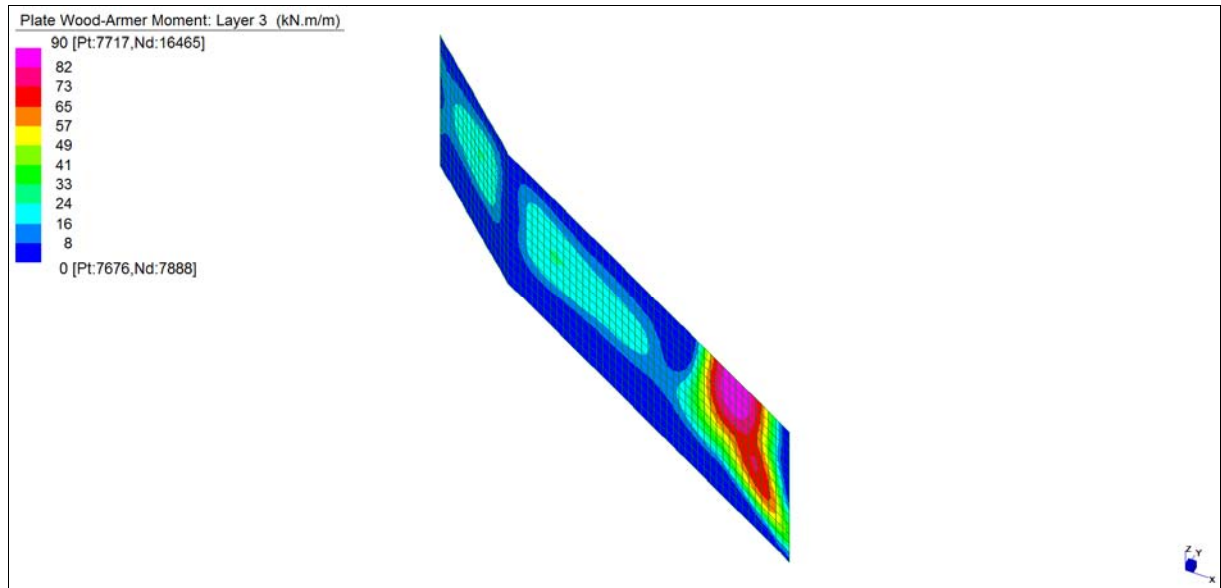
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



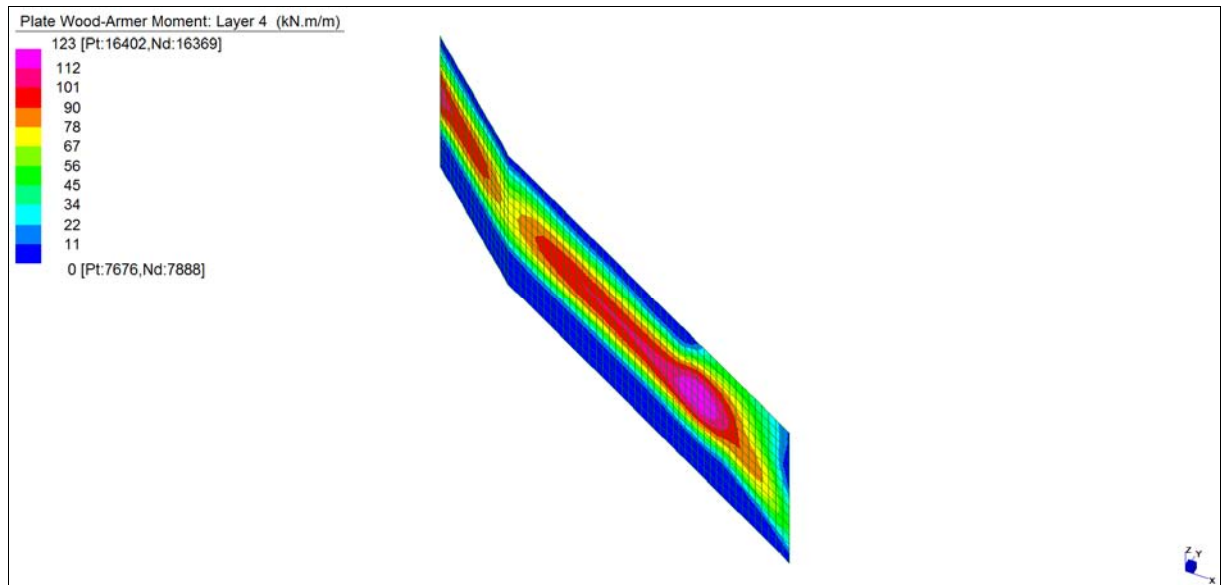
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ14/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 132$  kNm/m;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 252$  kNm/m.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ20/20	-	φ14/20	366	384	Sì
Muri (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ20/20	φ22/20	φ20/20	670	677	Sì
Muri (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	209	259	Sì
Muri (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	305	366	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 50 cm)*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	50	45	5000	φ14/20	0,0052	1,667	0,406	300	222	-	φ10/20/20	90	26,6	300	621	1335	Sì
Vert	100	50	43	5000	φ20/20	0,0073	1,682	0,412	450	240	-	φ10/20/20	90	26,6	450	594	1275	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 50 cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ20/20	-	φ14/20	199	6,37	≤ 17,43	211	≤ 360
Muri (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ20/20	φ22/20	φ20/20	263	7,40	≤ 17,43	163	≤ 360
Muri (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	126	4,70	≤ 17,43	200	≤ 360
Muri (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	149	5,01	≤ 17,43	167	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) \_ Muri (sp = 50 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ20/20	-	φ14/20	191	0,23	≤ 0,40
Muri (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ20/20	φ22/20	φ20/20	270	0,22	≤ 0,40
Muri (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	124	0,12	≤ 0,40
Muri (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	145	0,16	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) \_ Muri (sp = 50 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri (50cm) L1	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ20/20	-	φ14/20	133	4,26	≤ 13,07	0,09	≤ 0,30
Muri (50cm) L2	100	50	43	43	37	7	φ20/20	φ20/20	φ22/20	φ20/20	248	6,98	≤ 13,07	0,20	≤ 0,30
Muri (50cm) L3	100	50	45	45	-	5	φ14/20	φ14/20	-	φ14/20	90	3,36	≤ 13,07	0,09	≤ 0,30
Muri (50cm) L4	100	50	43	43	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	123	4,13	≤ 13,07	0,10	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) \_ Muri (sp = 50 cm)*

## 15.5 MURI (sp 35 cm)

### 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.

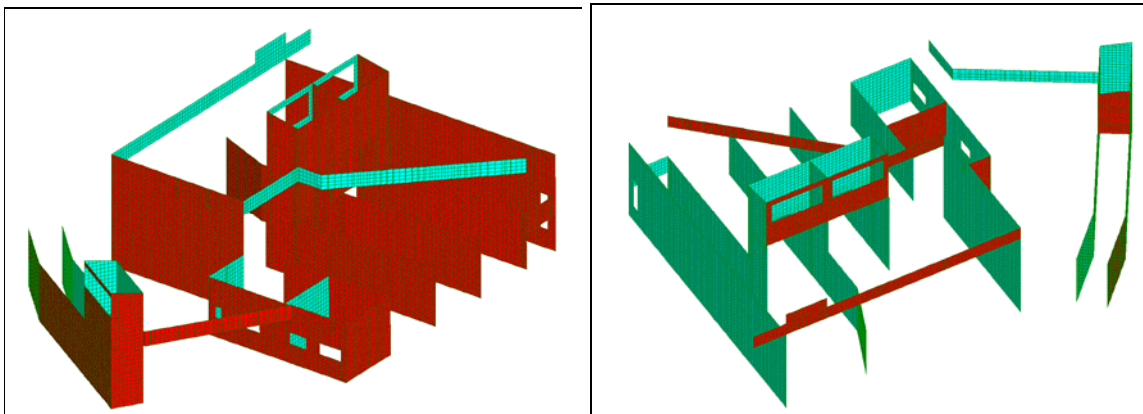
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



Vista d'insieme\_Muri

Muri (sp 35 cm)

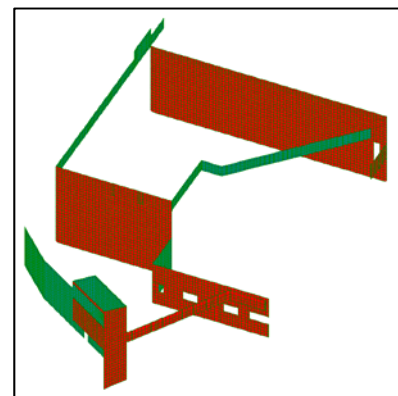
#### LEGENDA

Layer 1: Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

Layer 2: Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

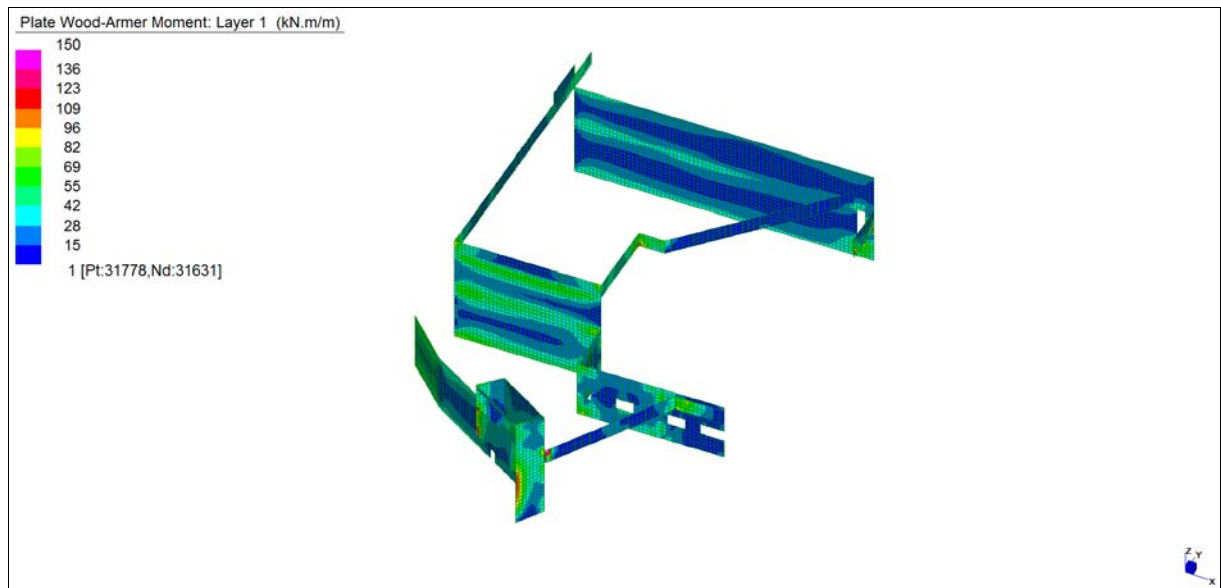
Layer 3: Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

Layer 4: Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

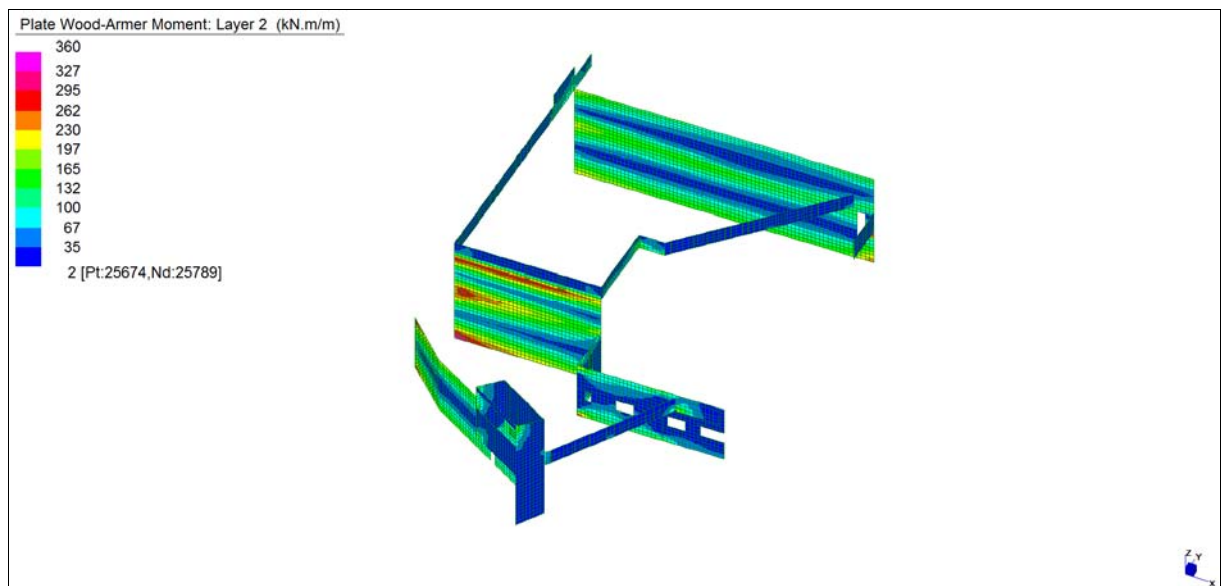


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

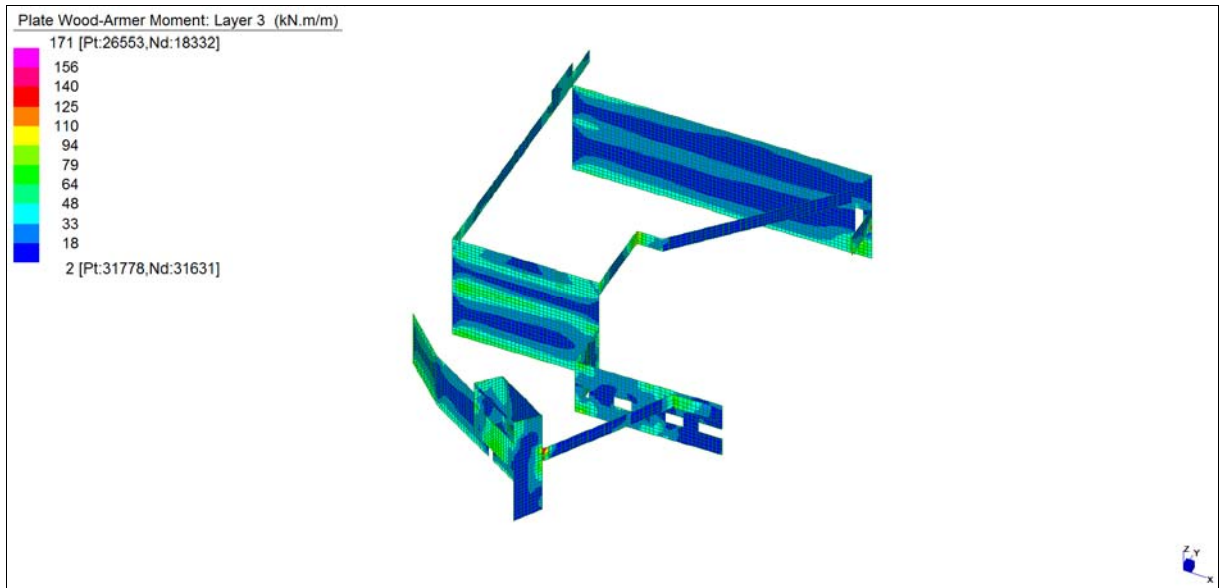


*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

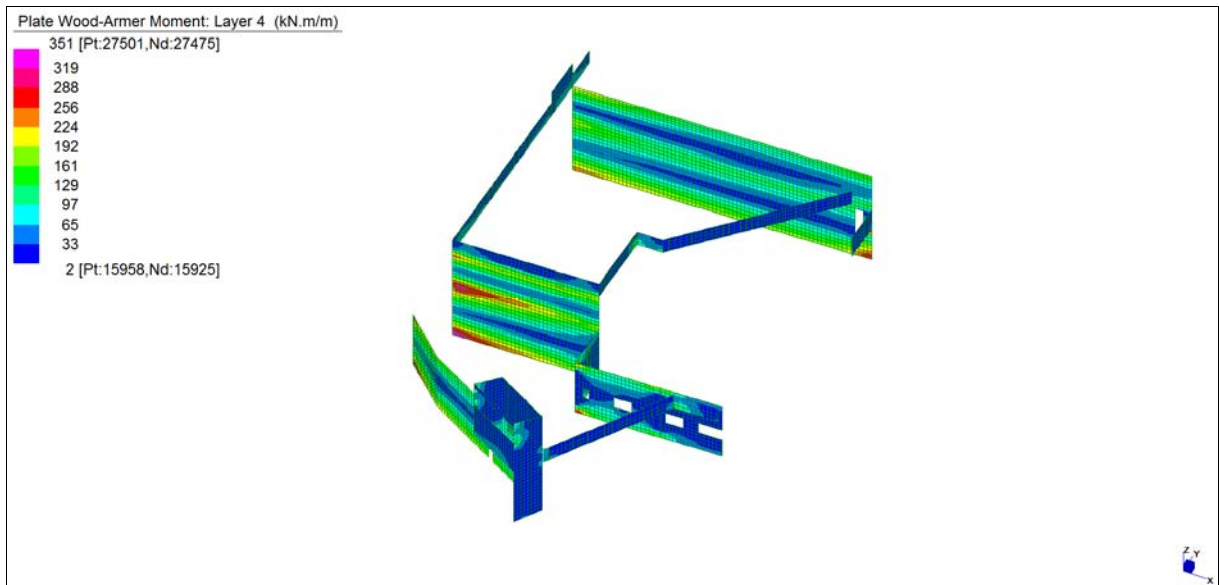


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



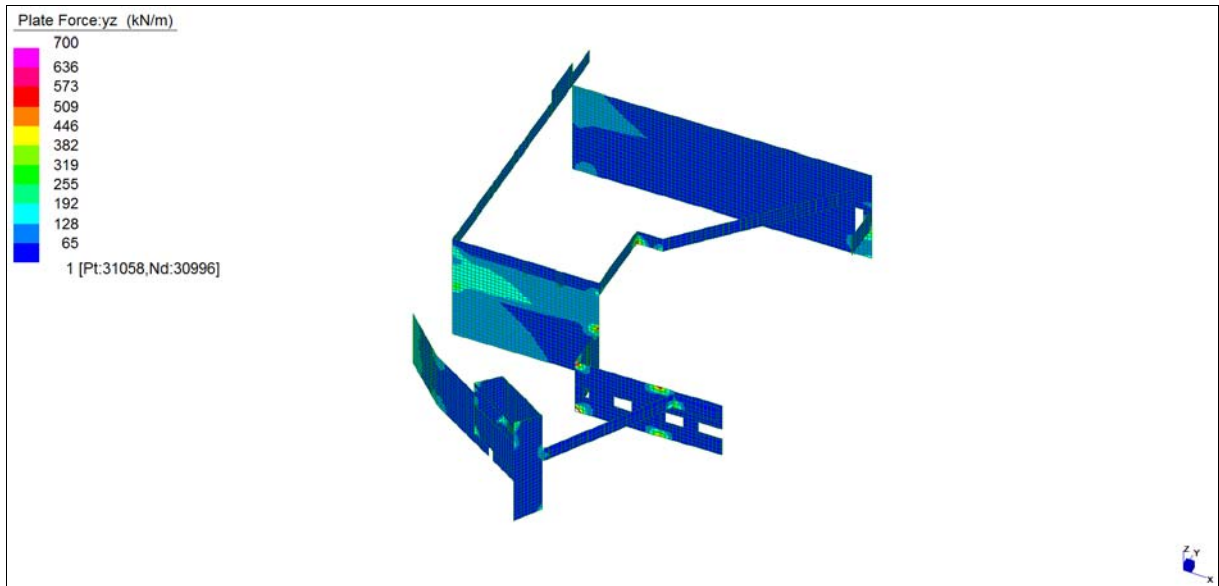
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



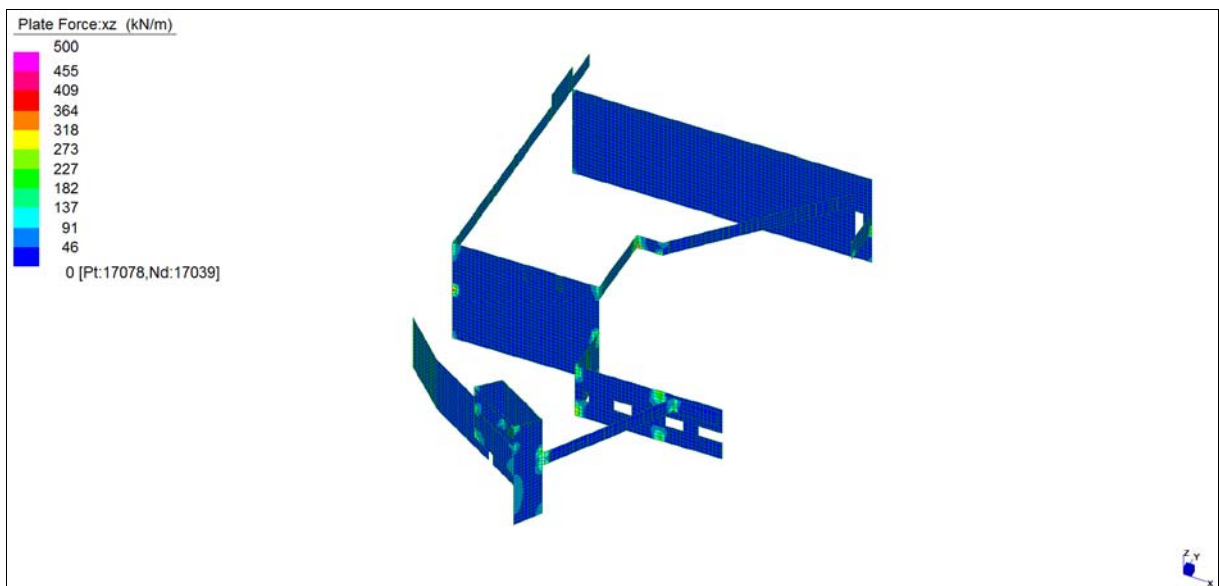
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale  $V_{YZ_{locale}}$  (S.L.U.)*

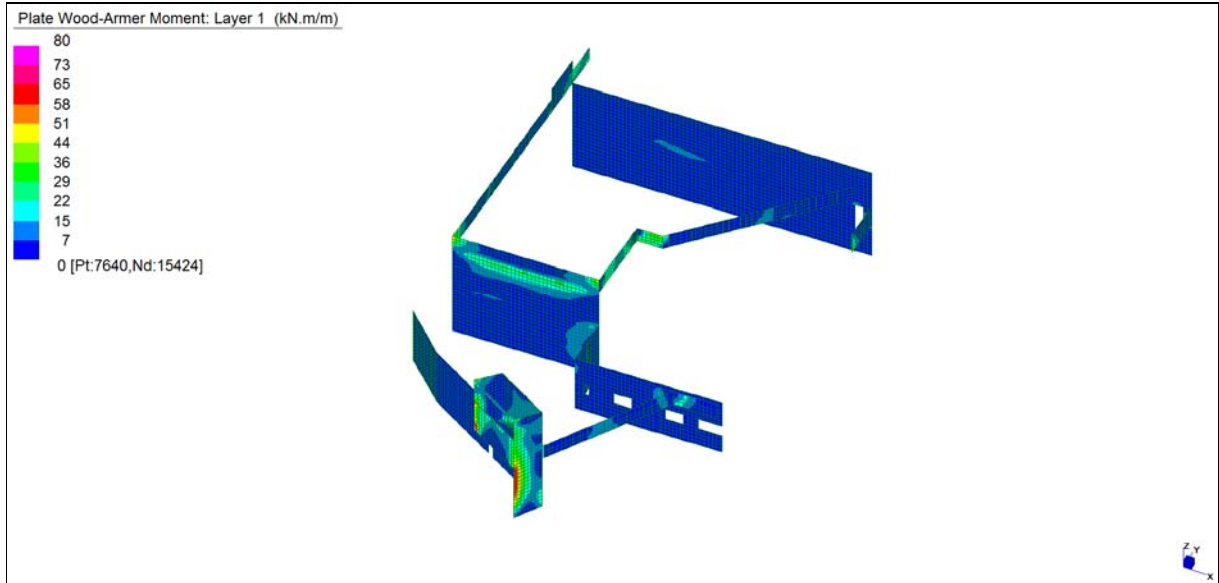


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX_{locale}}$  (S.L.U.)*

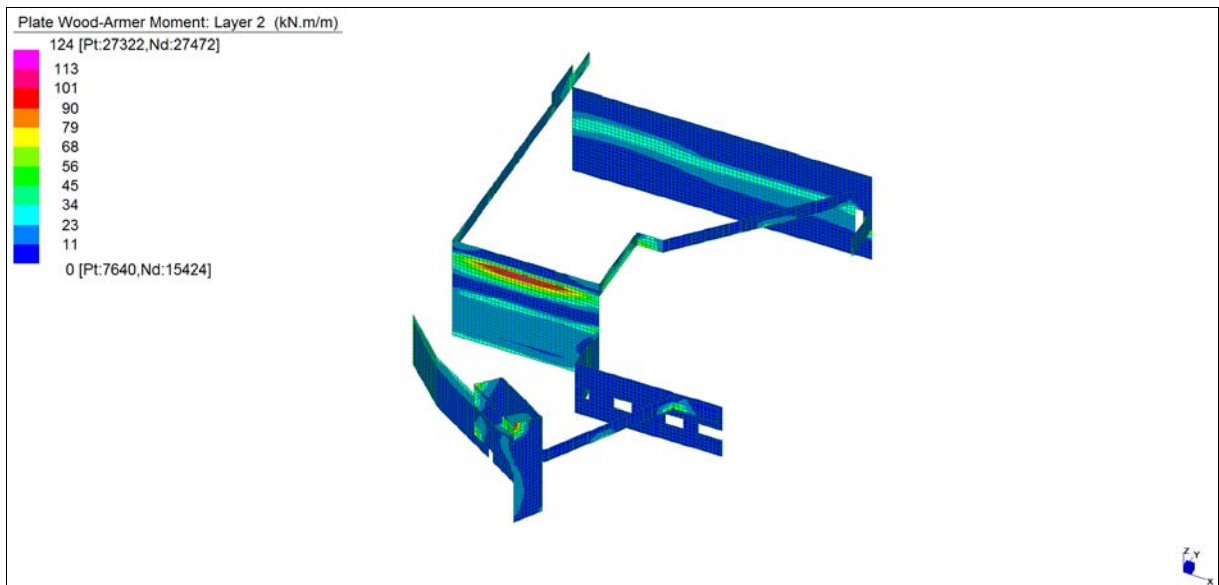
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



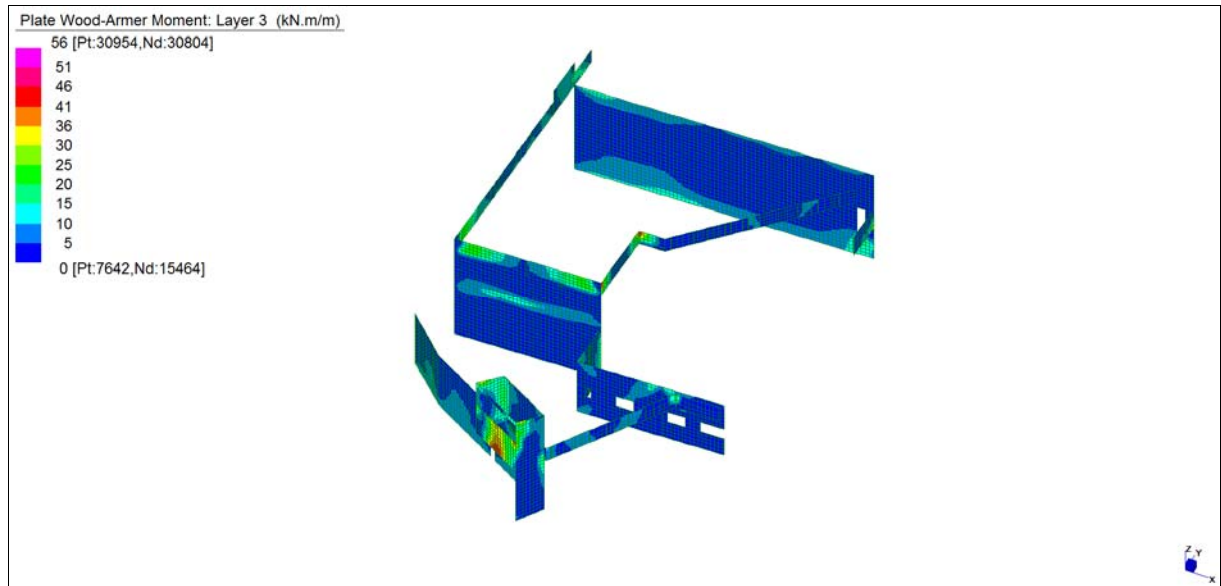
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



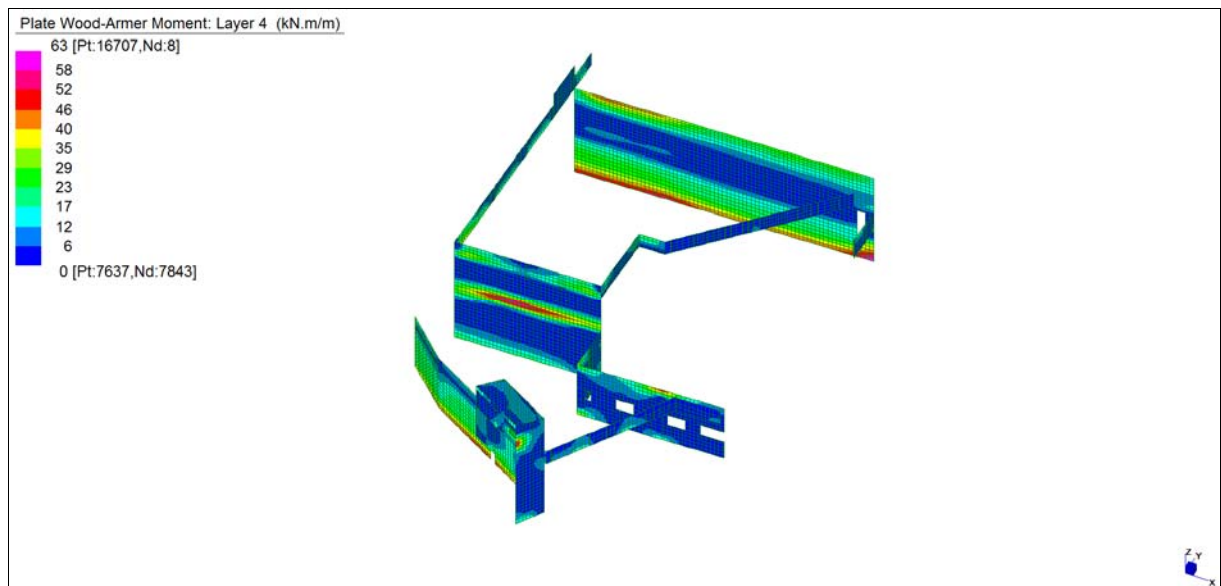
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

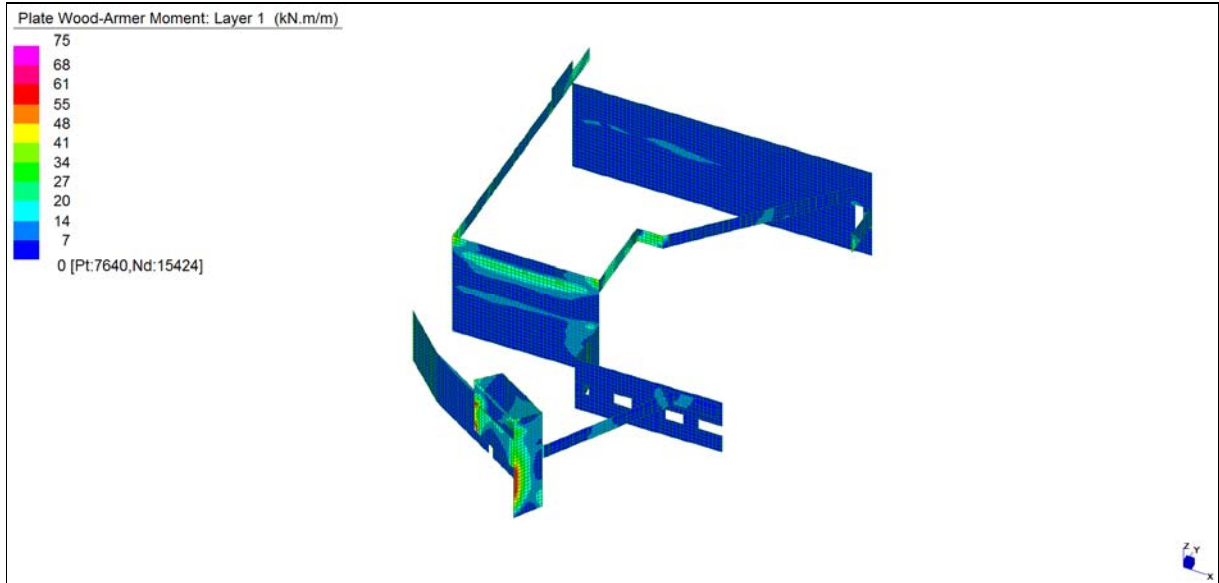


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

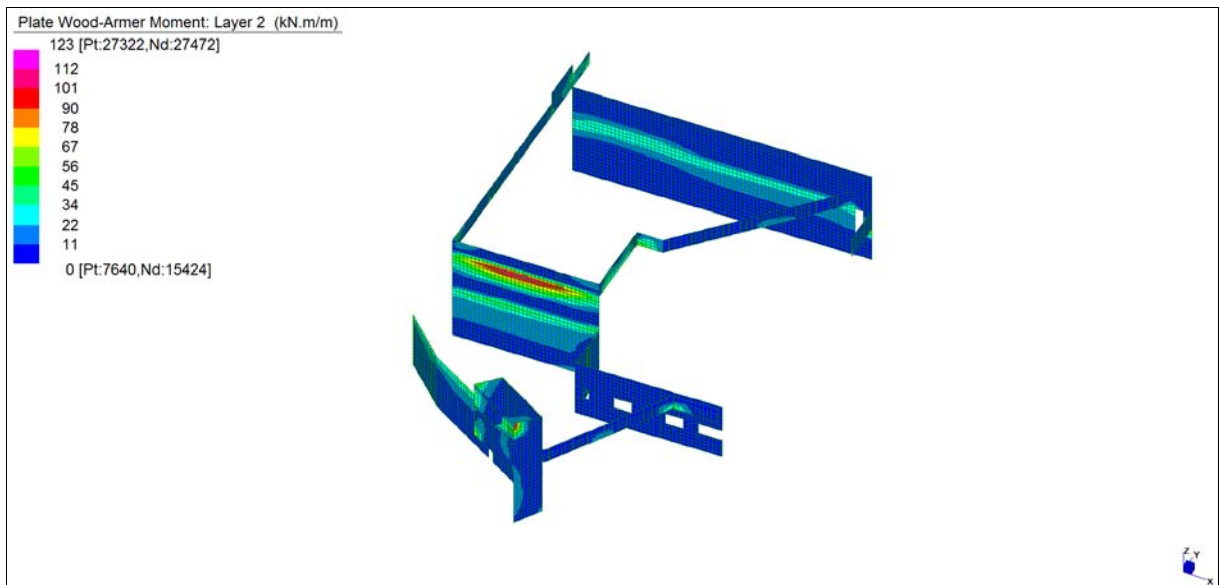
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



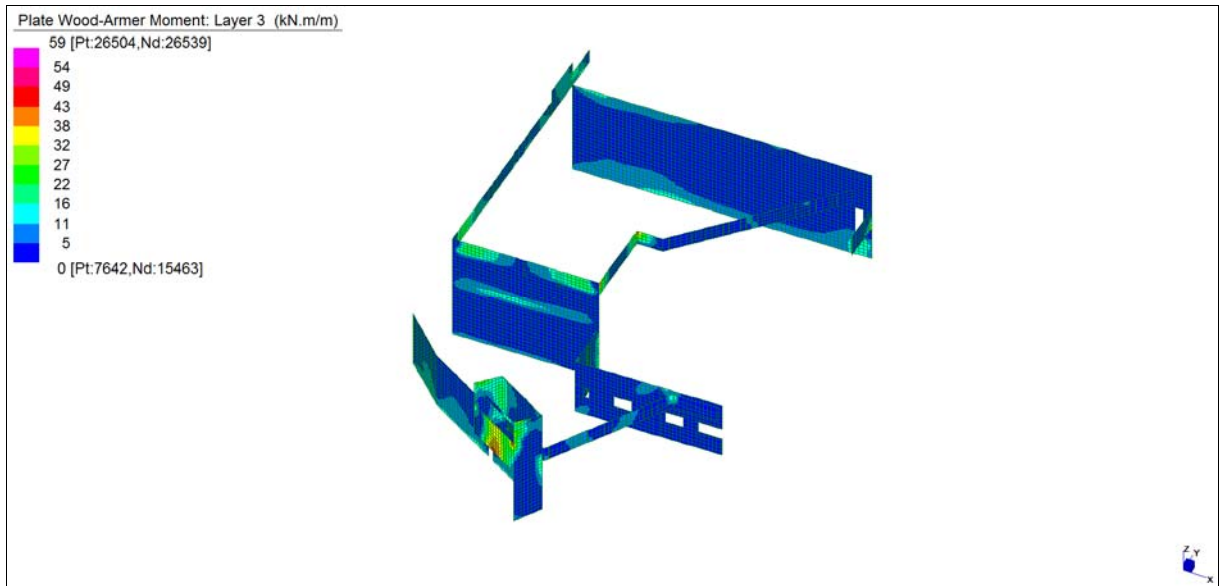
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



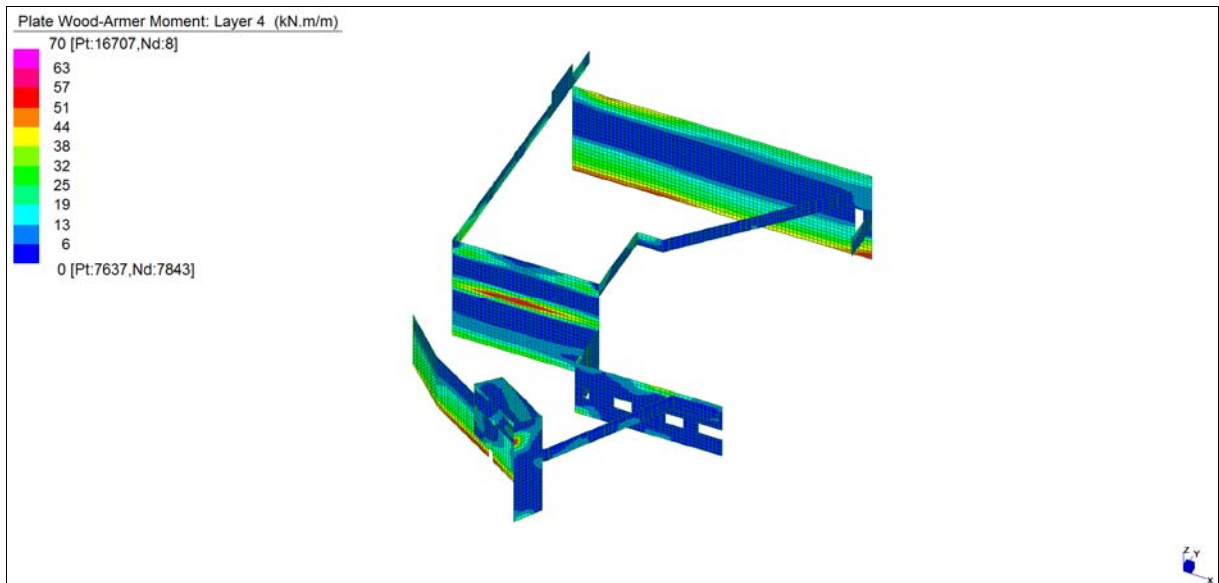
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

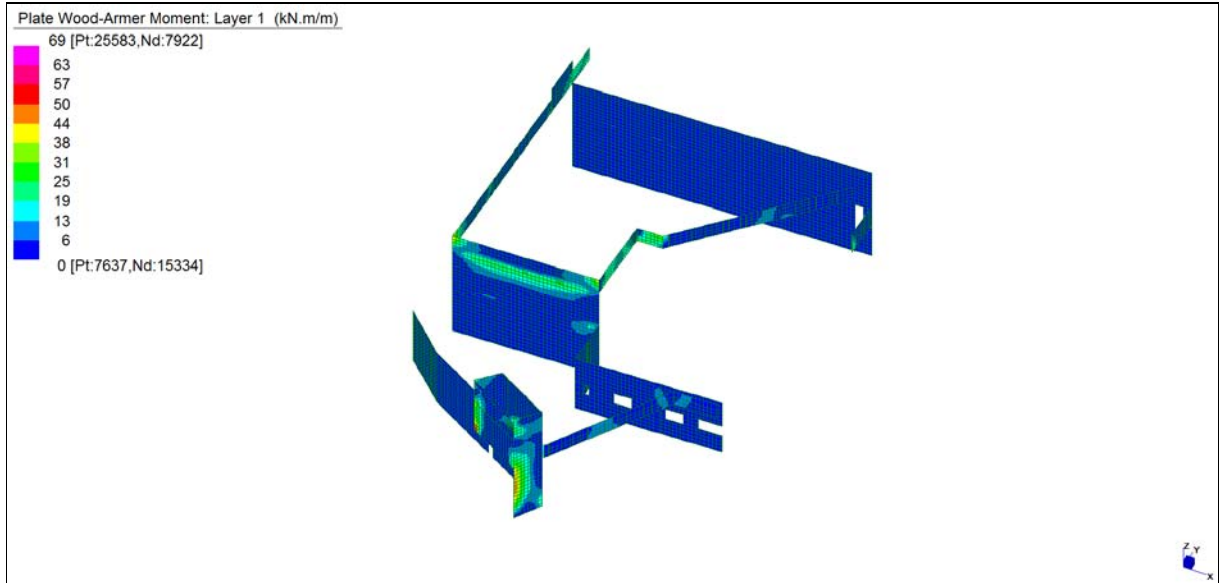


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

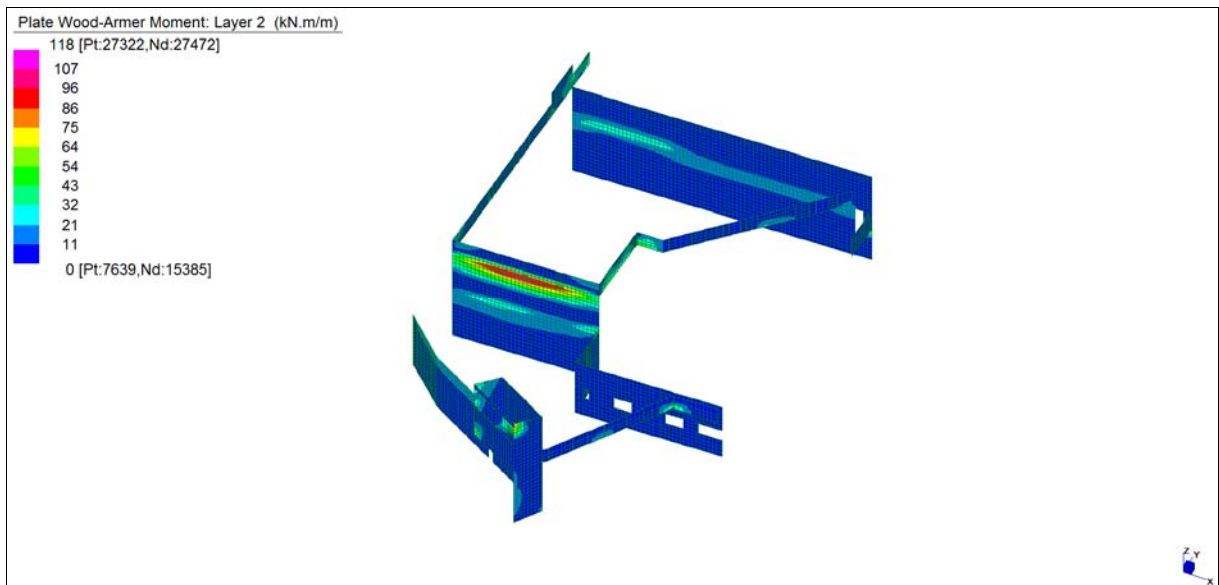
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



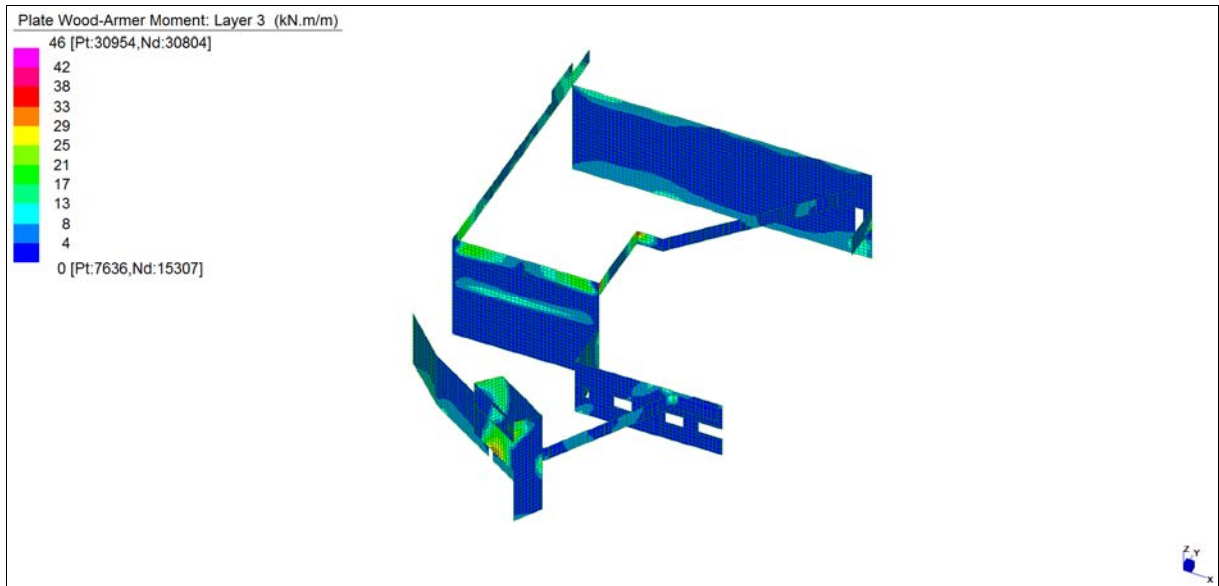
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



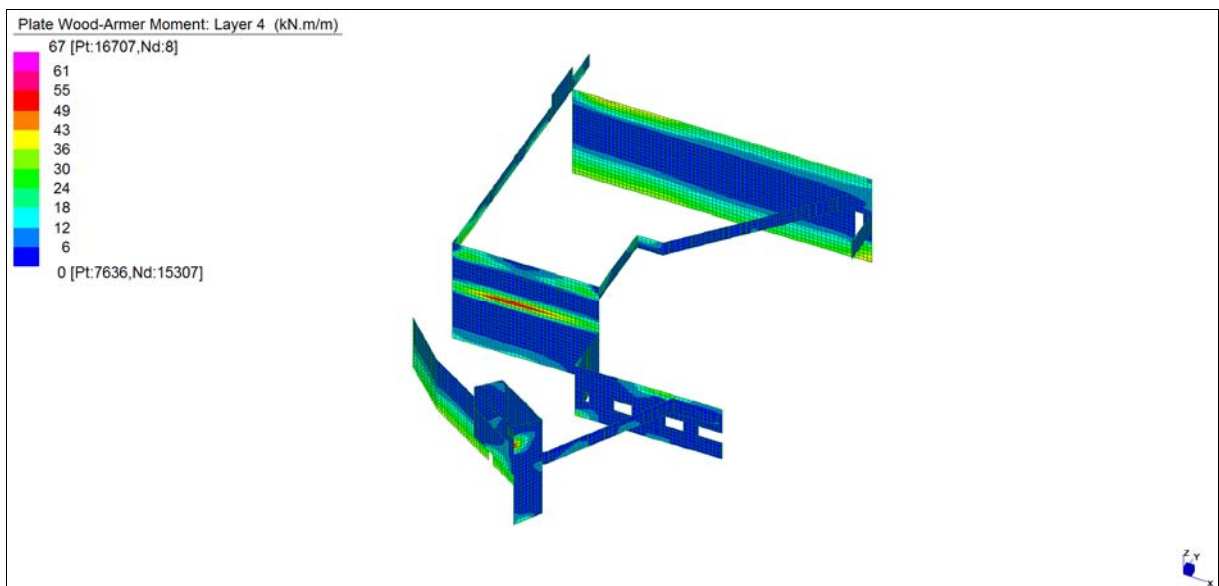
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 64 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 159 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	150	172	Si
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	360	374	Si
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	160	172	Si
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	351	374	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm)*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Vert	100	35	30	3500	φ12/20	0,0052	1,816	0,462	500	162	-	φ10/10/20	90	21,8	500	1037	766	Si
Orizz	100	35	28	3500	φ20/20	0,0151	1,845	0,473	700	219	-	φ10/10/20	90	26,6	700	773	830	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	80	5,85	≤ 17,43	191	≤ 360
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	124	7,10	≤ 17,43	126	≤ 360
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	56	4,09	≤ 17,43	133	≤ 360
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	63	3,61	≤ 17,43	64	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) \_ Muri (sp = 35 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	75	0,16	≤ 0,40
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	123	0,16	≤ 0,40
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	59	0,08	≤ 0,40
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	70	0,04	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) \_ Muri (sp = 35 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	69	5,04	≤ 13,07	0,13	≤ 0,30
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	118	6,75	≤ 13,07	0,15	≤ 0,30
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ16/20	-	φ12/20	46	3,36	≤ 13,07	0,07	≤ 0,30
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ26/20	-	φ20/20	67	3,83	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) \_ Muri (sp = 35 cm)*

## 15.6 MURI (sp 30 cm)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

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

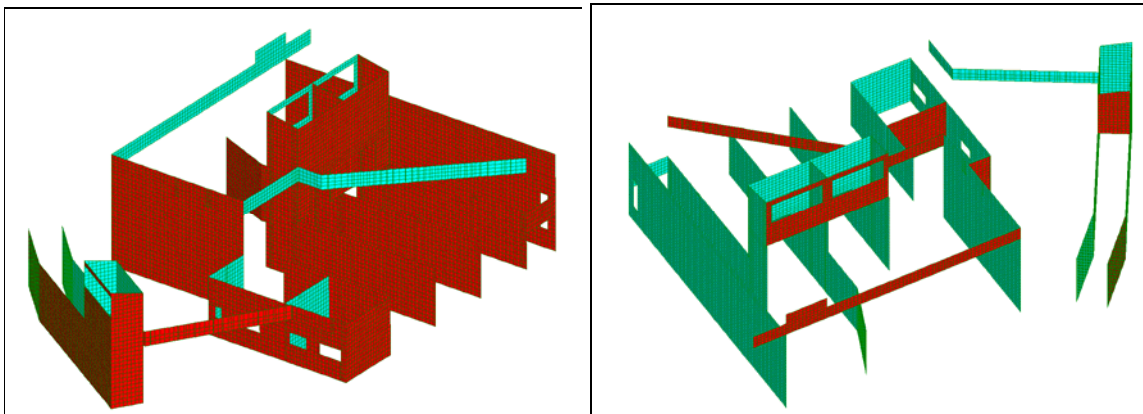
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



Vista d'insieme\_Muri

Muri (sp 30 cm)

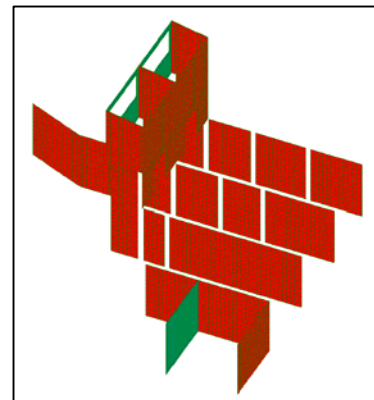
#### LEGENDA

Layer 1: Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

Layer 2: Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

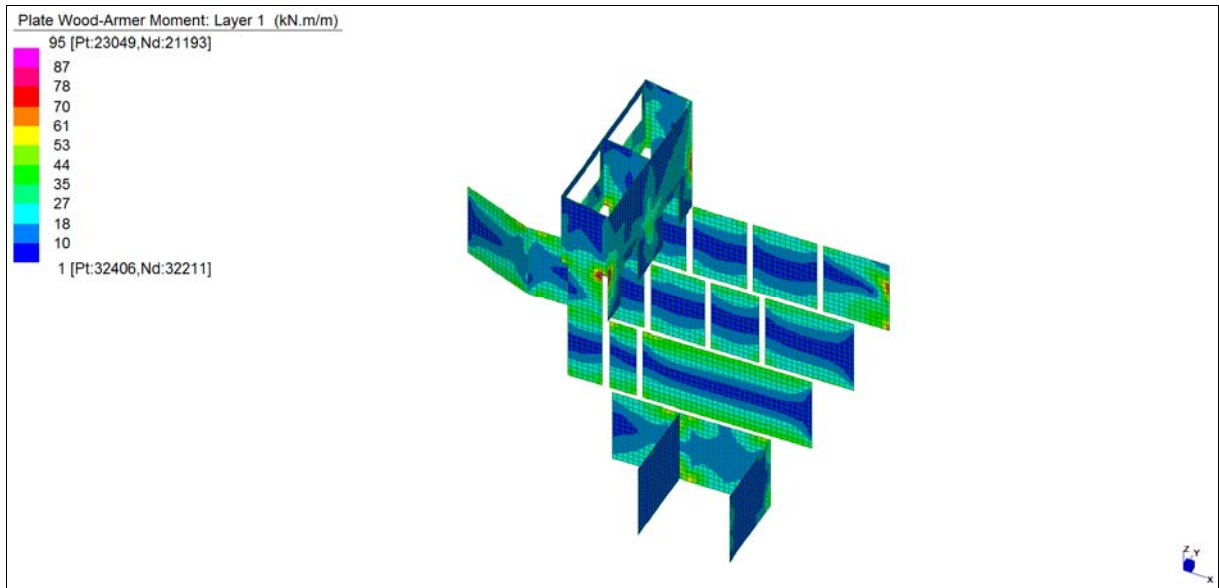
Layer 3: Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

Layer 4: Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

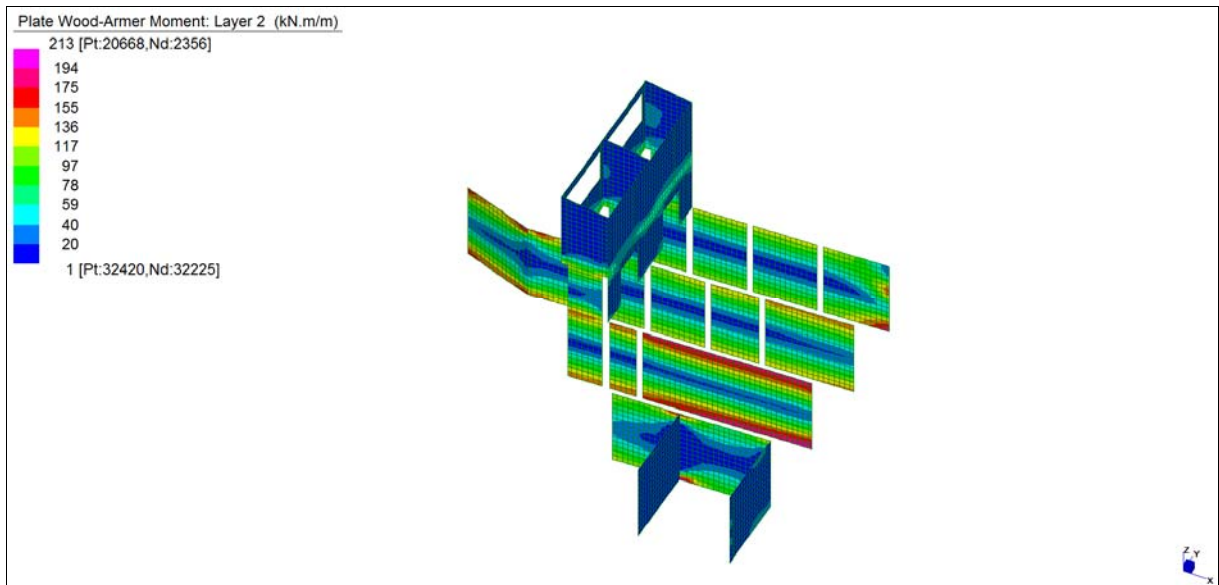


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



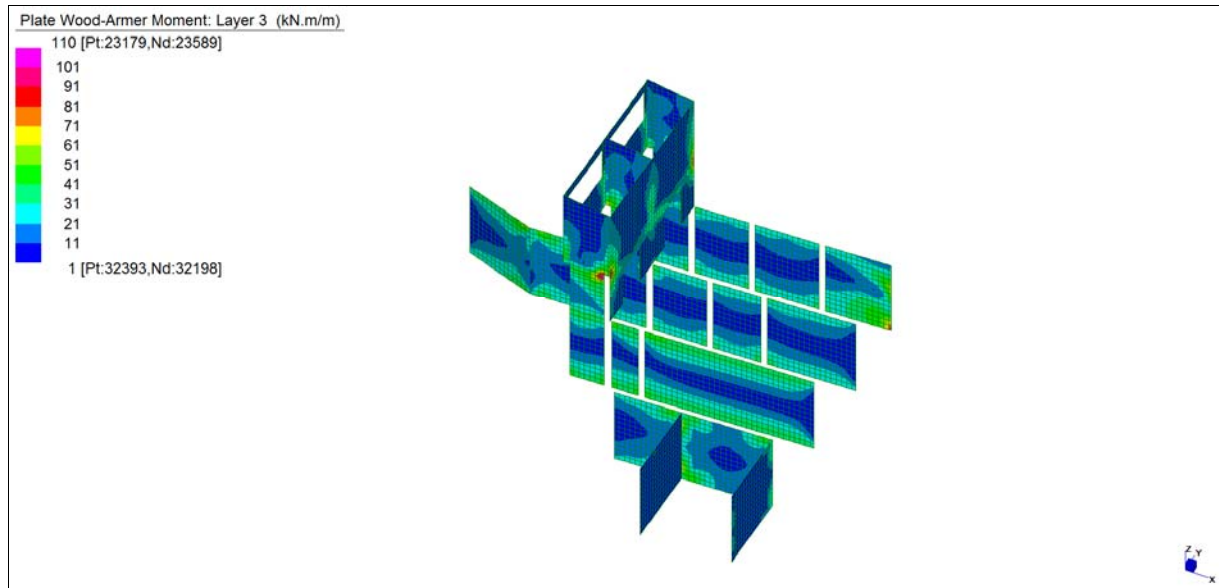
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



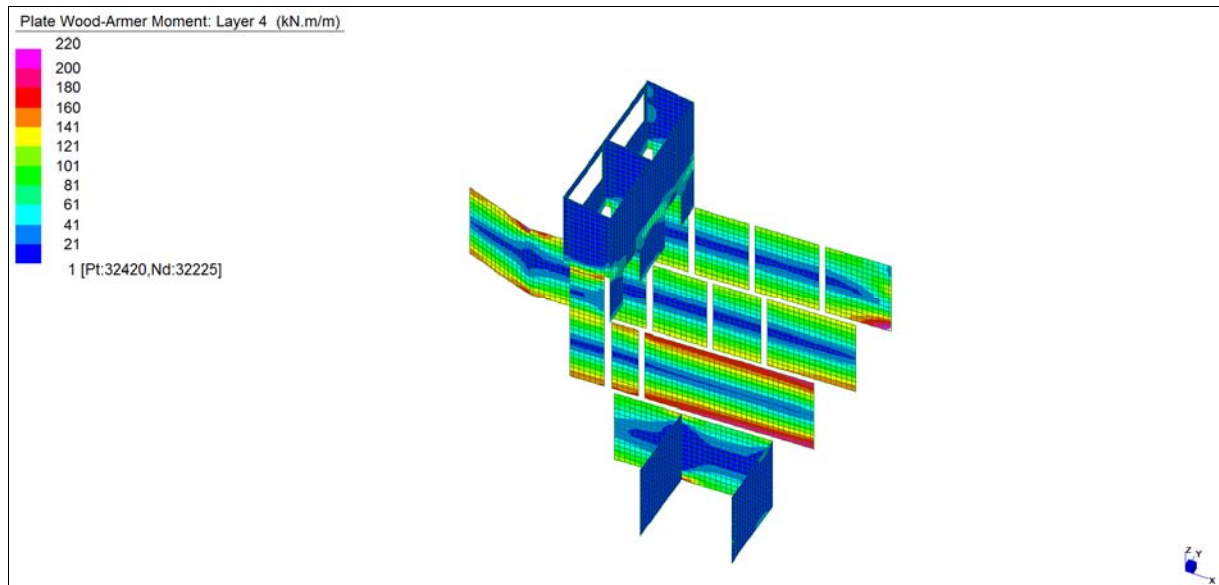
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



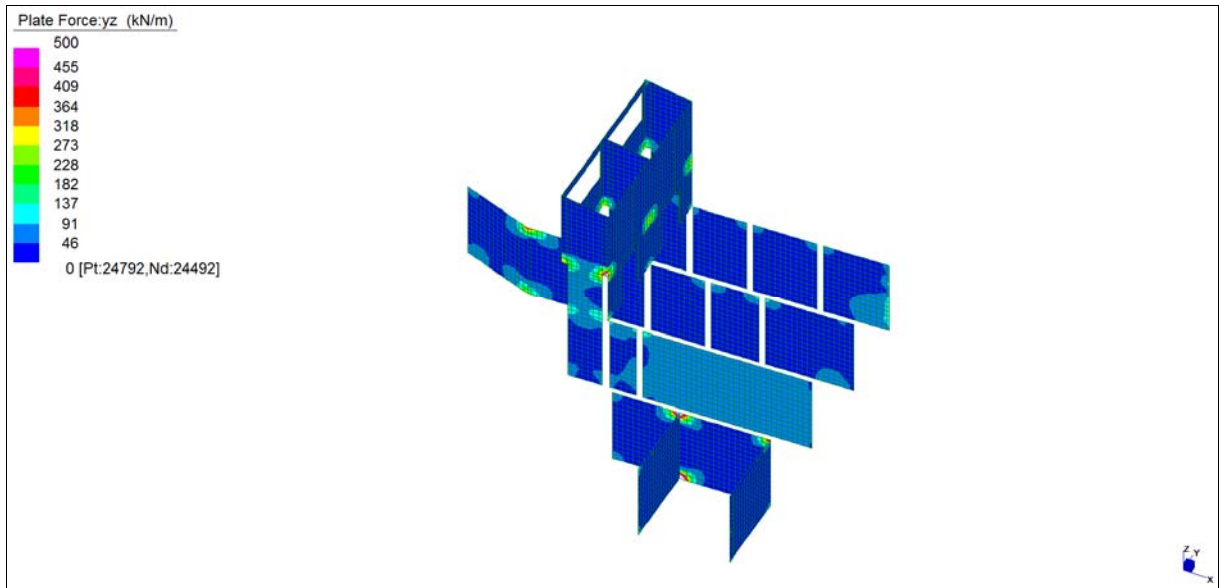
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



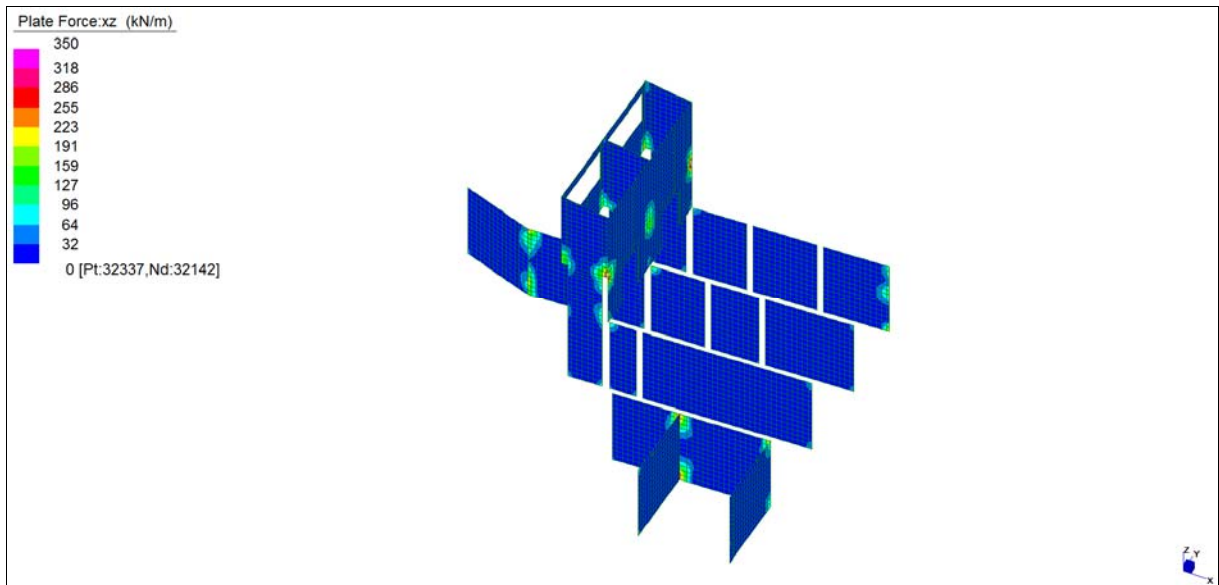
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

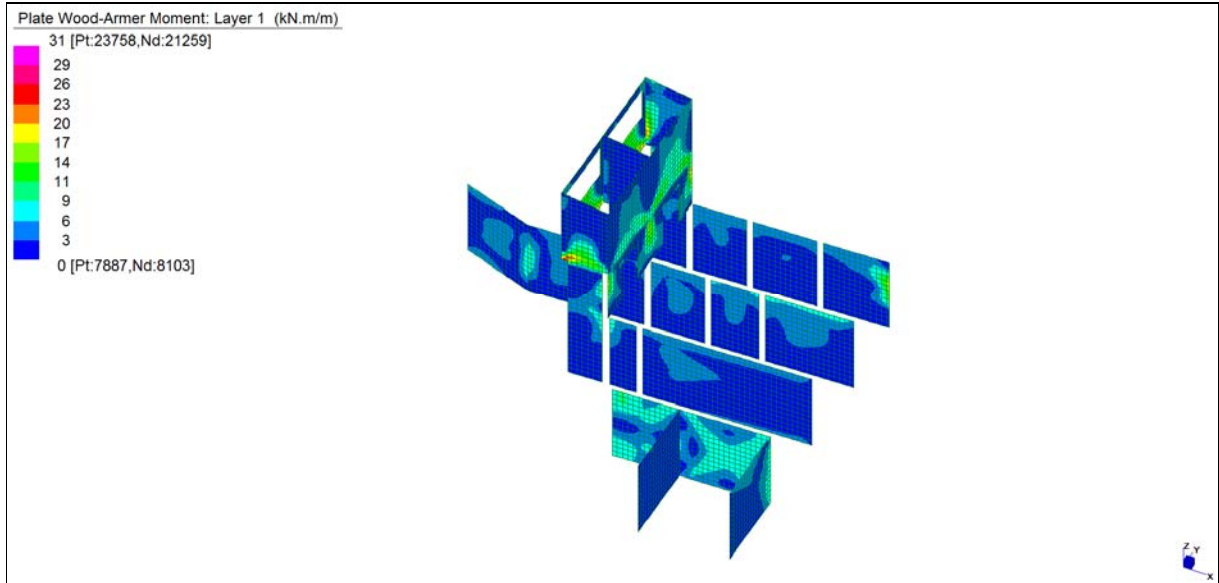


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

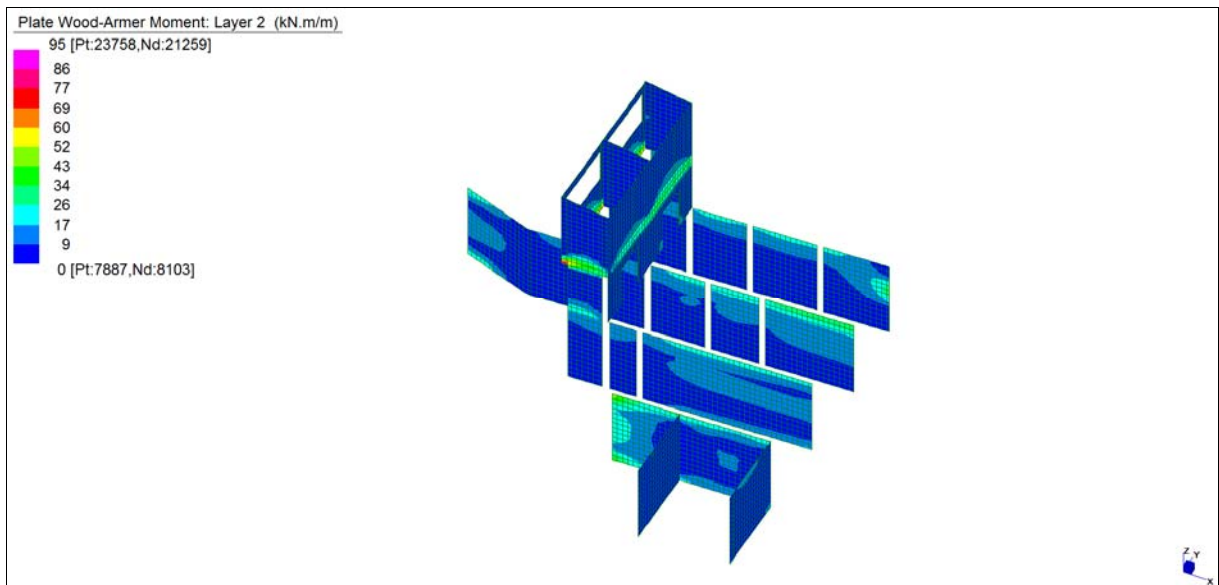
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

### Grafici di combinazione RARA



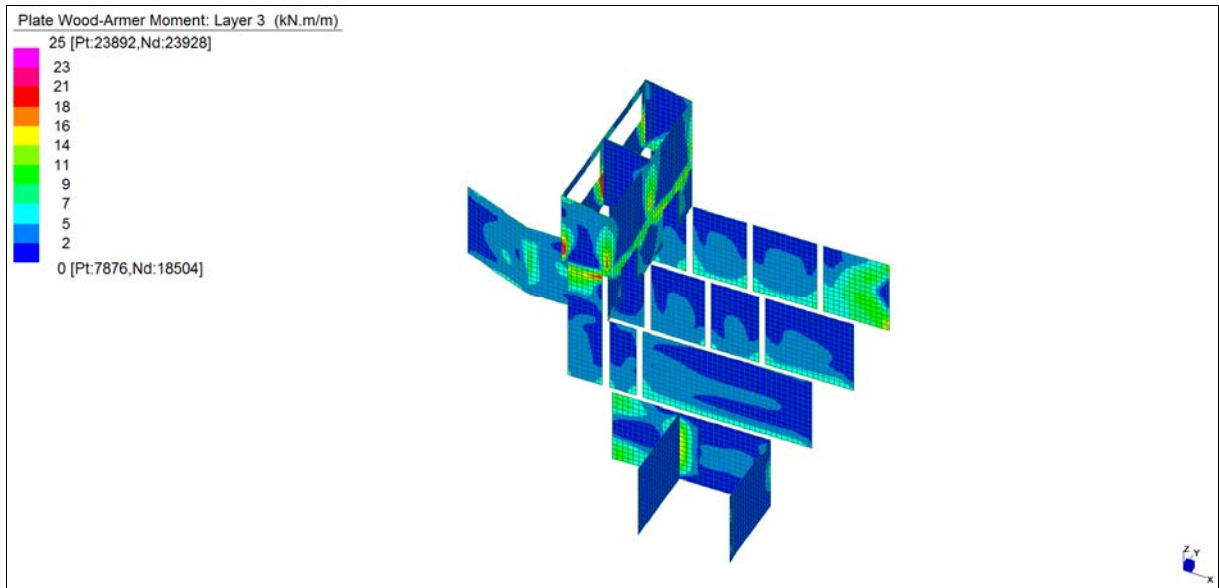
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



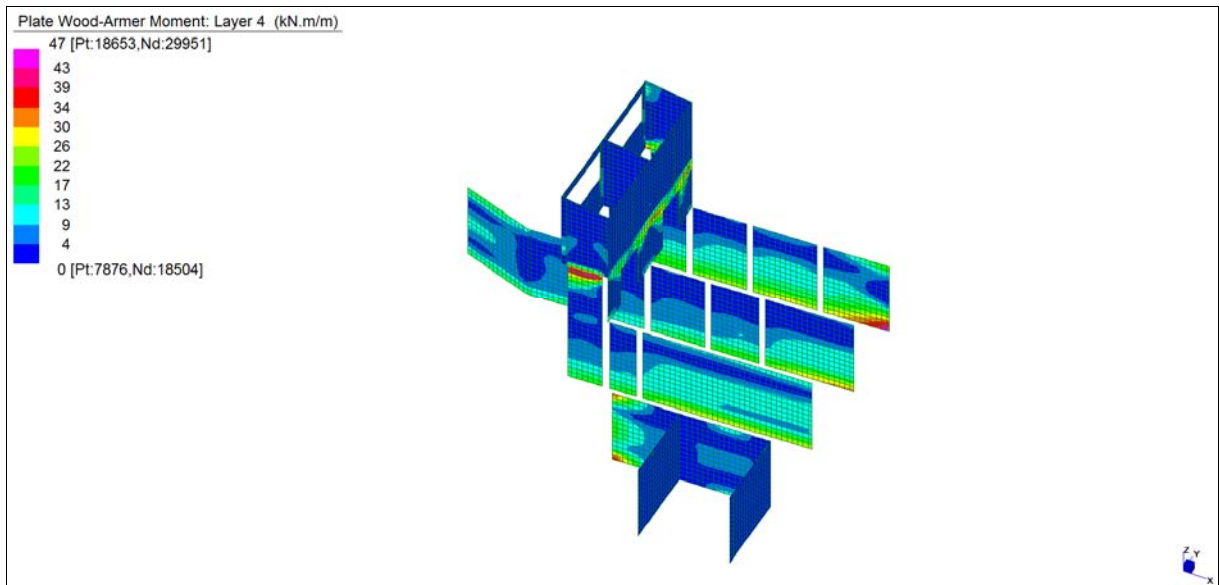
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



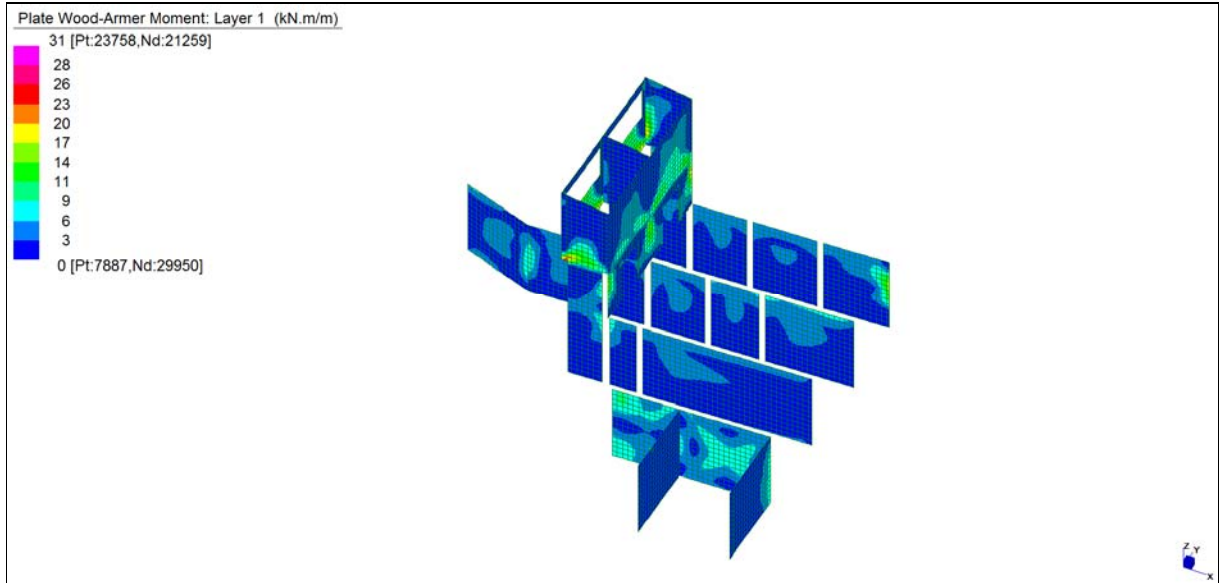
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*



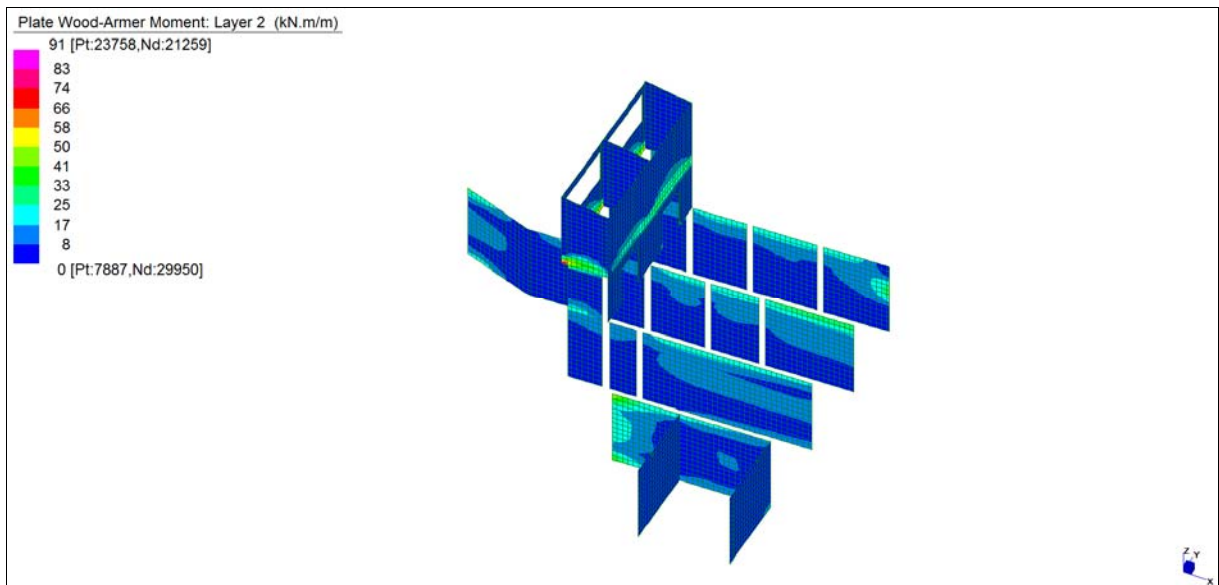
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



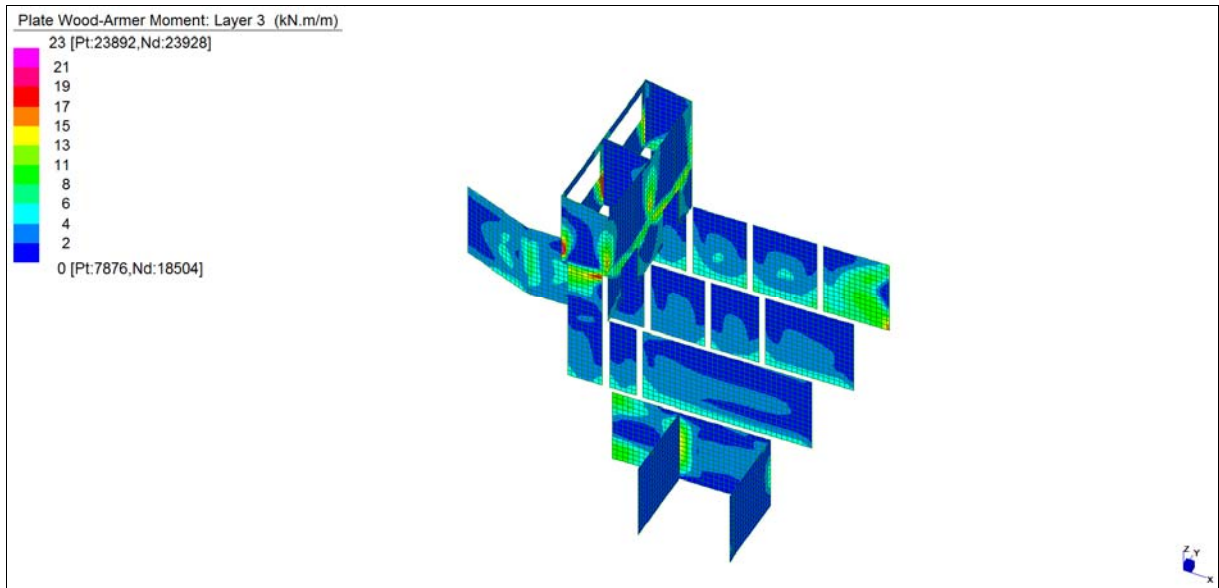
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



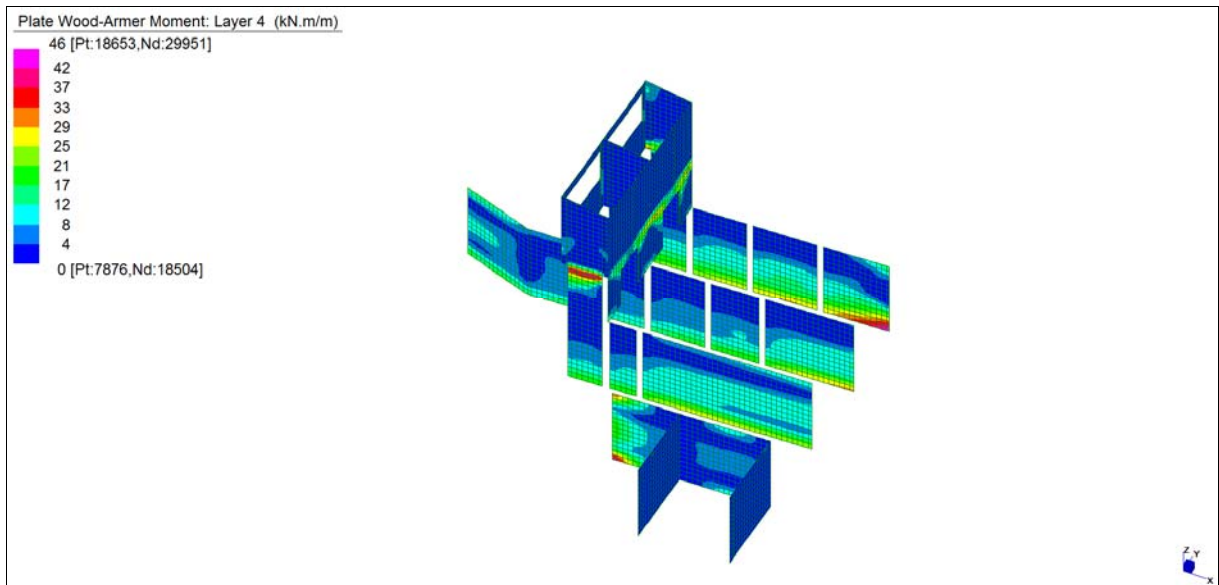
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

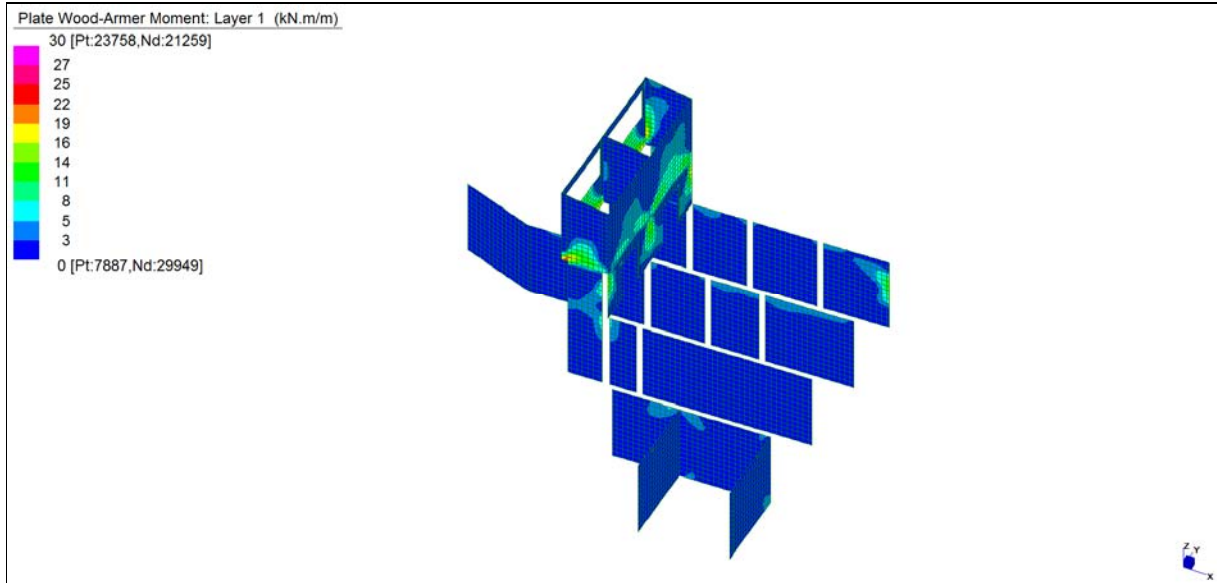


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

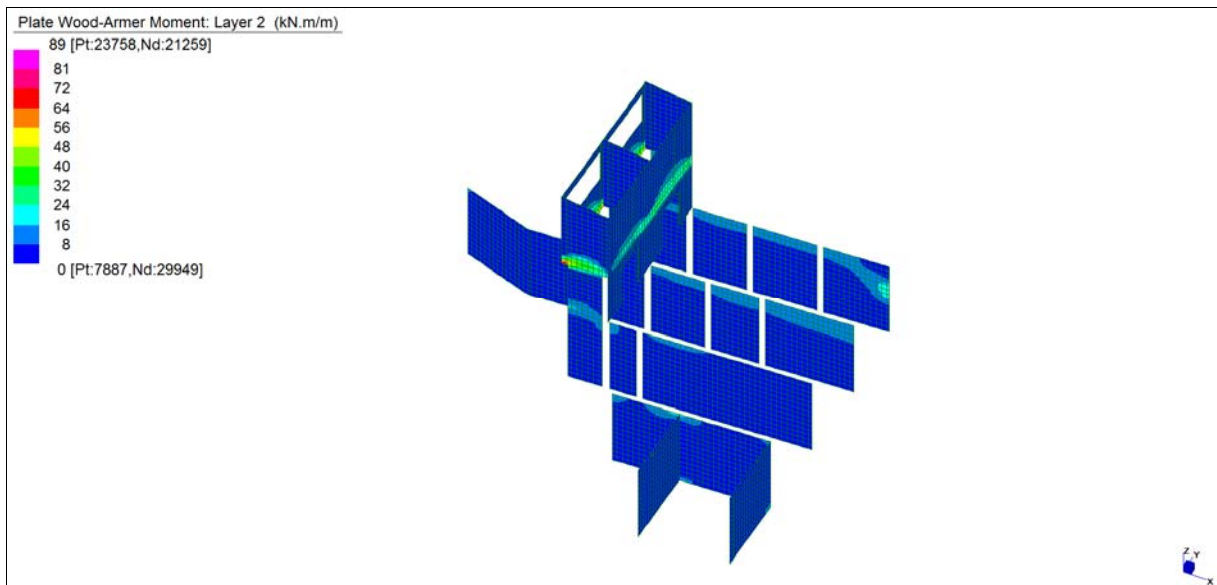
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



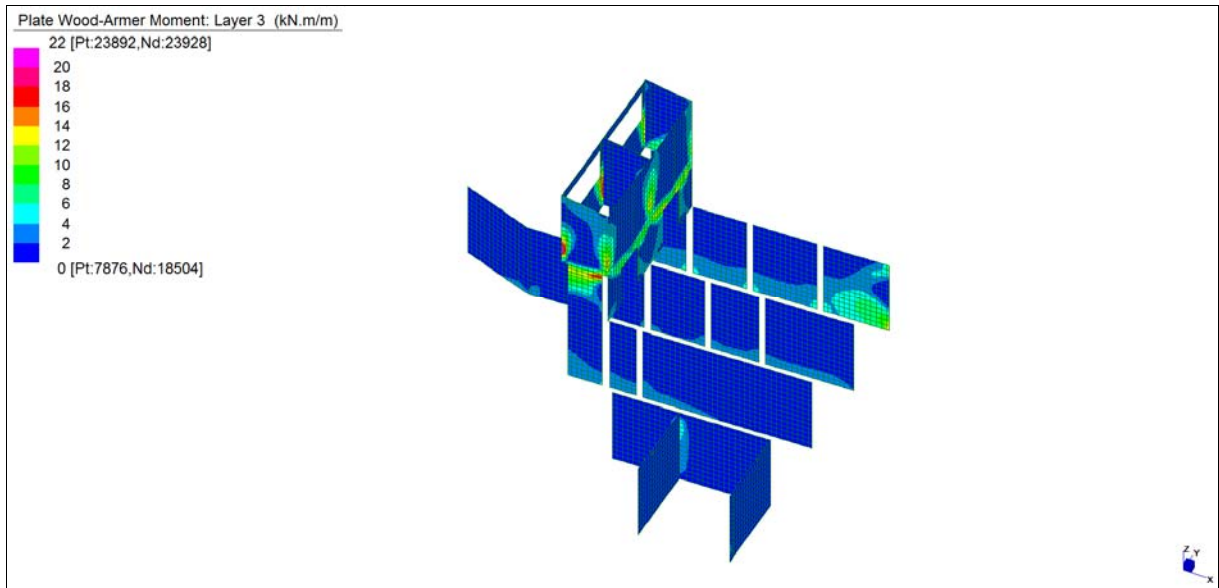
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



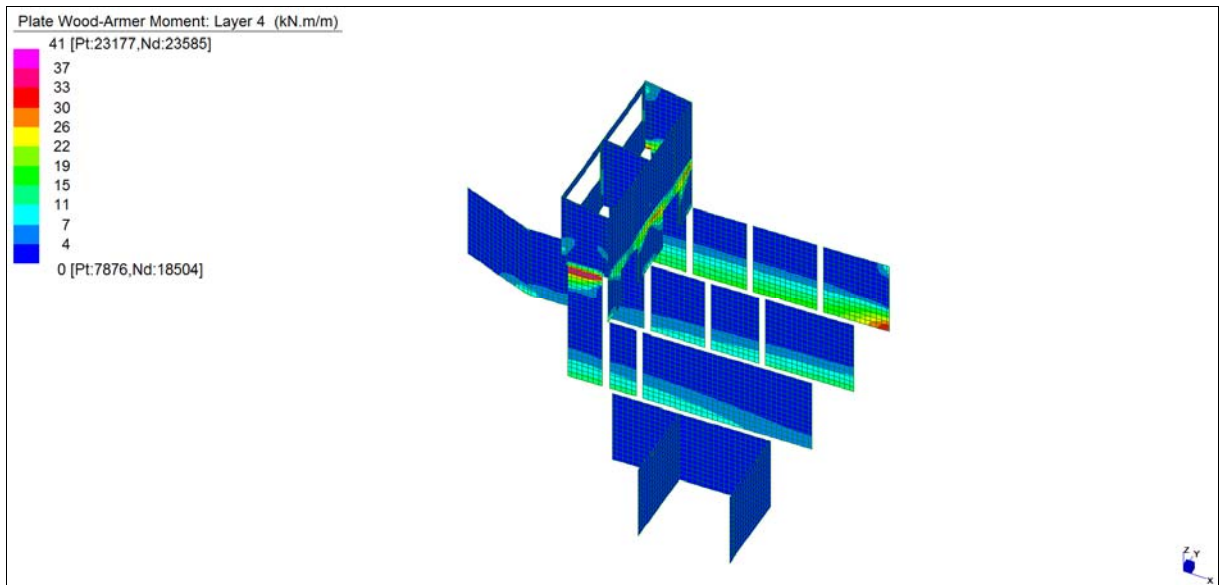
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 53 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 129 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	95	104	Si
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	213	233	Si
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	100	104	Si
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	220	233	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 30 cm)*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	30	25	3000	φ12/20	0,0045	1,894	0,492	350	134	-	φ12/15/20	90	26,6	350	663	741	Si
Vert	100	30	23	3000	φ20/20	0,0137	1,933	0,507	500	182	-	φ12/15/20	90	26,6	500	610	682	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 30 cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	31	3,47	≤ 17,43	123	≤ 360
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	95	8,46	≤ 17,43	158	≤ 360
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	25	2,80	≤ 17,43	99	≤ 360
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	47	4,19	≤ 17,43	78	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) \_ Muri (sp = 30 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	31	0,07	≤ 0,40
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	91	0,20	≤ 0,40
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	23	0,05	≤ 0,40
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	46	0,05	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) \_ Muri (sp = 30 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	30	3,36	≤ 13,07	0,07	≤ 0,30
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	89	7,93	≤ 13,07	0,19	≤ 0,30
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	22	2,46	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ20/20	-	φ20/20	41	3,65	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) \_ Muri (sp = 30 cm)*

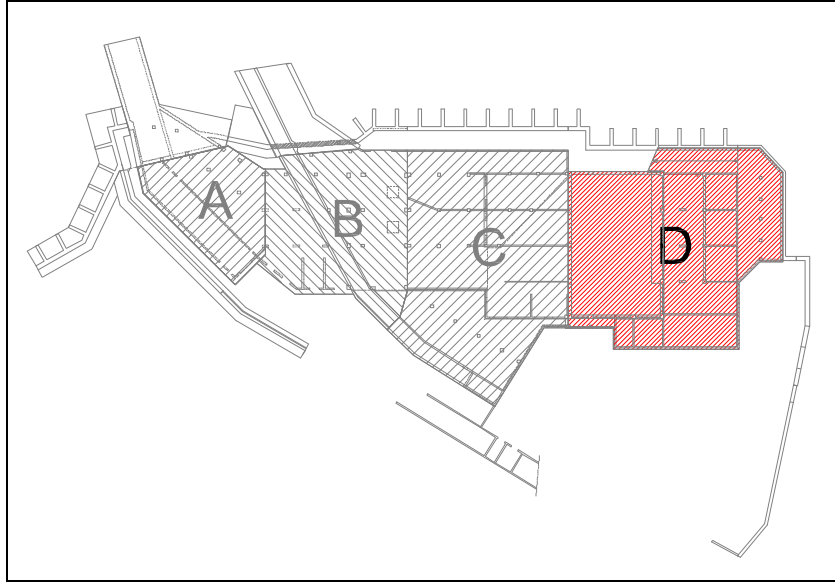
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

## 16. BLOCCO D

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



*Key plan - Individuazione Blocco D*

## 16.1 PLATEA (+667,95 m)

### 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.

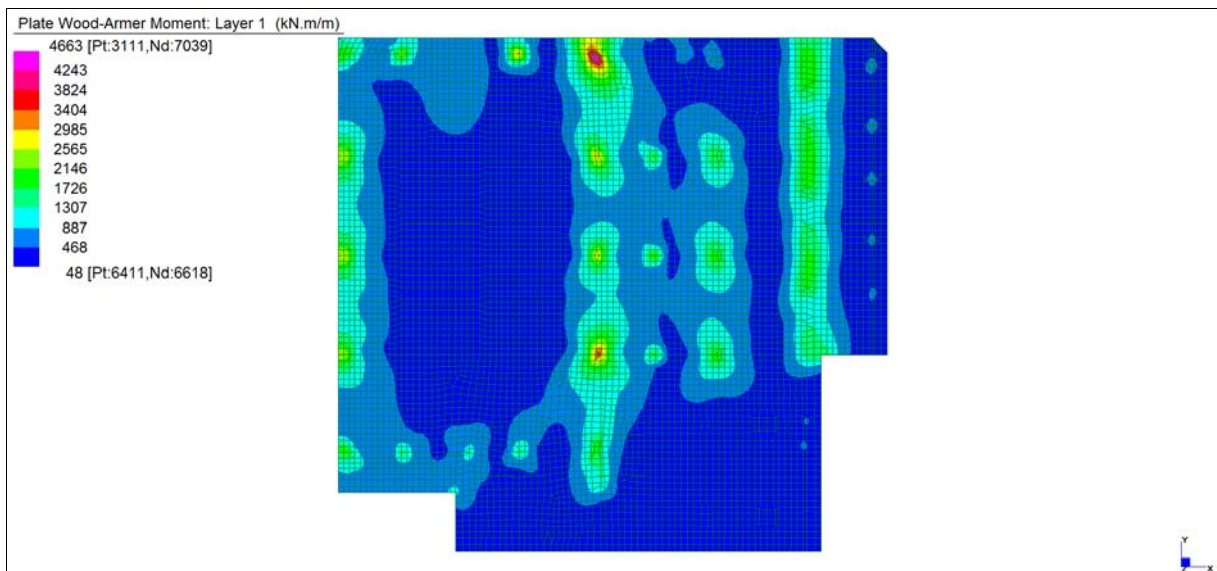
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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

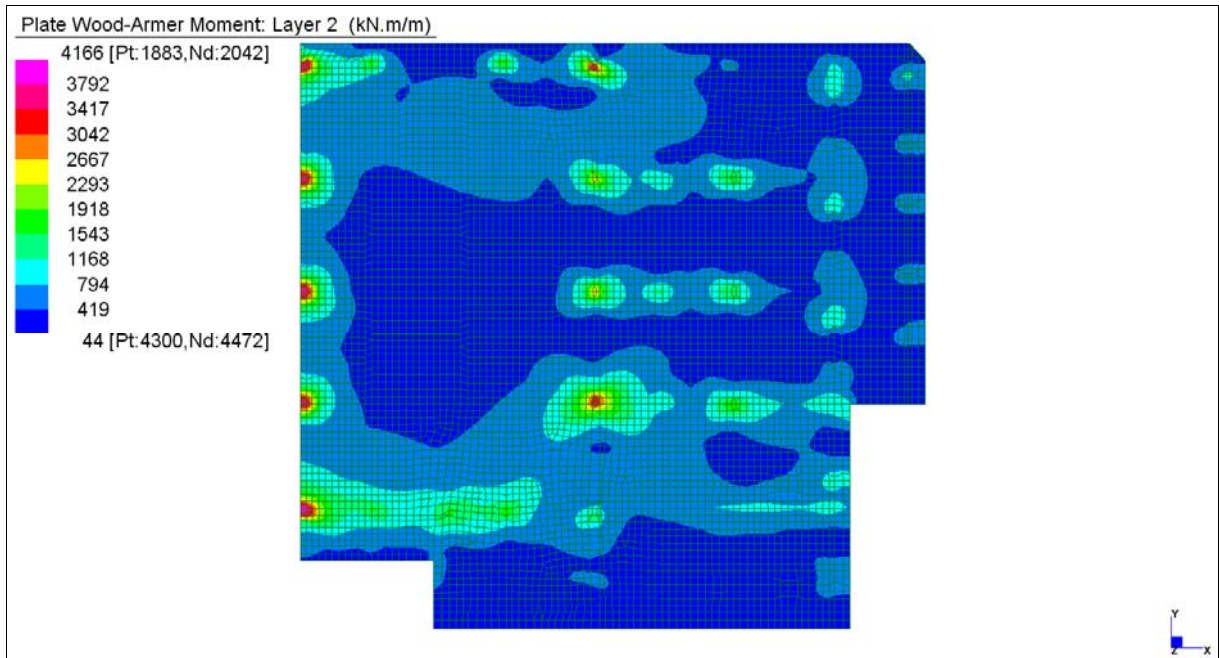


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

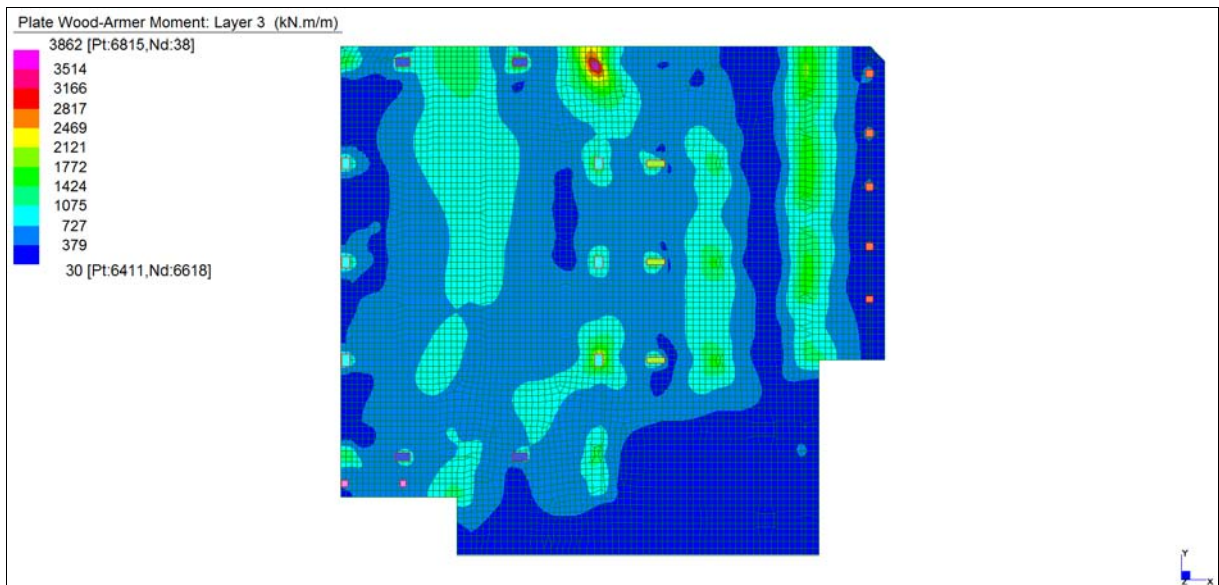


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



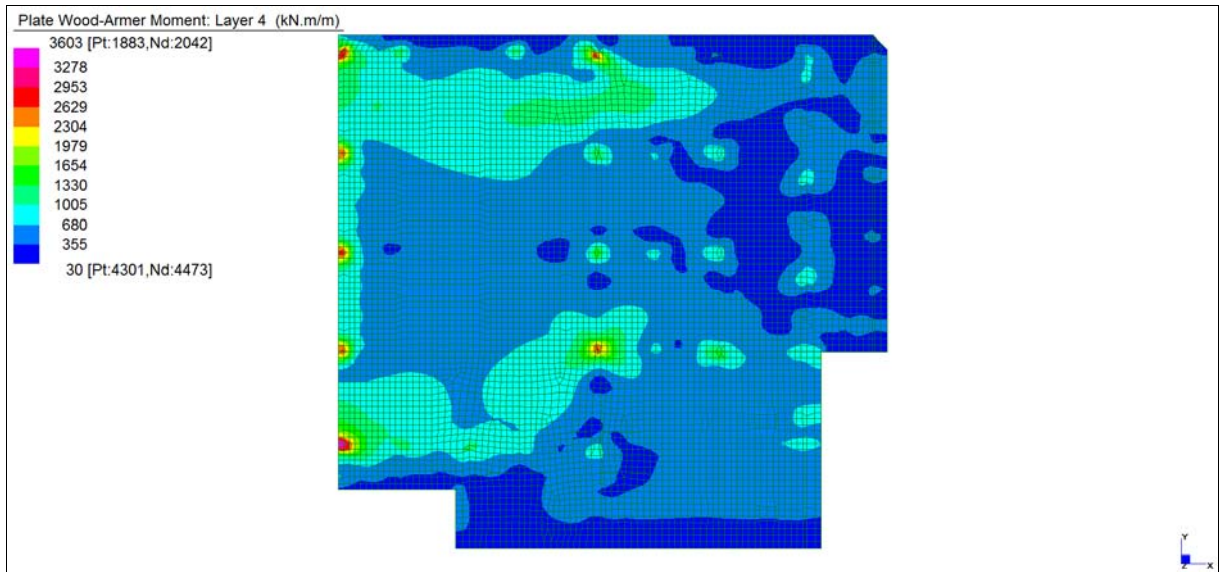
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



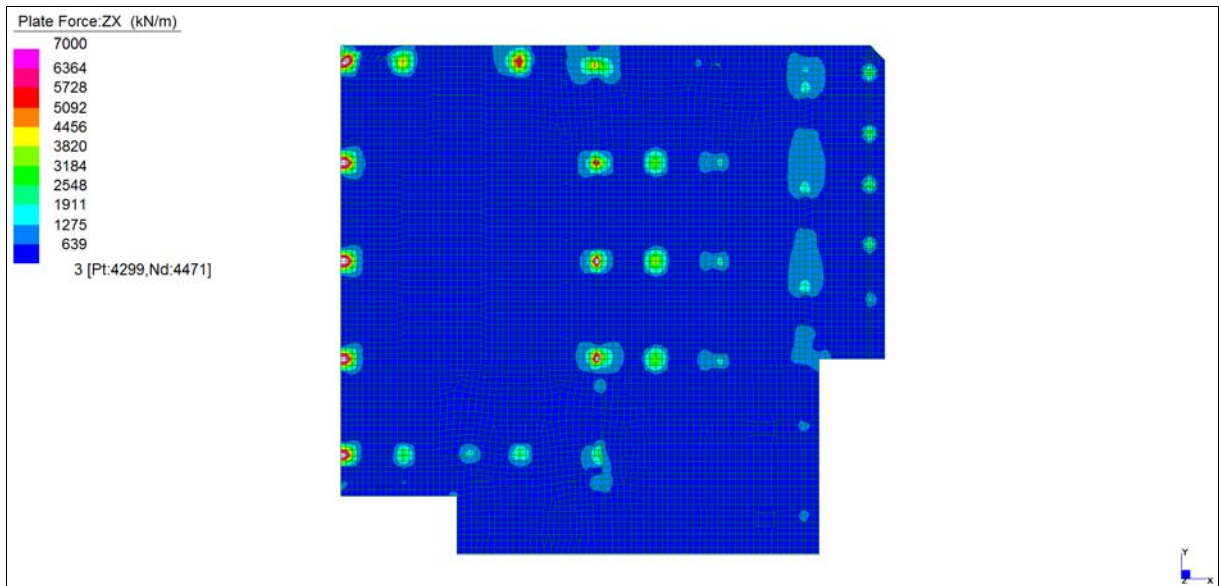
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



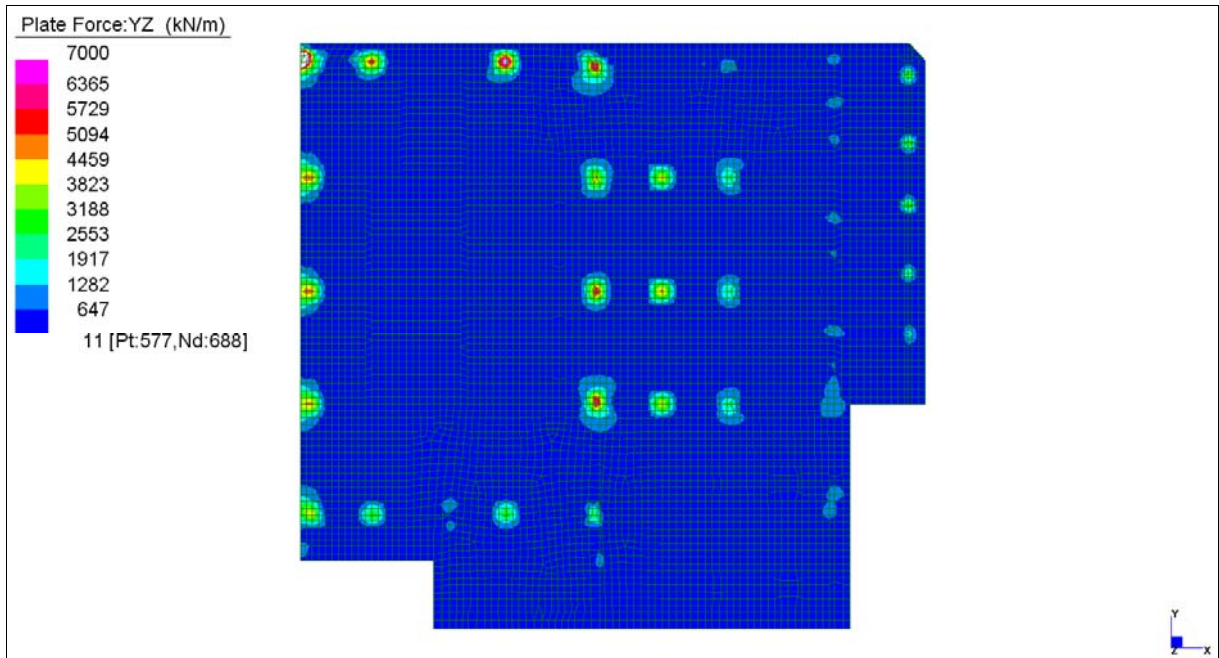
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



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

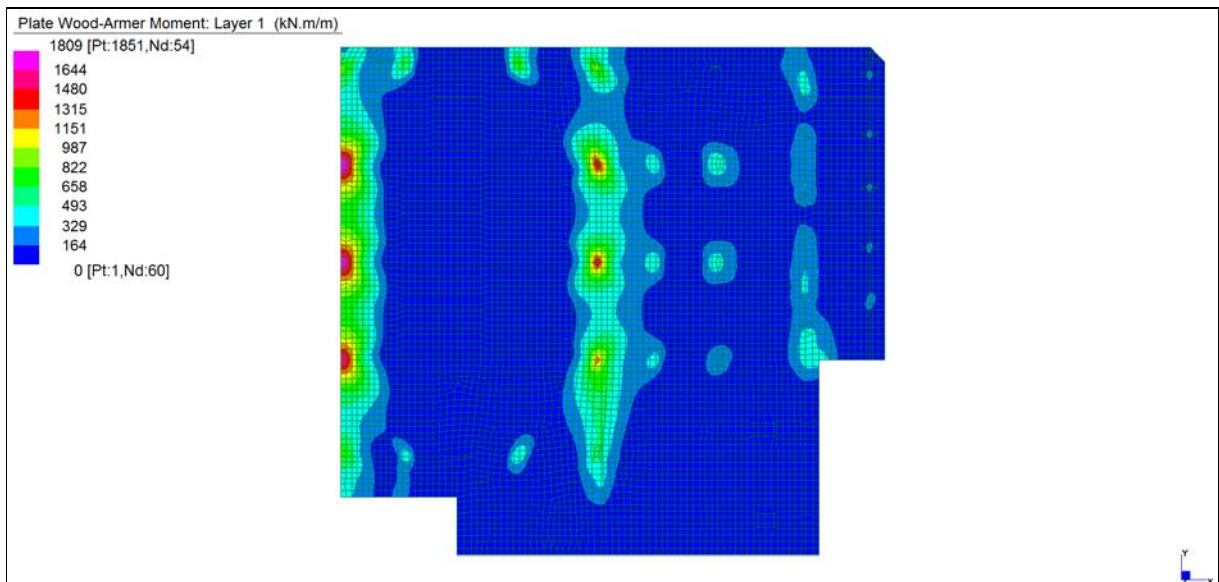
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

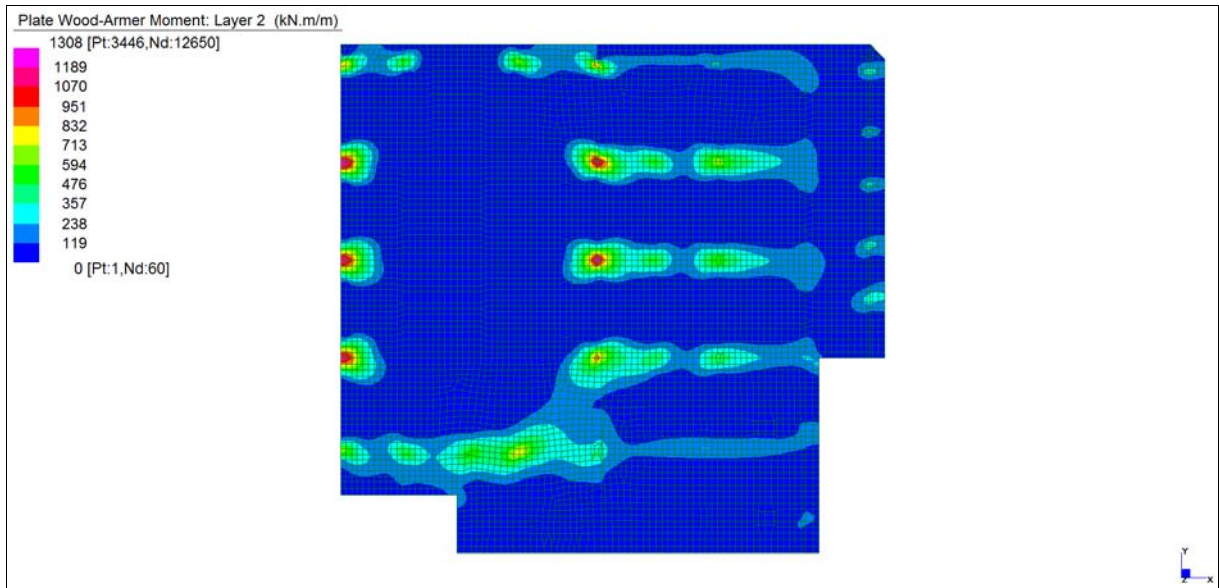
**Grafici di combinazione RARA**



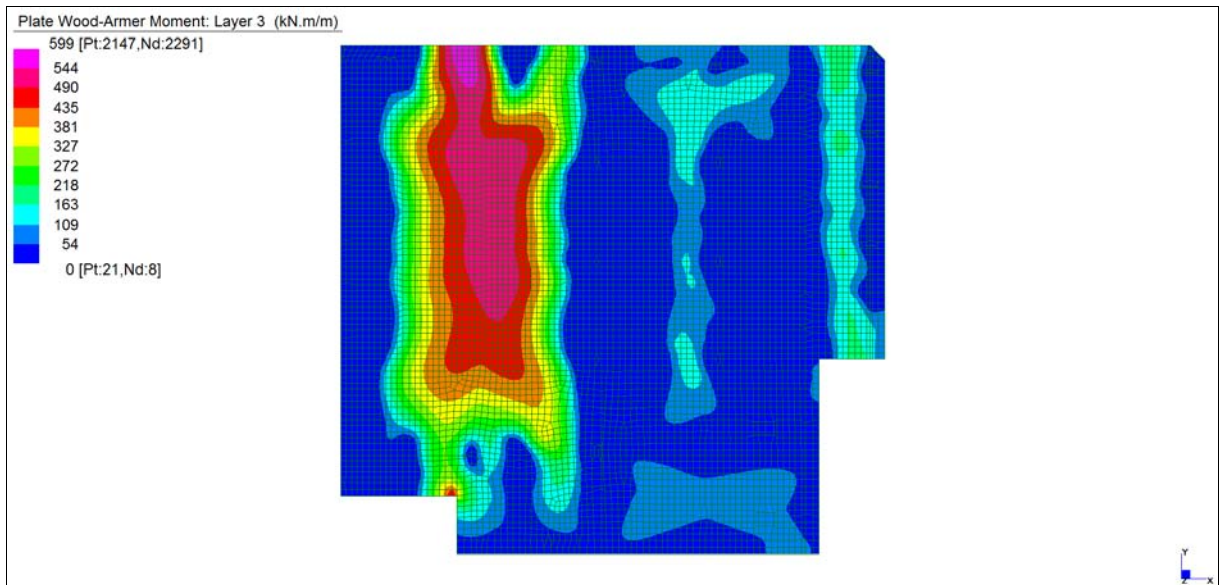
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



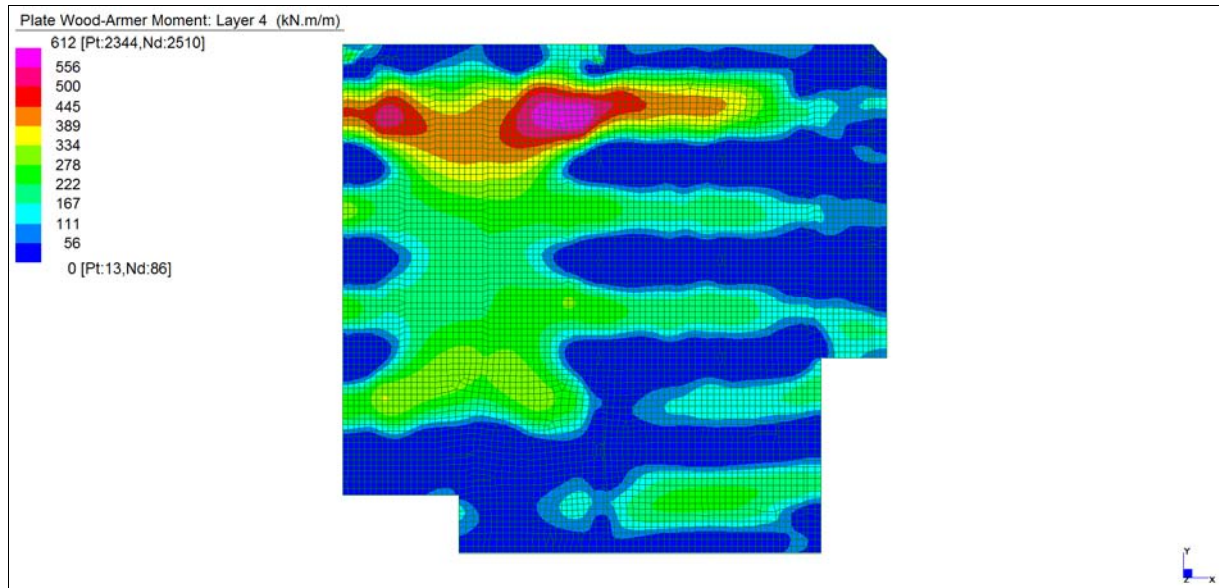
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

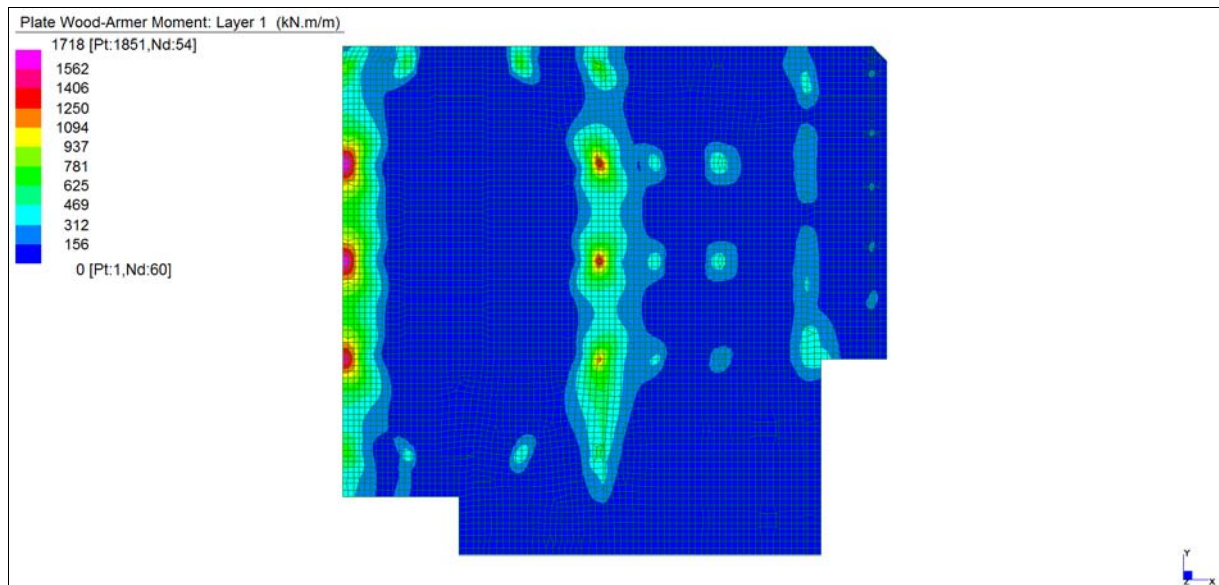
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

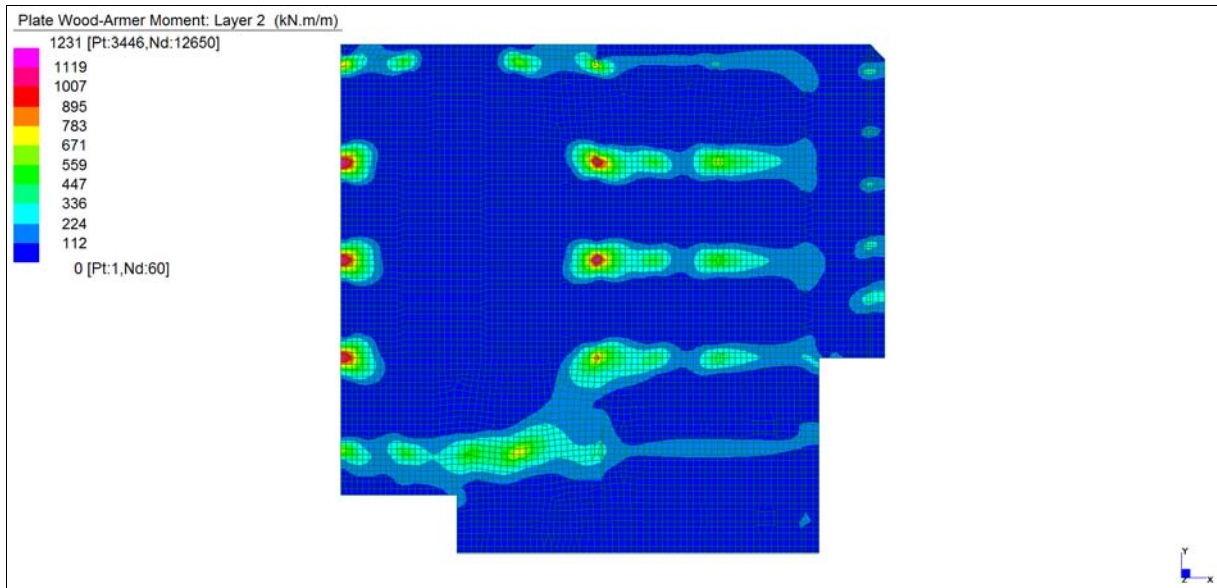
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



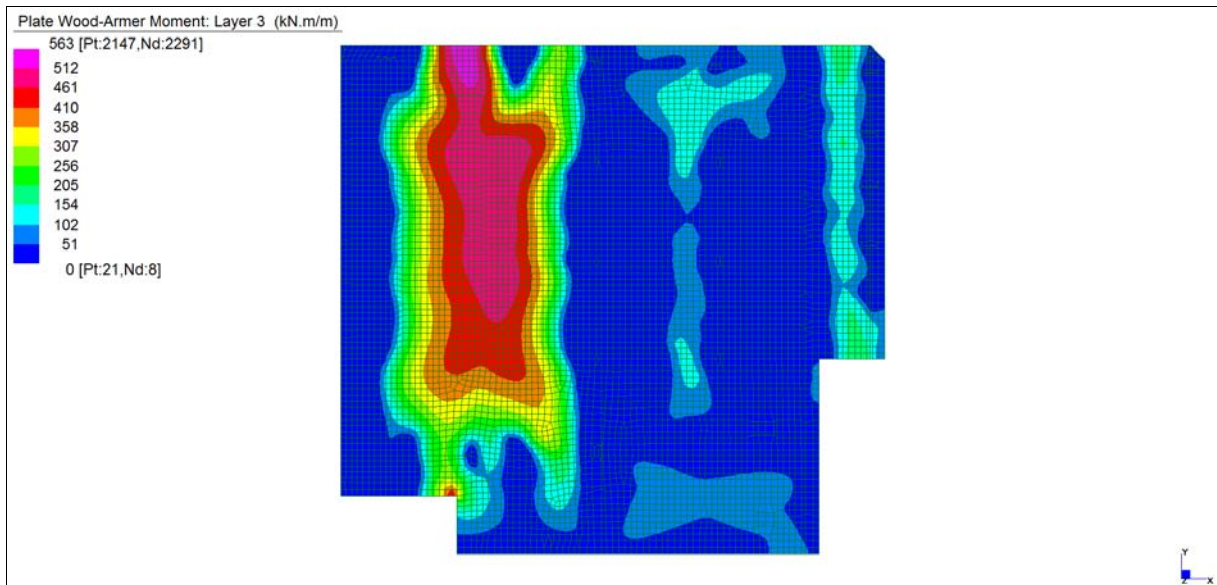
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



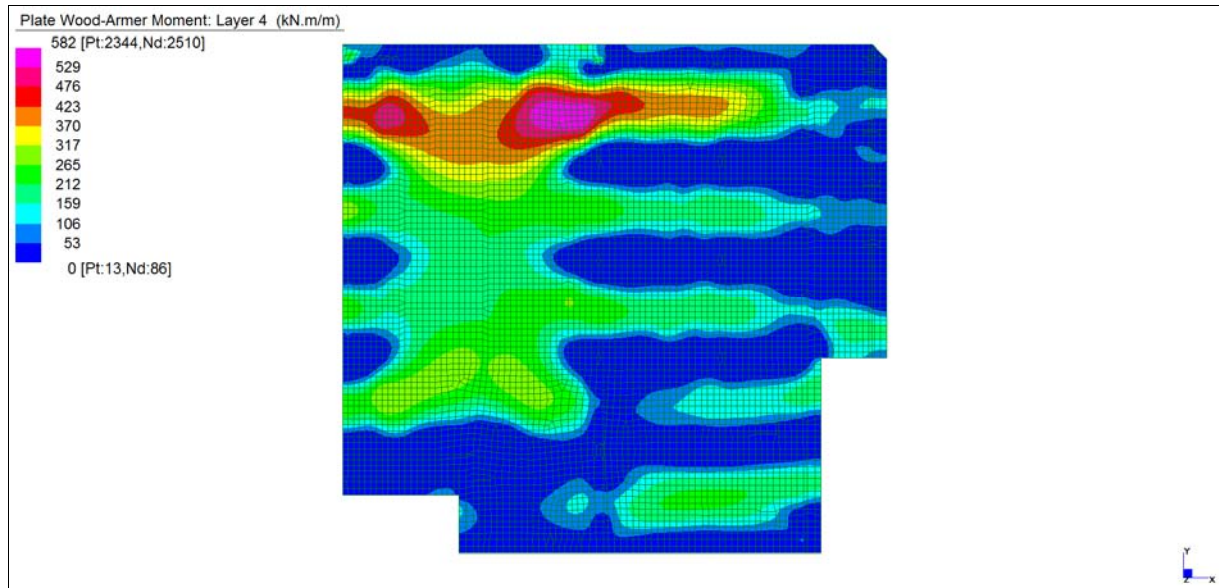
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

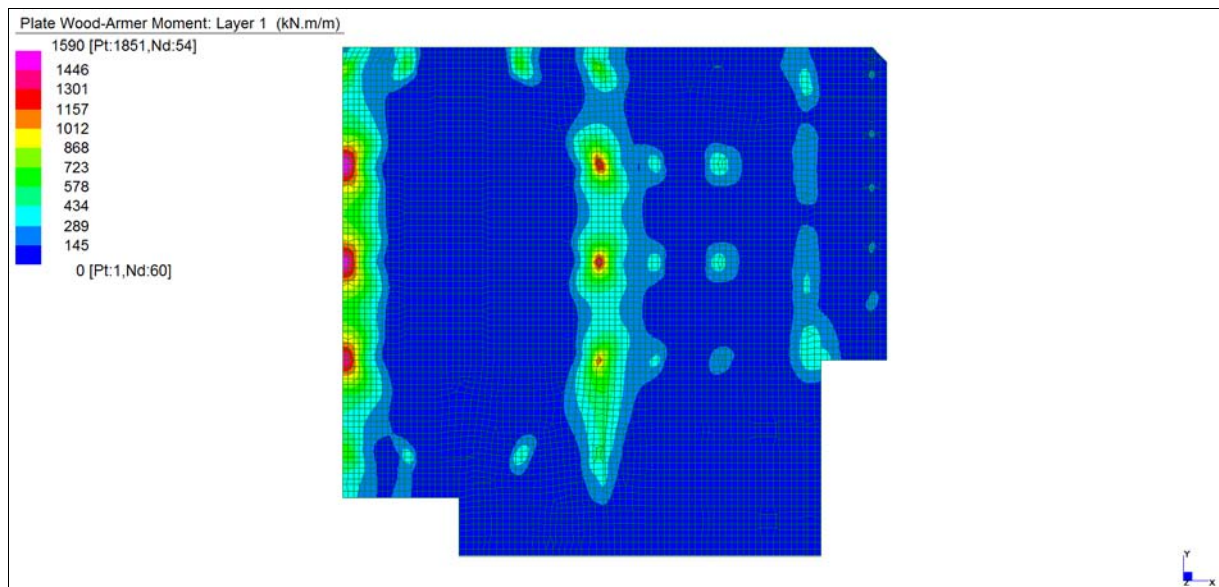
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

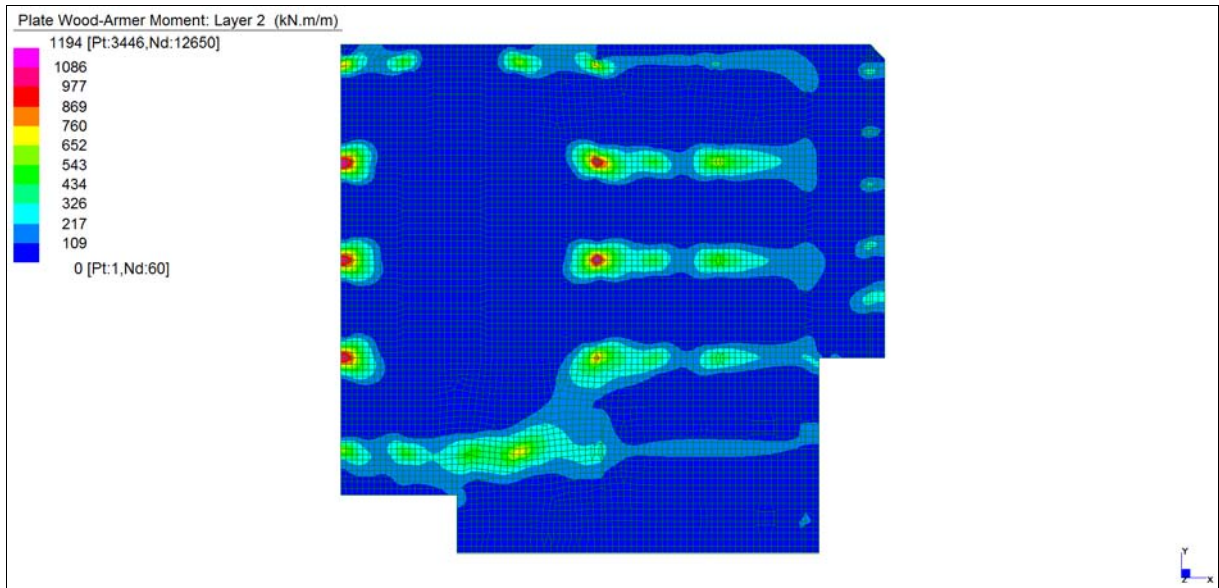
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



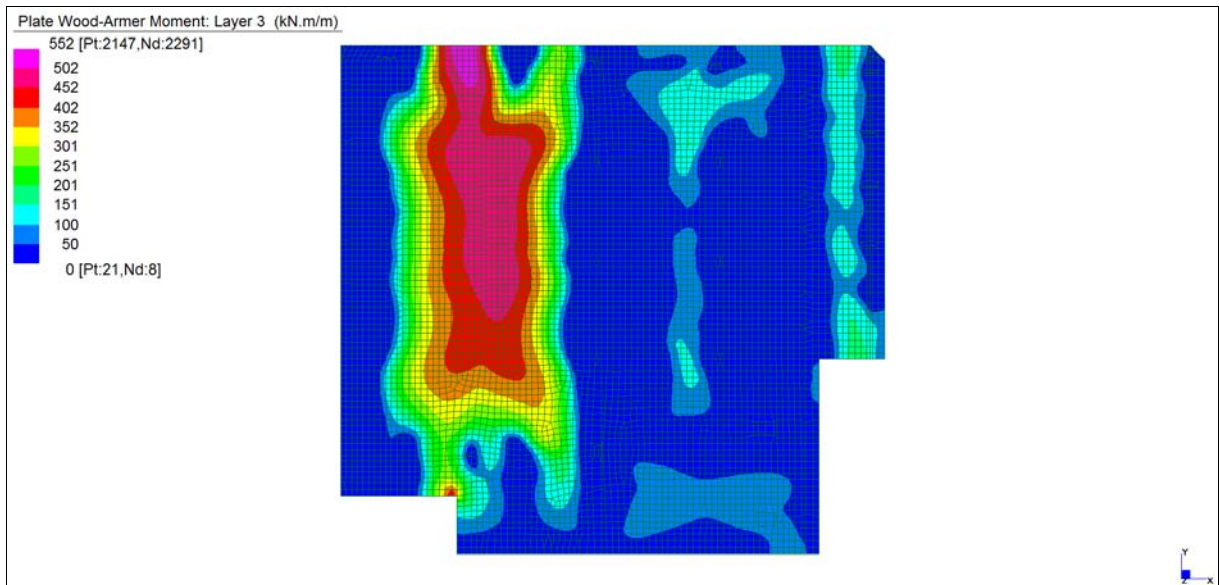
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

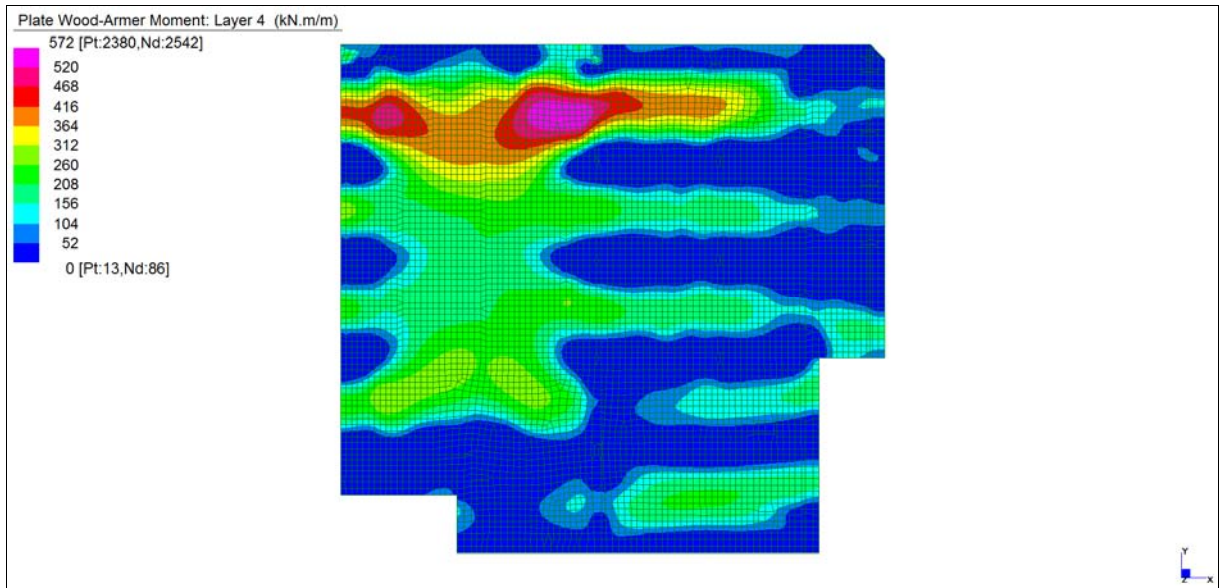


*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 26/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 806$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 837$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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 (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	3900	3990	Sì
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	3800	4219	Sì
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	3500	3990	Sì
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	3600	4219	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea (+667,95 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 25	90	83	70	100	1377	φ26/20	5006	1157	4983	1,46	0,643	0,377	-	φ16/40/40	0,643	0,729	Si	2,603	3,292	Si
pil 36	90	83	70	100	1377	φ26/20	4433	1351	4771	1,50	0,586	0,377	-	φ16/40/40	0,586	0,729	Si	2,372	3,292	Si
pil 43	90	83	70	100	1377	φ26/20	4568	874	4659	1,47	0,590	0,377	-	φ16/40/40	0,590	0,729	Si	2,387	3,292	Si
pil 49	90	83	70	100	1377	φ26/20	4698	879	3505	1,34	0,556	0,377	-	φ14/40/40	0,556	0,558	Si	2,252	3,292	Si
pil 50	90	83	70	100	1377	φ26/20	2616	1293	1610	1,35	0,310	0,377	Si	-	-	-	-	1,255	3,292	Si
pil 26	90	83	70	100	1377	φ26/20	7864	1890	1955	1,15	0,797	0,377	-	φ18/40/40	0,797	0,922	Si	3,225	3,292	Si
pil 27	90	83	50	150	1437	φ26/20	3553	714	3575	1,48	0,444	0,377	-	φ14/40/40	0,444	0,550	Si	1,596	3,292	Si
pil 37	90	83	70	100	1377	φ26/20	6898	1874	1737	1,16	0,705	0,377	-	φ16/40/40	0,705	0,729	Si	2,854	3,292	Si
pil 38	90	83	50	150	1437	φ26/20	3173	705	4124	1,62	0,434	0,377	-	φ14/40/40	0,434	0,550	Si	1,559	3,292	Si
pil 45	90	83	50	150	1437	φ26/20	2856	531	3395	1,57	0,378	0,377	-	φ14/40/40	0,378	0,550	Si	1,356	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 56	90	83	50	50	668	618	φ26/20	1765	253	272	1,40	0,448	0,377	-	φ14/40/40	0,448	0,541	Si	1,997	3,292	Si
pil 12	90	83	70	100	758	688	φ26/20	1950	1321	4585	1,81	0,565	0,377	-	φ16/40/40	0,565	0,700	Si	1,785	3,292	Si
pil 13	90	83	70	100	758	688	φ26/20	4925	2413	3031	1,40	1,102	0,377	-	φ14/20/40	1,102	1,102	Si	2,458	3,292	Si
pil 14	90	83	70	100	758	688	φ26/20	5986	1808	4012	1,40	1,339	0,377	-	φ16/20/40	1,339	1,439	Si	2,988	3,292	Si
pil 79	90	83	60	60	698	638	φ26/20	2030	698	140	1,40	0,493	0,377	-	φ14/40/40	0,493	0,550	Si	1,914	3,292	Si
pil 80	90	83	60	60	698	638	φ26/20	1949	651	148	1,40	0,474	0,377	-	φ14/40/40	0,474	0,550	Si	1,837	3,292	Si
pil 81	90	83	60	60	698	638	φ26/20	1892	586	150	1,40	0,460	0,377	-	φ14/40/40	0,460	0,550	Si	1,784	3,292	Si
pil 82	90	83	60	60	698	638	φ26/20	2188	574	183	1,40	0,532	0,377	-	φ14/40/40	0,532	0,550	Si	2,063	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>sl</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> (u <sub>0</sub> )	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 78	90	83	60	60	379	319	φ26/20	2321	762	140	1,50	1,113	0,377	-	φ16/20/40	1,113	1,401	Si	1,758	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Platea (+667,95 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	1809	11,29	≤ 17,43	198	≤ 360
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	1308	7,47	≤ 17,43	136	≤ 360
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	599	3,74	≤ 17,43	66	≤ 360
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	612	3,49	≤ 17,43	64	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Platea (+667,95 m)*

SLE FREQUENTE	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
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	1718	0,28	≤ 0,40
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	1231	0,12	≤ 0,40
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	563	0,04	≤ 0,40
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	582	0,03	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Platea (+667,95 m)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Platea (+667) XX inf-L1	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	1590	9,92	≤ 13,07	0,25	≤ 0,30
Platea (+667) YY inf-L2	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	1194	6,82	≤ 13,07	0,11	≤ 0,30
Platea (+667) XX sup-L3	100	90	81	76	71	9	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	552	3,44	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Platea (+667) YY sup-L4	100	90	84	79	73	6	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ26/10	572	3,27	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente) – Platea (+667,95 m)*

## 16.2 SOLETTA (+675,05 m) - RAMPA

### 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.

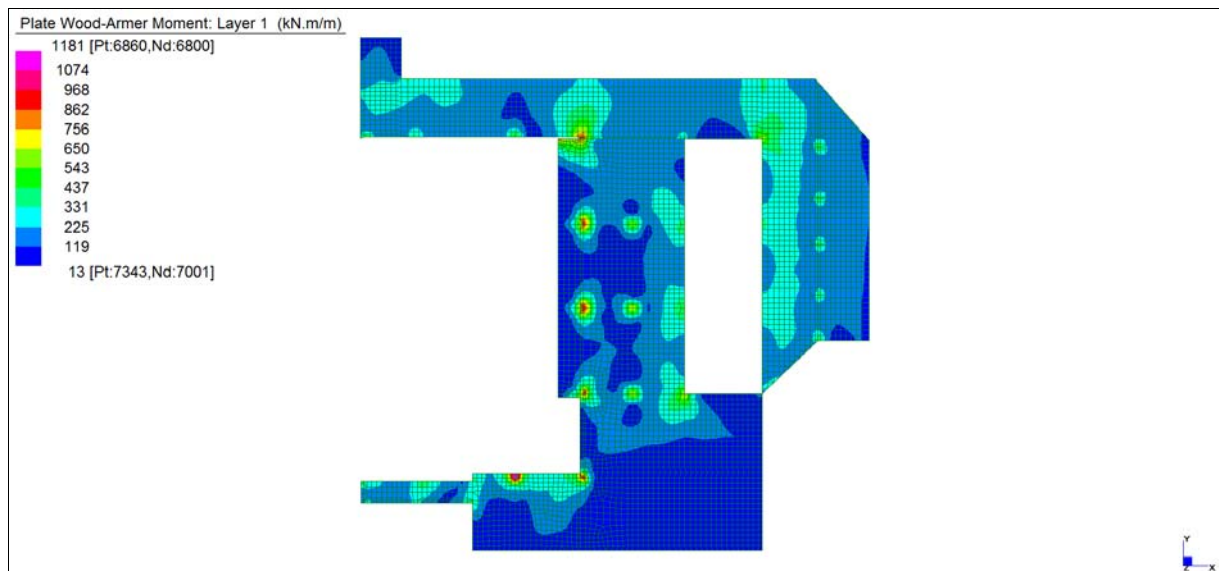
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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.

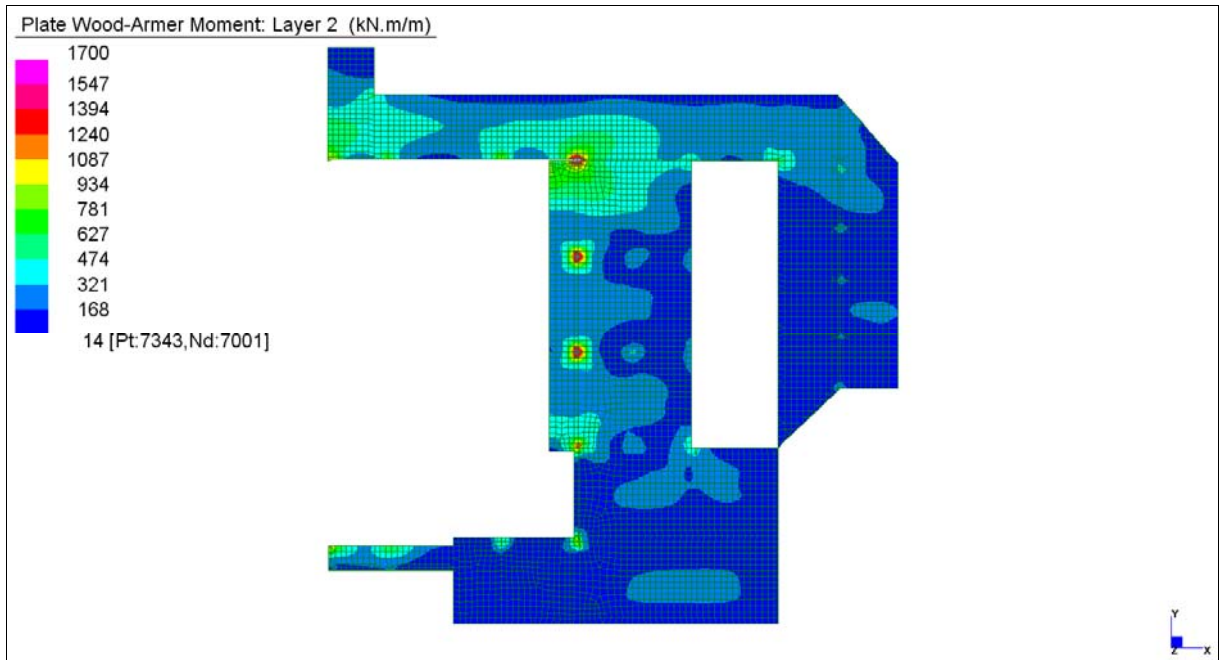
### Grafici di combinazione di SLU



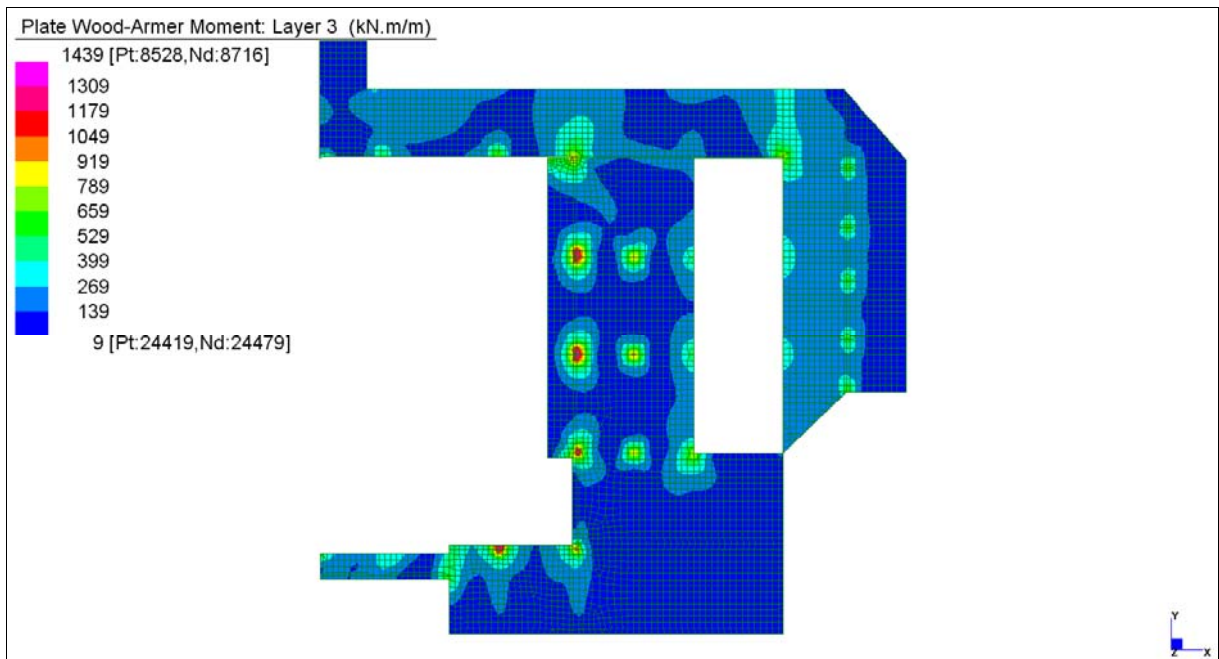
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



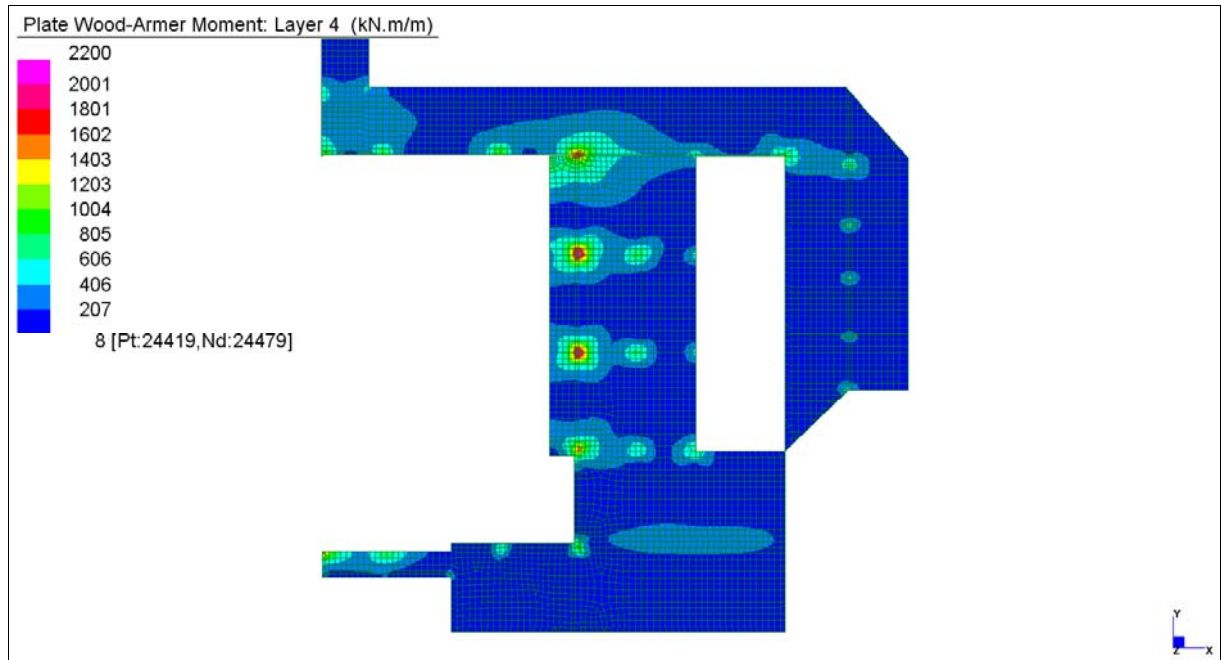
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



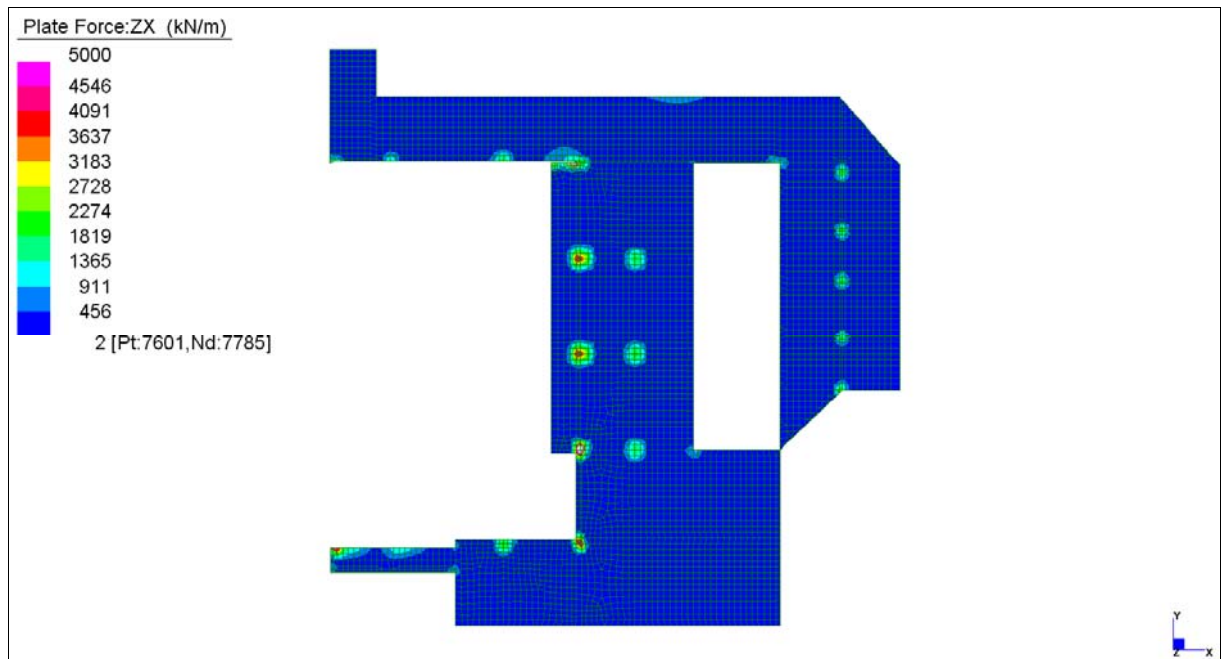
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



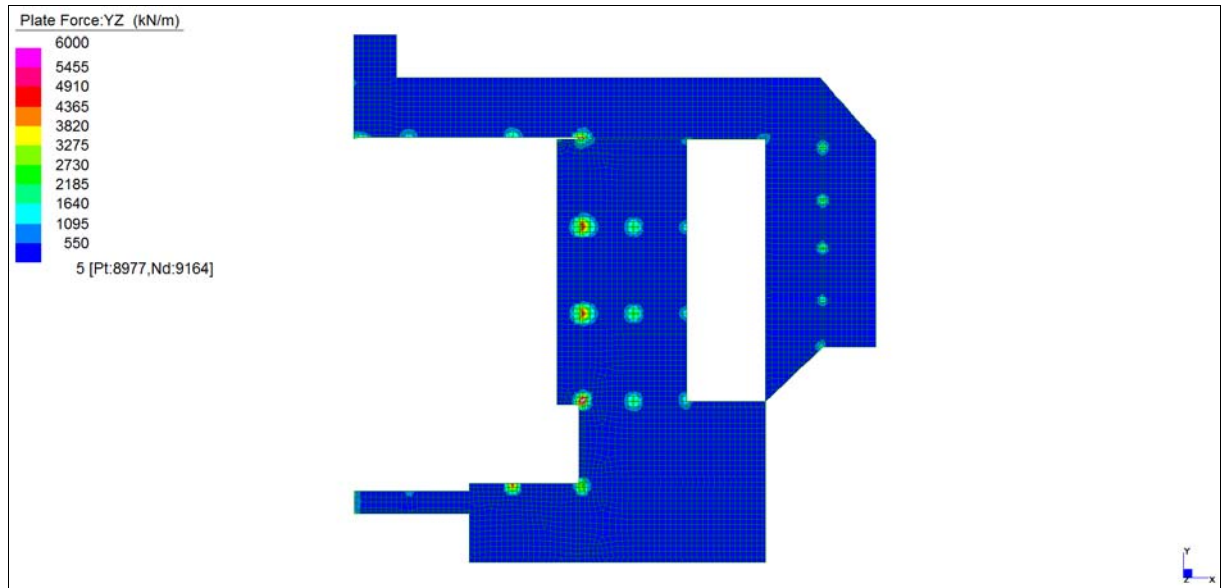
Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)



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

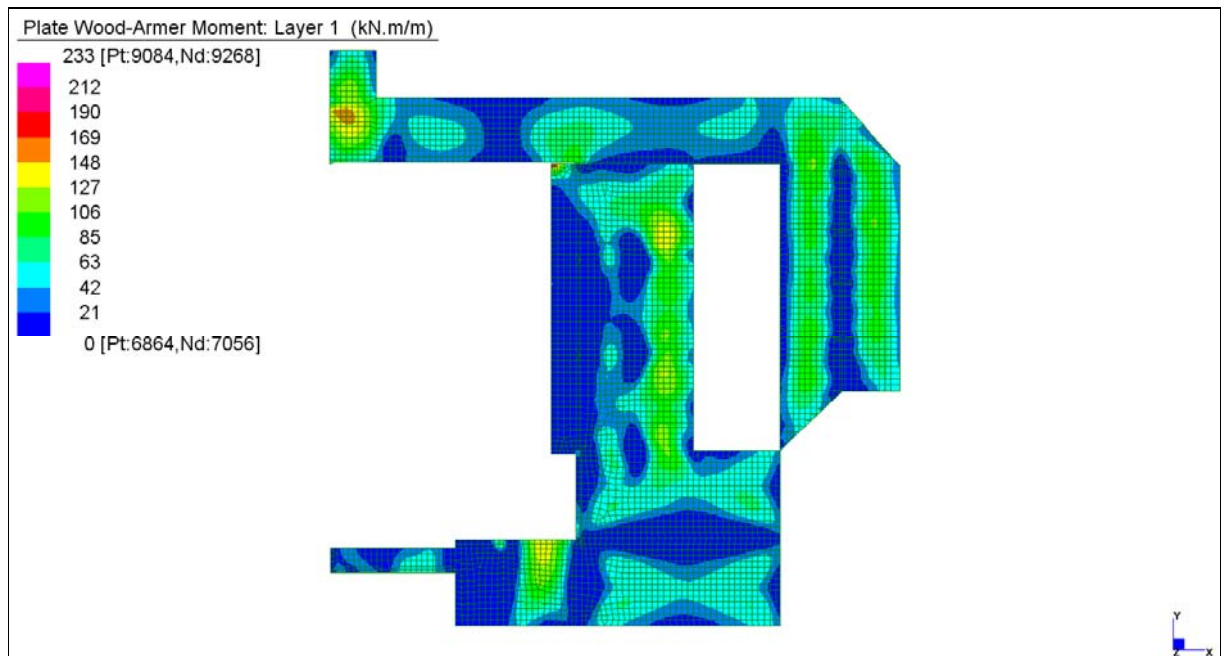
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

**Grafici di combinazione RARA**

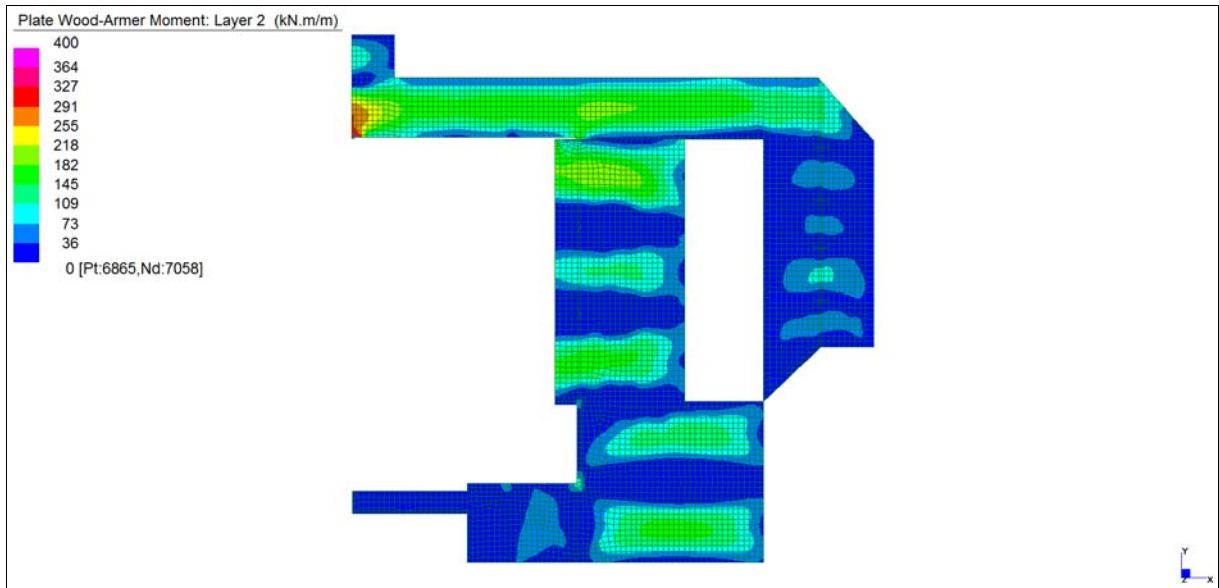


*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

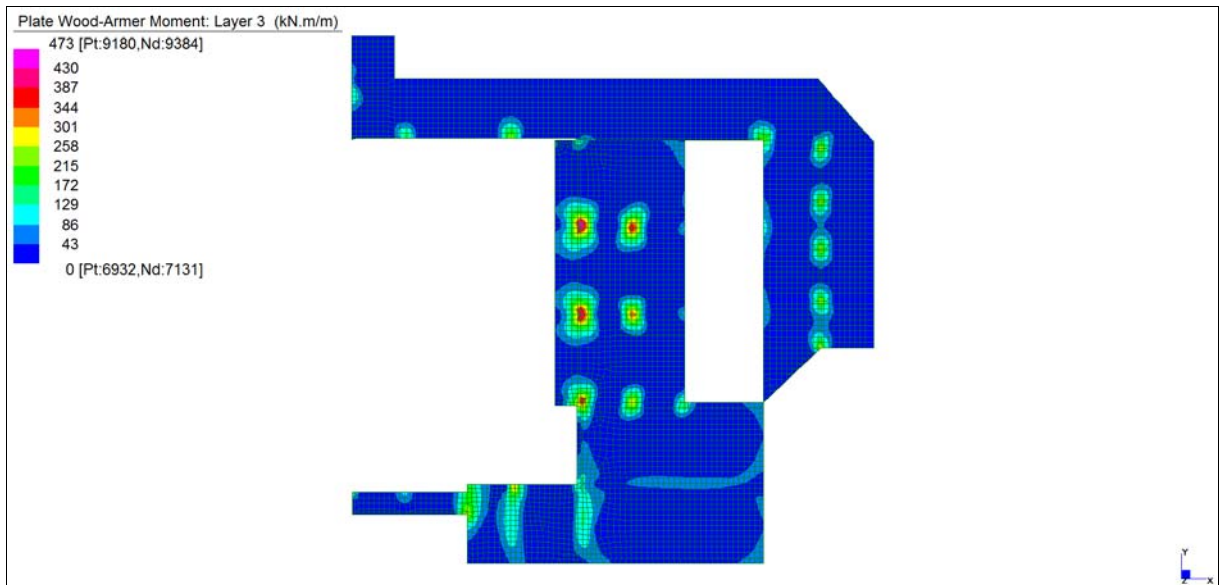


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



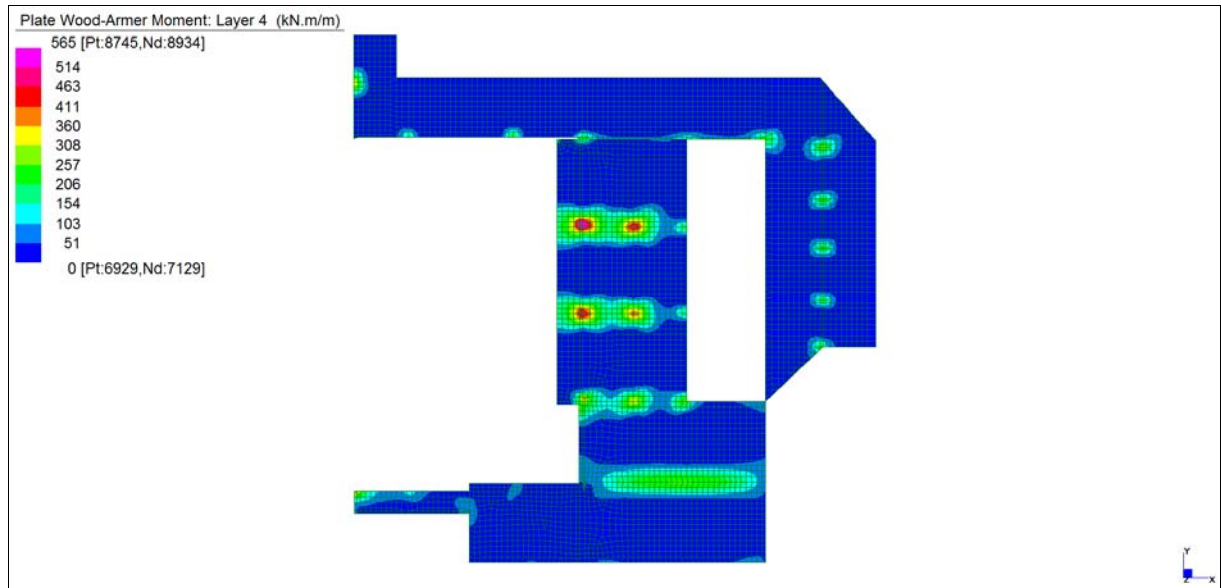
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



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

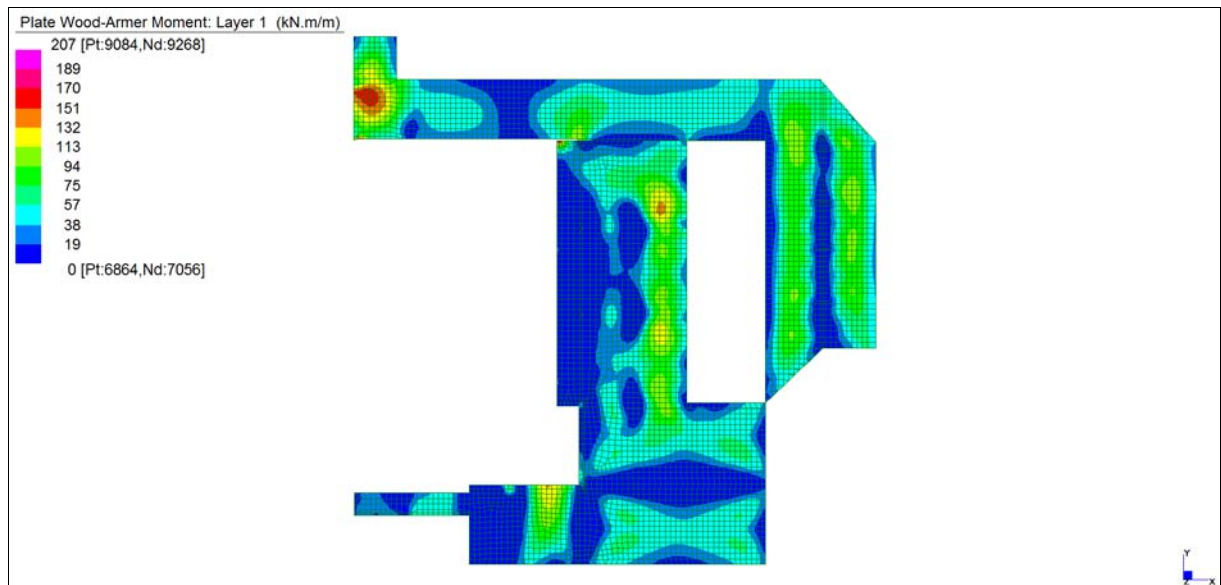
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

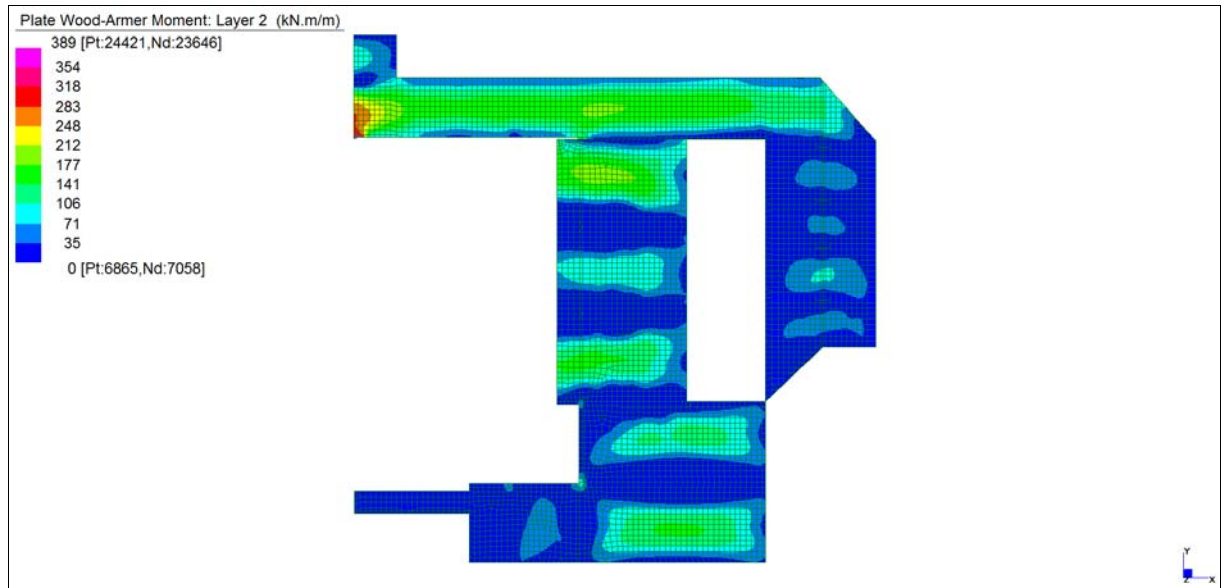
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



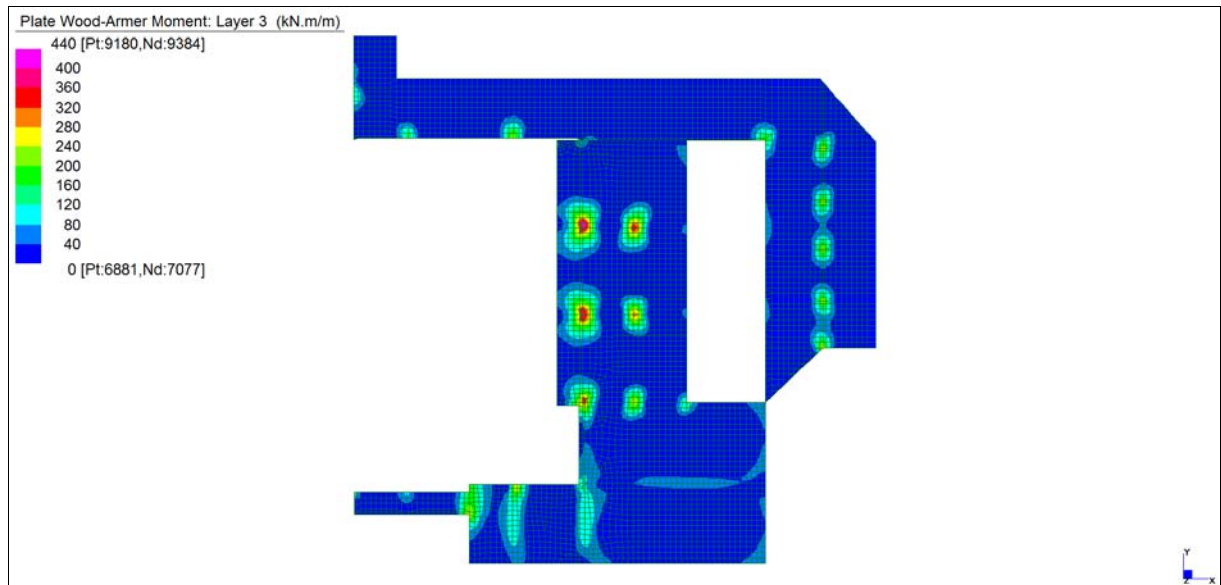
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



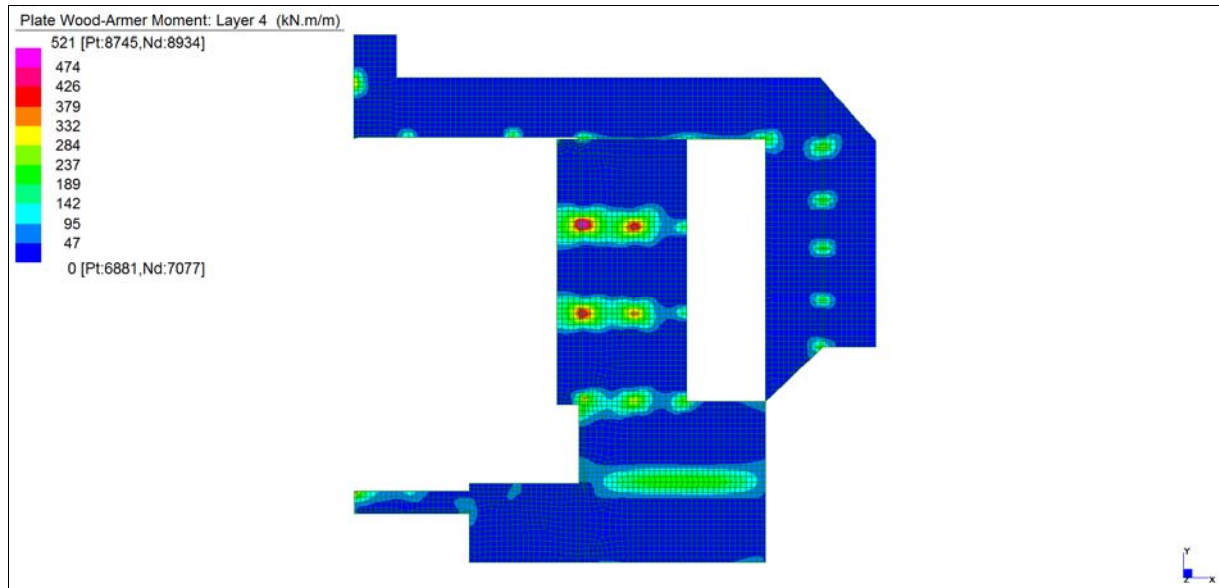
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



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

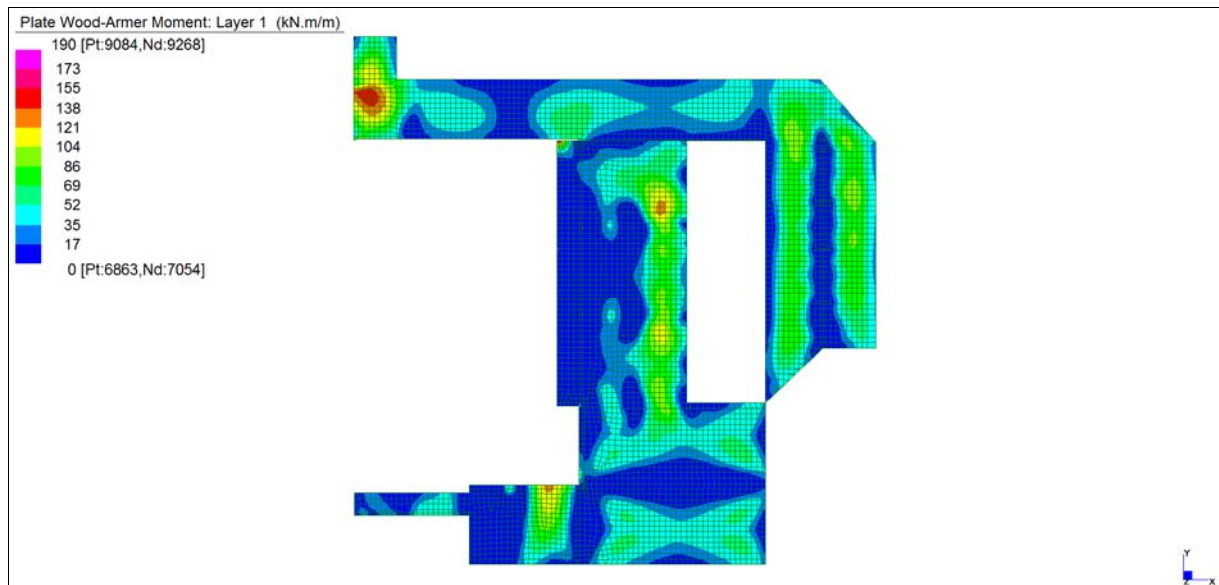
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

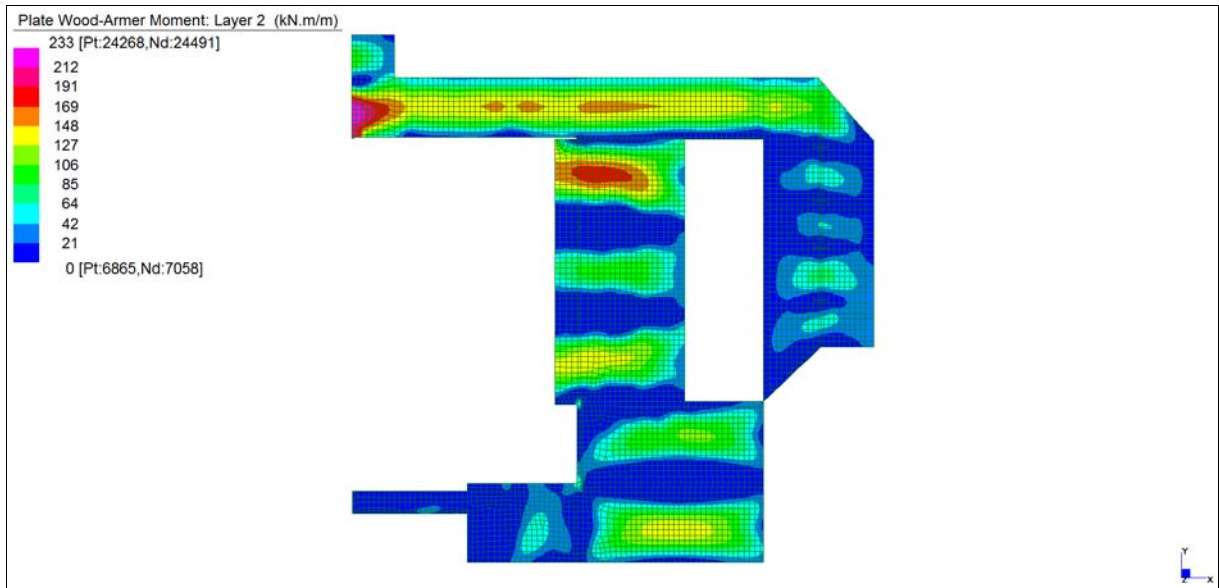
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



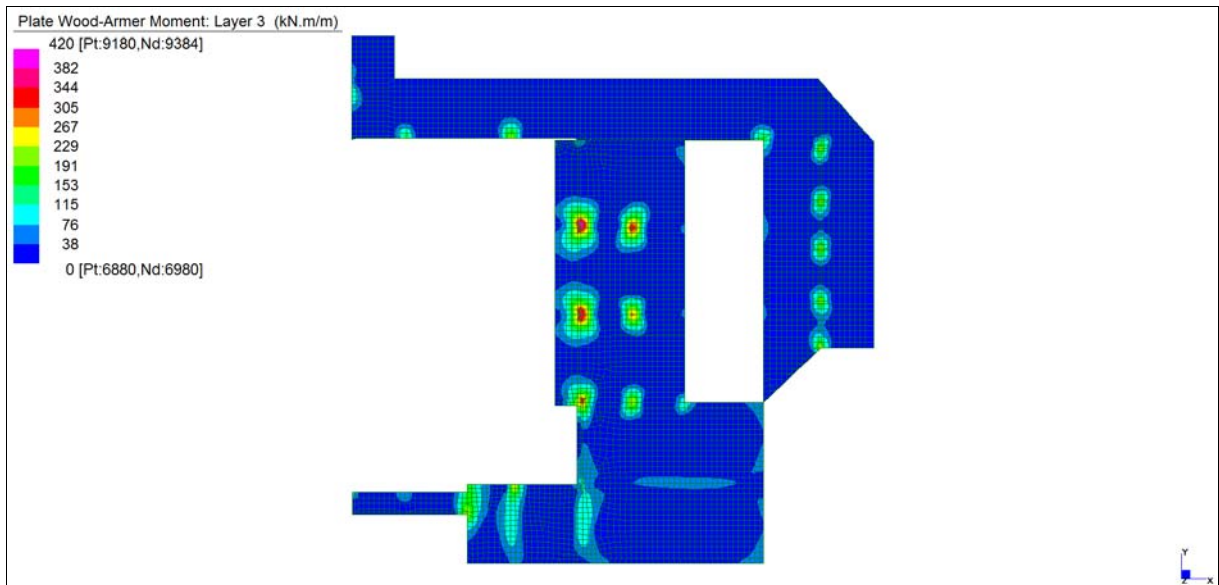
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



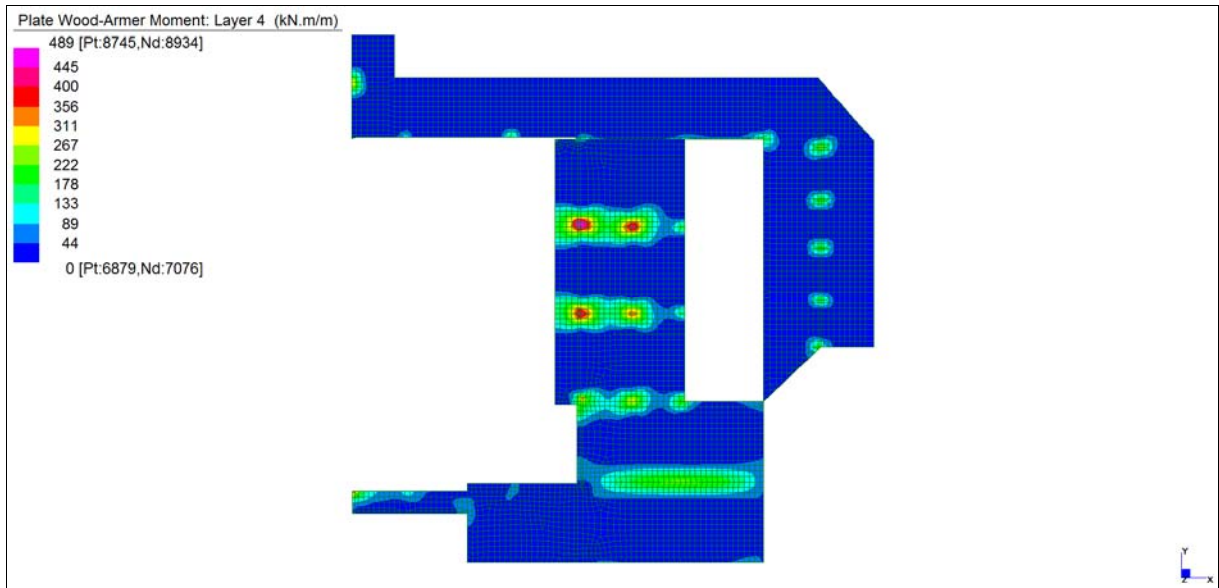
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



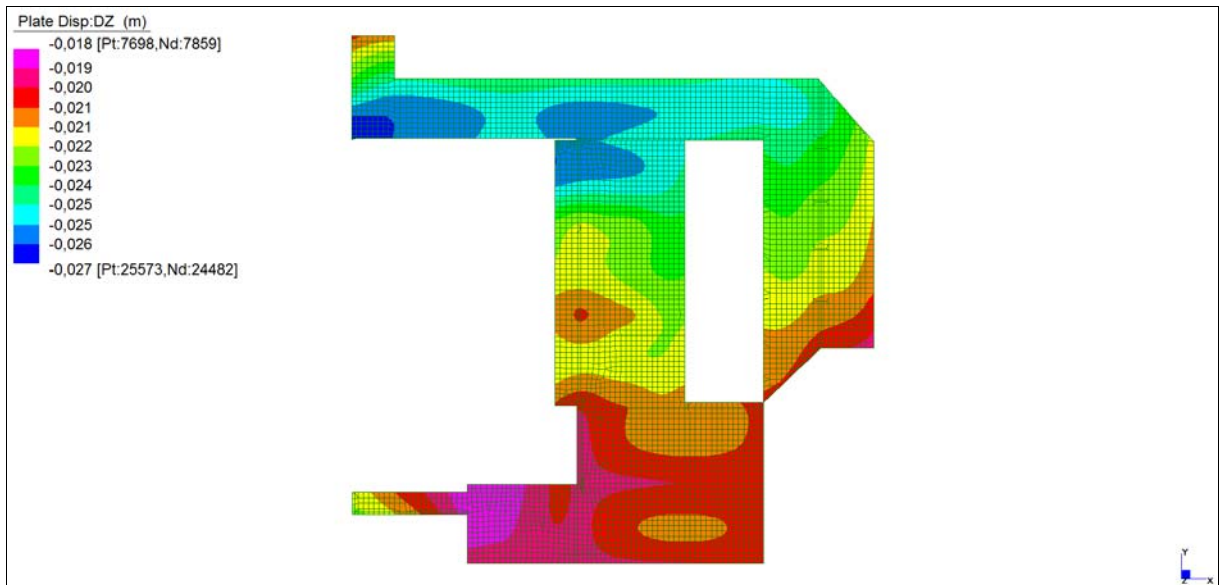
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



*Spostamento  $d_{z,min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a  $\Phi 20/20$  (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di:  $M_{Rd,X} = 307$  kNm/m in direzione X e  $M_{Rd,Y} = 325$  kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Soletta-Rampa XX inf-L1	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	1000	1157	Si
Soletta-Rampa YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	1600	1726	Si
Soletta-Rampa XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ24/10	φ20/20	1300	1387	Si
Soletta-Rampa YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	1700	1726	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+675,05 m) -Rampa*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A PUNZONAMENTO**

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento 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.

PUNZ. INTERNO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	A <sub>st</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
pil 78	60	53	60	60	900	φ20/20	1815	486	98	1,18	0,454	0,399	-	φ14/40/40	0,454	0,538	Si	1,703	3,292	Si
pil 27	60	53	50	150	1060	φ20/20	2935	457	1730	1,42	0,747	0,399	-	φ18/40/40	0,747	0,893	Si	1,978	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>1</sub> *	A <sub>st</sub>	V <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,z</sub>	β	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,C</sub>	VER	A <sub>sw SPILLI</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,CS</sub>	VER	V <sub>Ed</sub> u <sub>0</sub>	V <sub>Rd</sub> MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	kNm	kNm	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
pil 82	60	53	60	60	510	450	φ20/20	1691	389	104	1,40	0,884	0,399	-	φ20/40/40	0,884	1,057	Si	2,505	3,292	Si
pil 26	60	53	70	100	570	500	φ20/20	2842	835	1023	1,40	1,330	0,399	-	φ16/20/40	1,330	1,412	Si	3,158	3,292	Si

*Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+675,05 m) -Rampa*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Soletta-Rampa XX inf-L1	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	233	4,28	≤ 17,43	85	≤ 360
Soletta-Rampa YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	400	5,20	≤ 17,43	102	≤ 360
Soletta-Rampa XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ24/10	φ20/20	473	8,31	≤ 17,43	143	≤ 360
Soletta-Rampa YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	565	7,35	≤ 17,43	144	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+675,05 m) -Rampa*

SLE FREQUENTE	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
Soletta-Rampa XX inf-L1	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	207	0,05	≤ 0,40
Soletta-Rampa YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	389	0,09	≤ 0,40
Soletta-Rampa XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ24/10	φ20/20	440	0,19	≤ 0,40
Soletta-Rampa YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	521	0,13	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente) – Soletta (+675,05 m) -Rampa*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Soletta-Rampa XX inf-L1	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ26/20	φ20/20	190	3,49	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Soletta-Rampa YY inf-L2	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	233	3,03	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Soletta-Rampa XX sup-L3	100	60	52	52	47	8	φ20/20	φ26/20	φ24/10	φ20/20	420	7,38	≤ 13,07	0,18	≤ 0,30
Soletta-Rampa YY sup-L4	100	60	55	55	50	5	φ20/20	φ26/20	φ26/10	φ20/20	489	6,36	≤ 13,07	0,12	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi Permanente) – Soletta (+675,05 m) -Rampa*

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

## 16.3 MURI (sp 35 cm)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

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

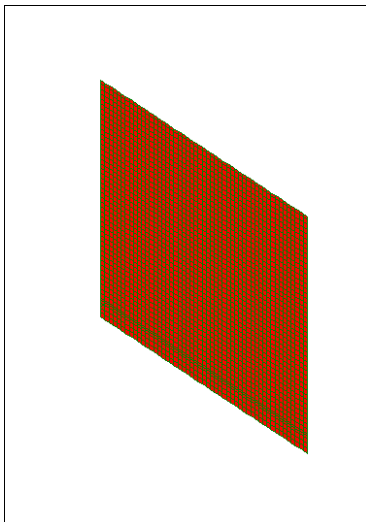
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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

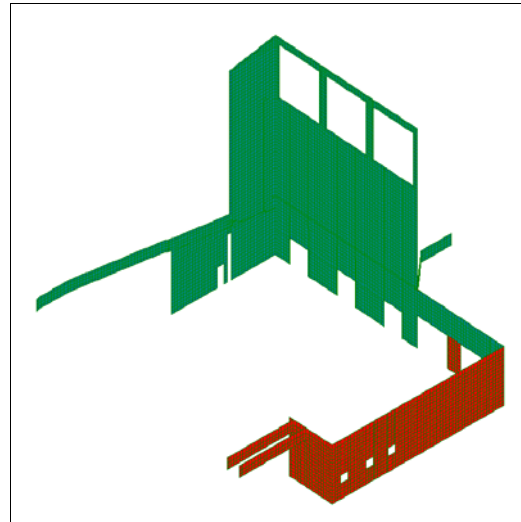
Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento 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



*Muri (sp = 35 cm)*



*Muri (sp = 35 cm)*

#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

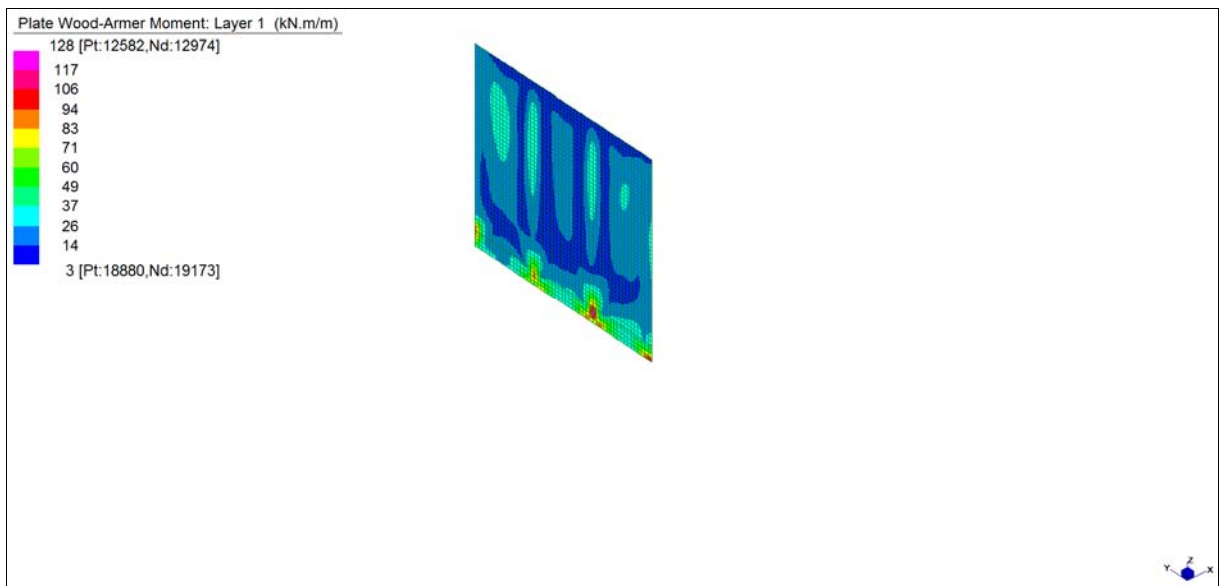
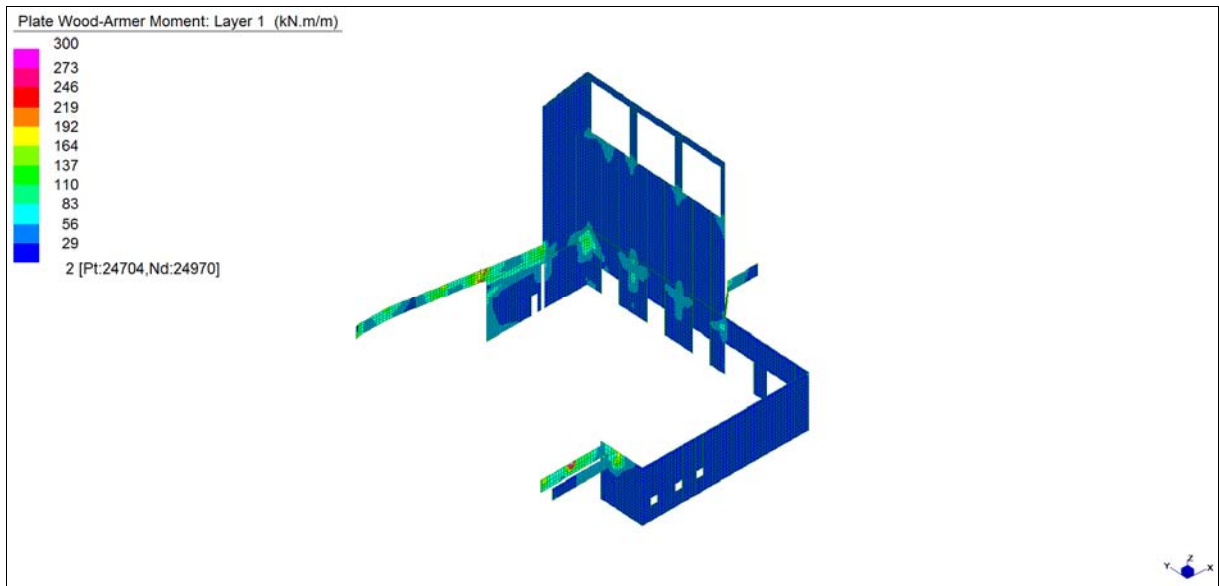
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

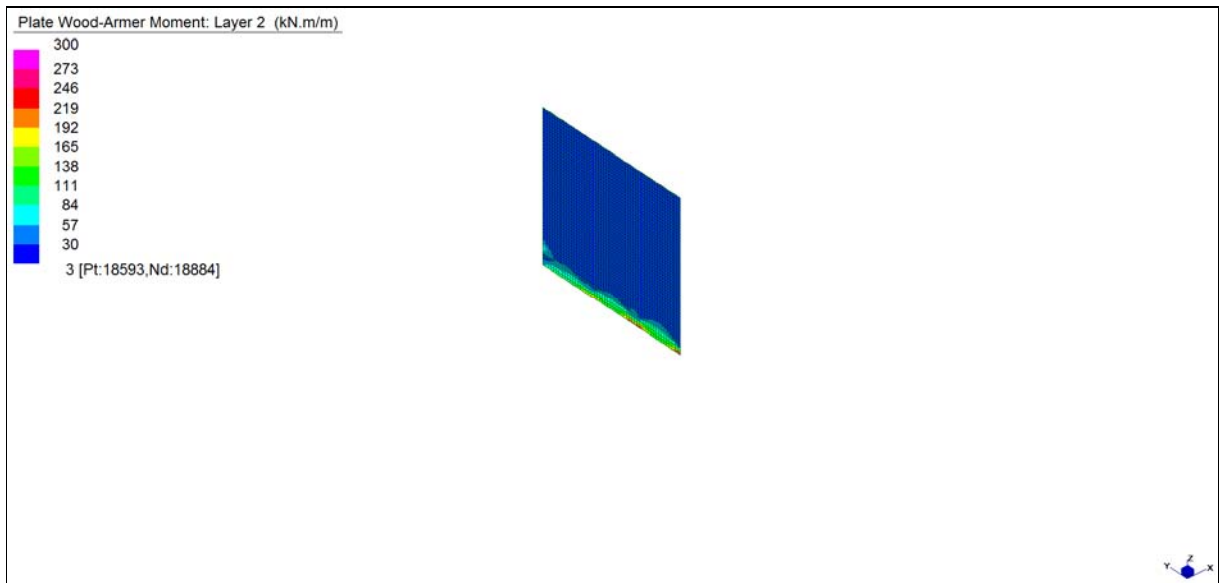
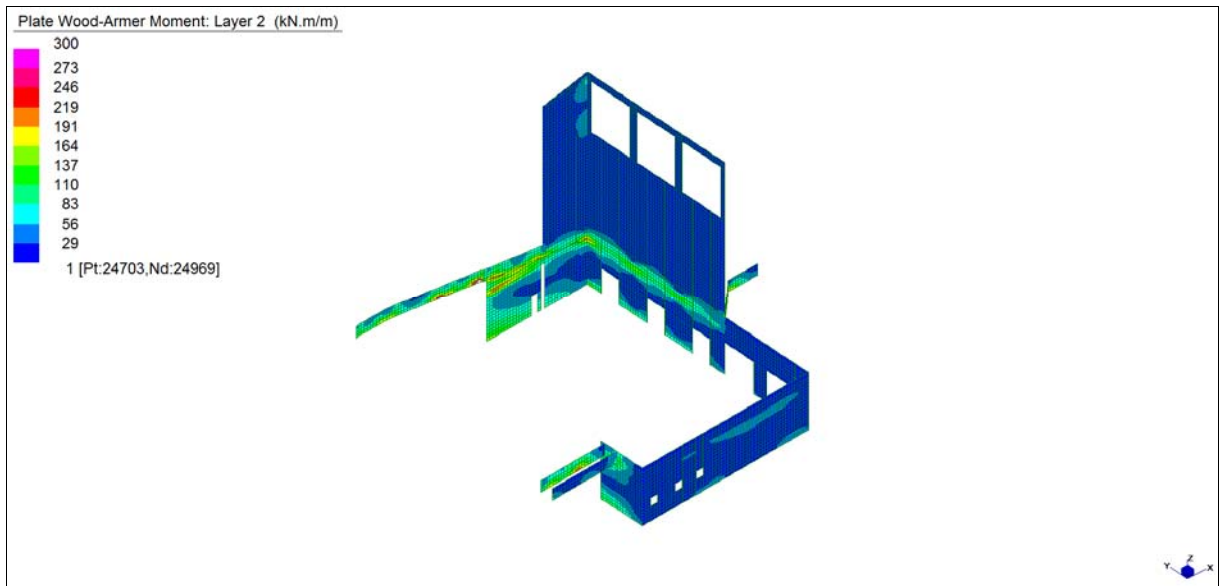
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

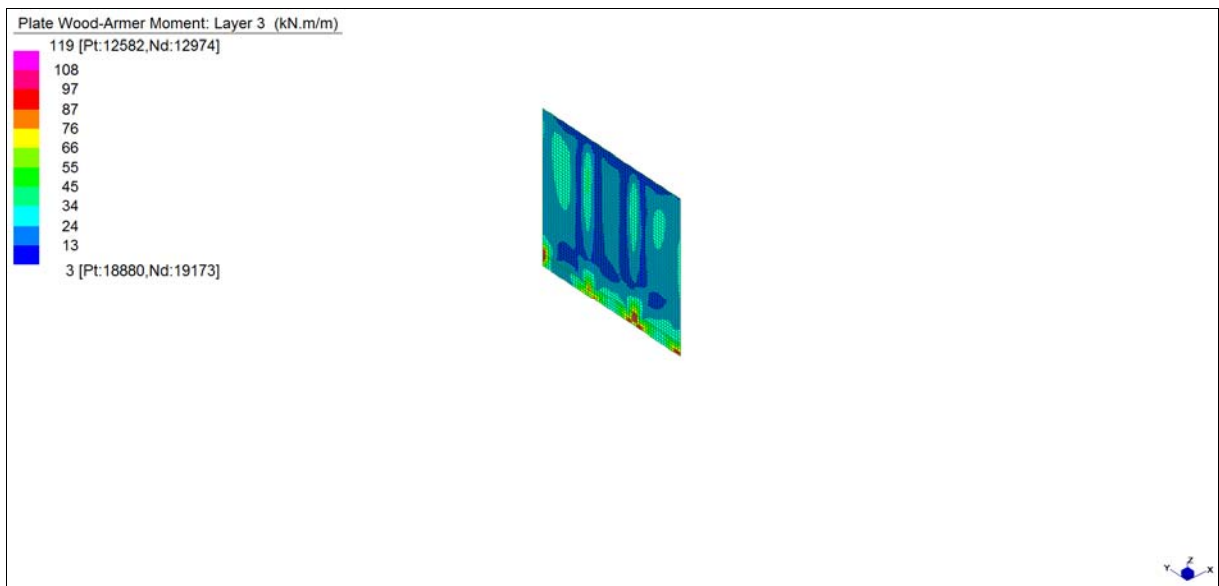
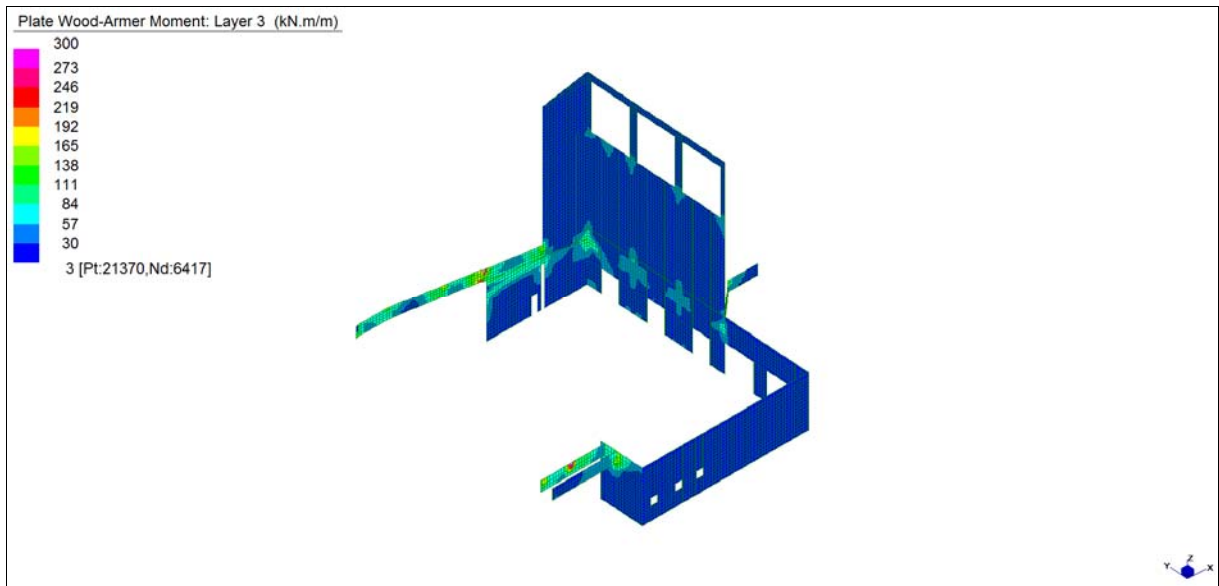
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

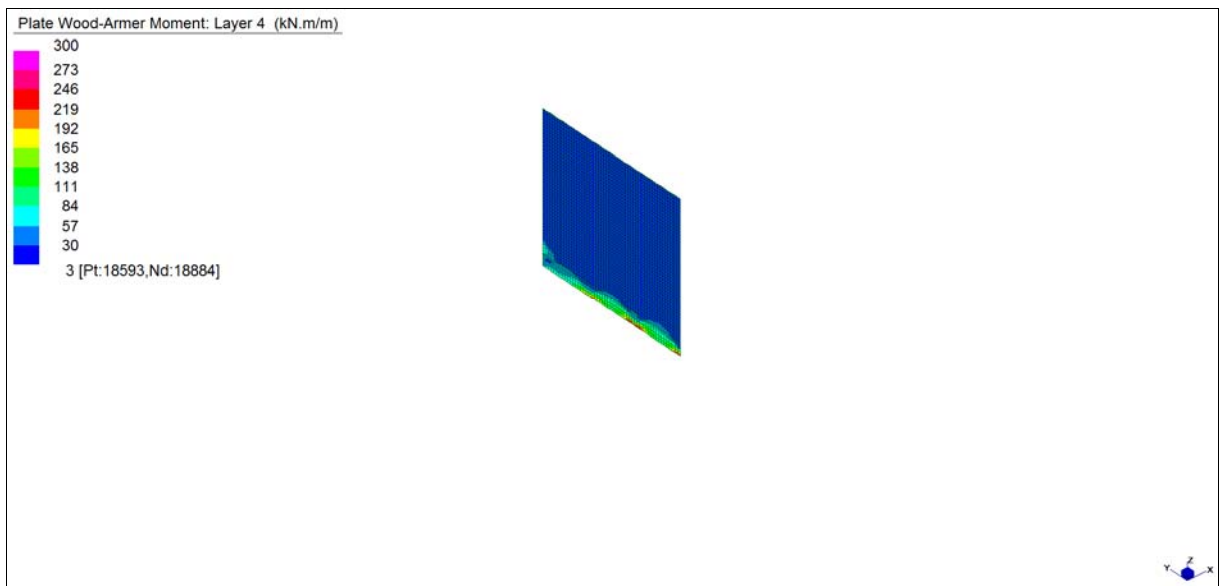
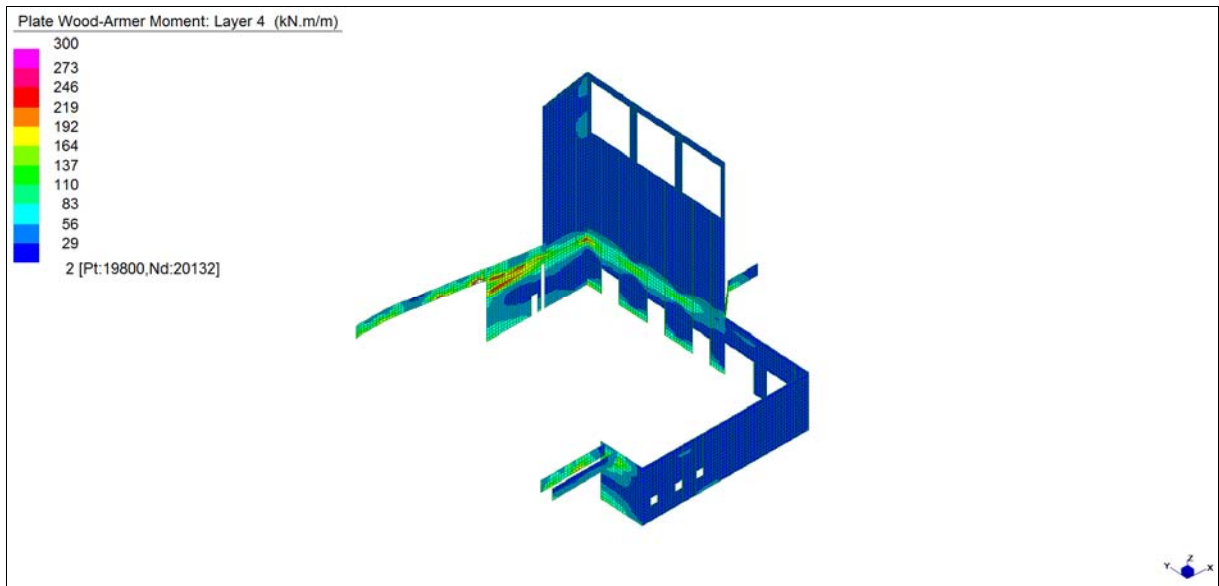
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

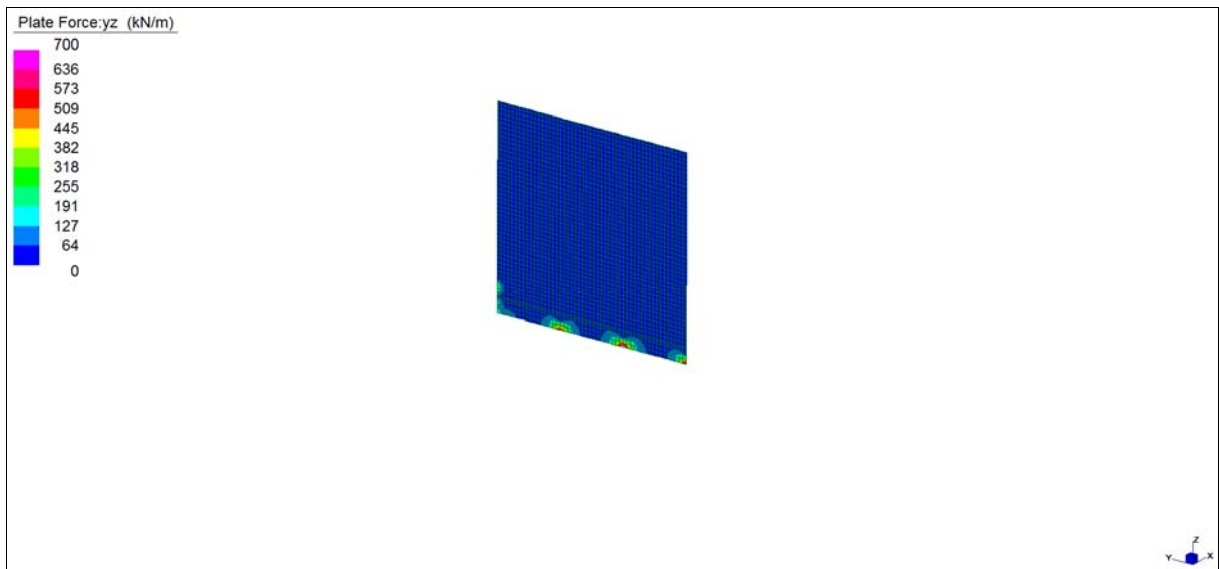
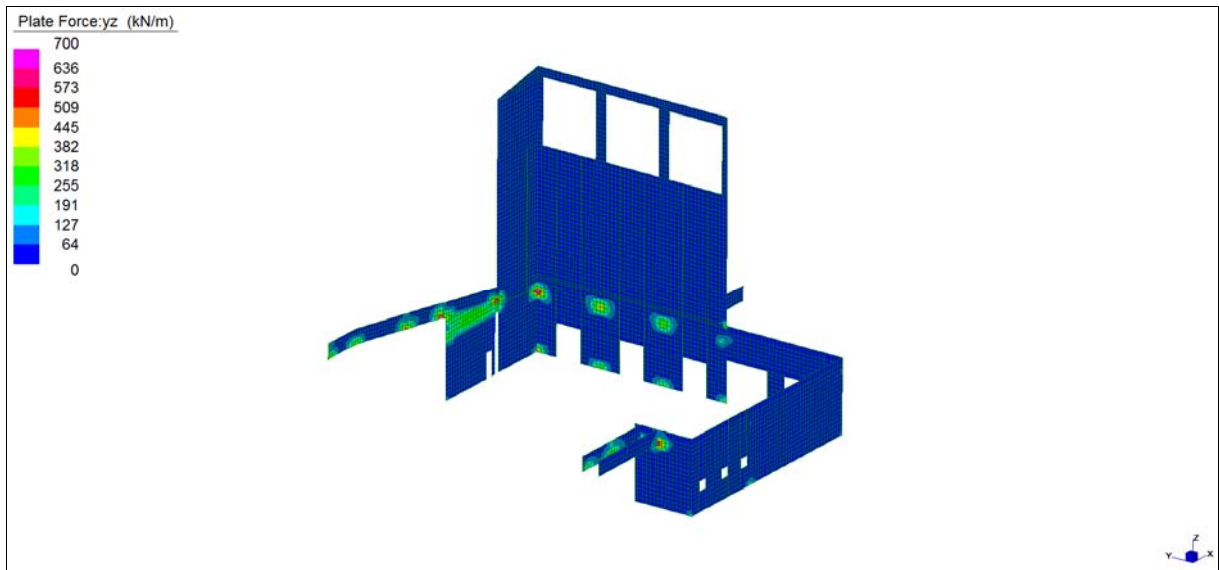
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

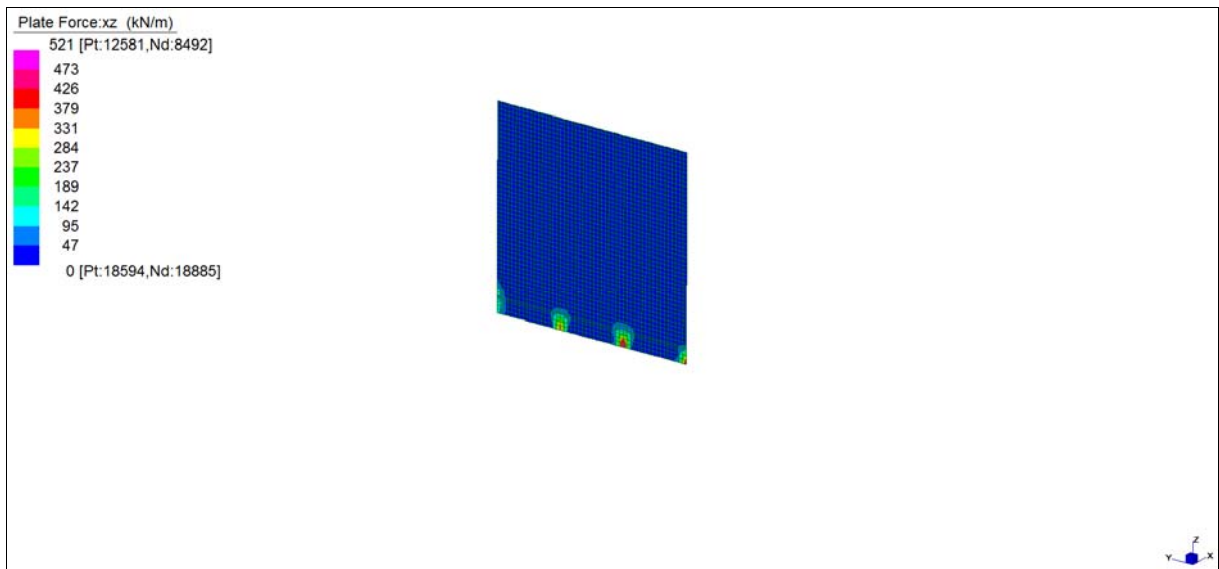
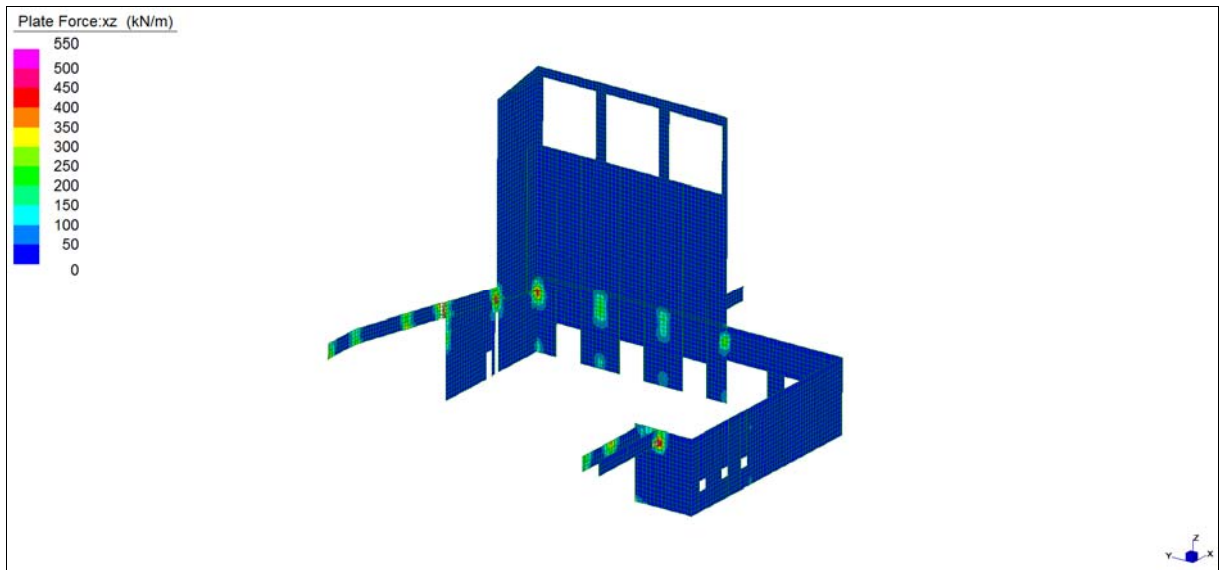
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



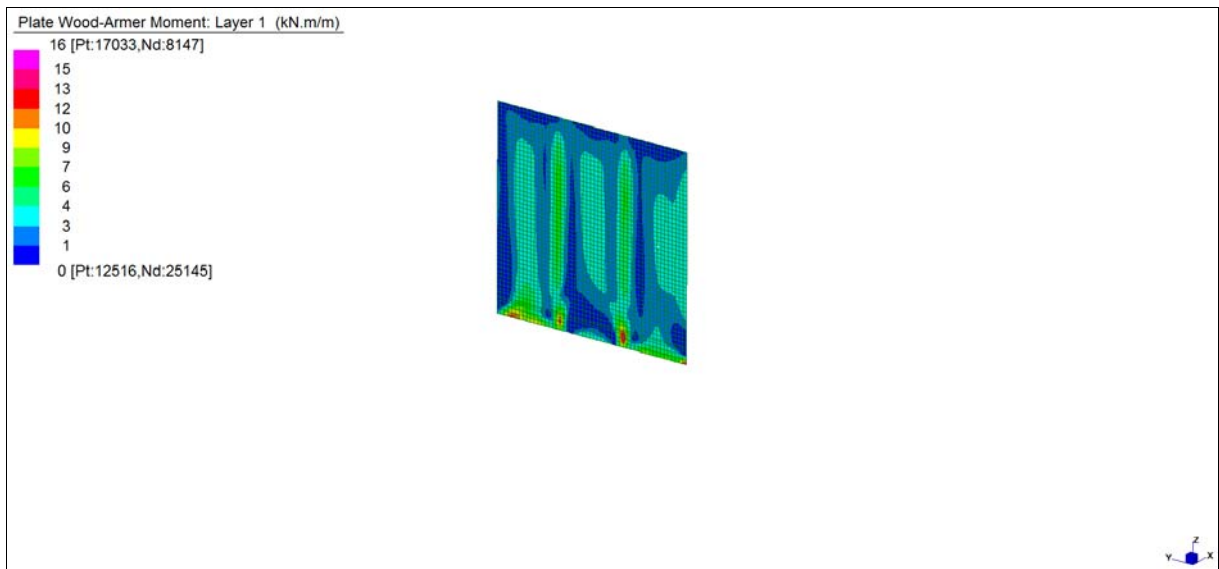
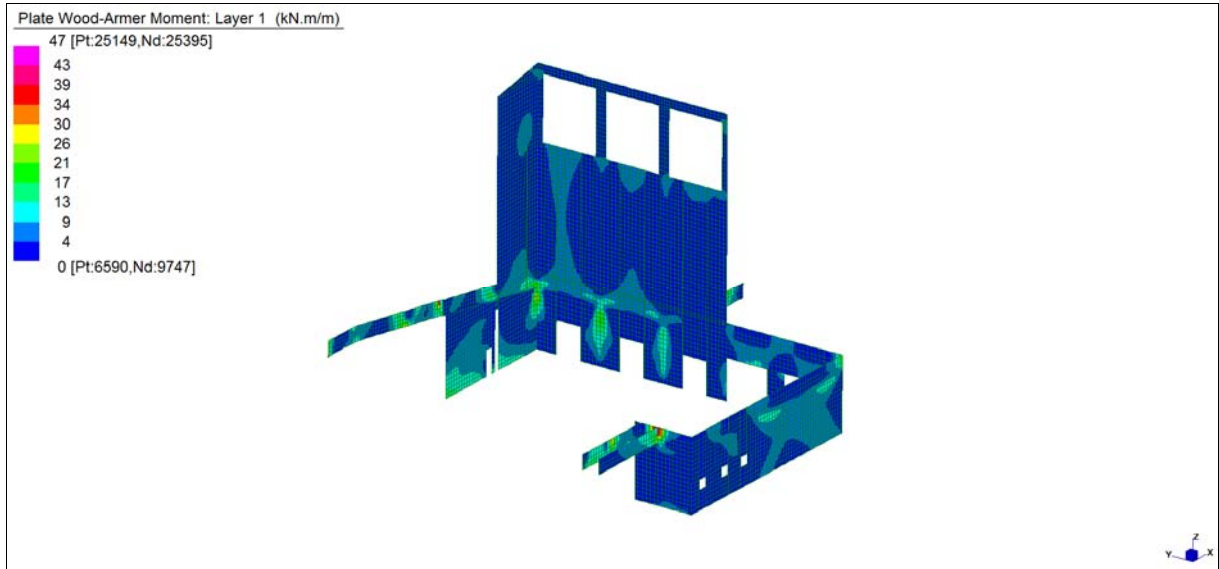
*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

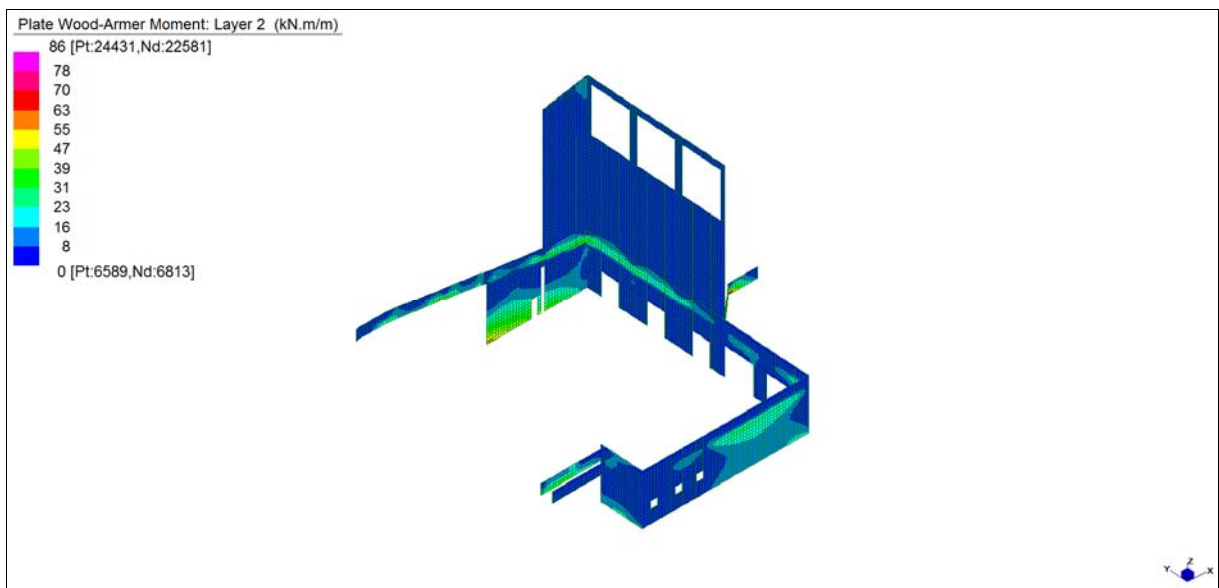
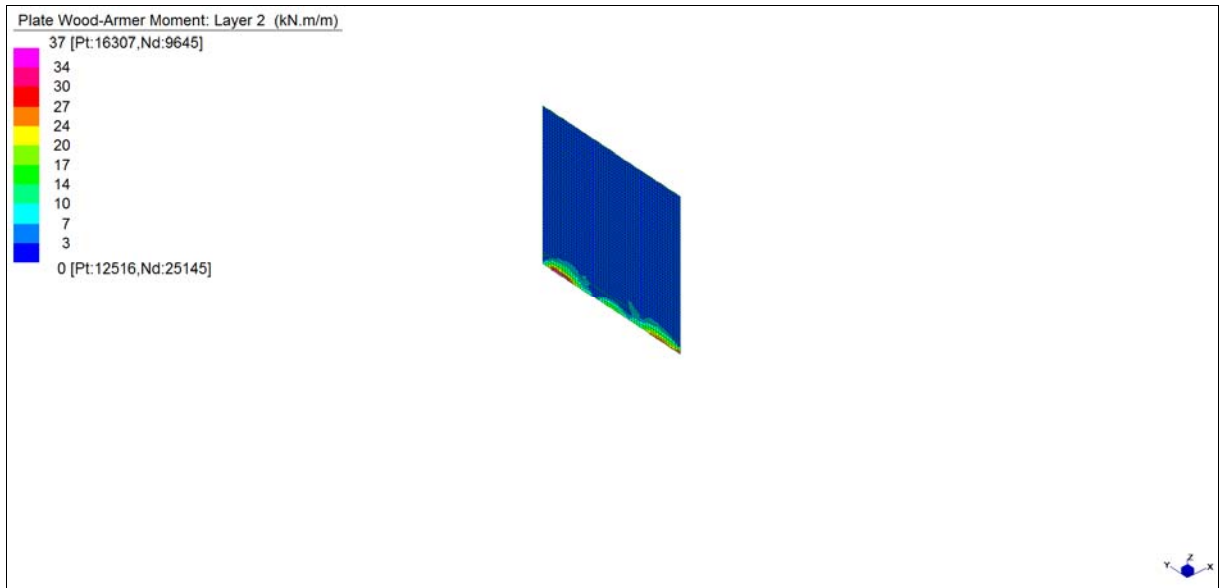
**Grafici di combinazione RARA**



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

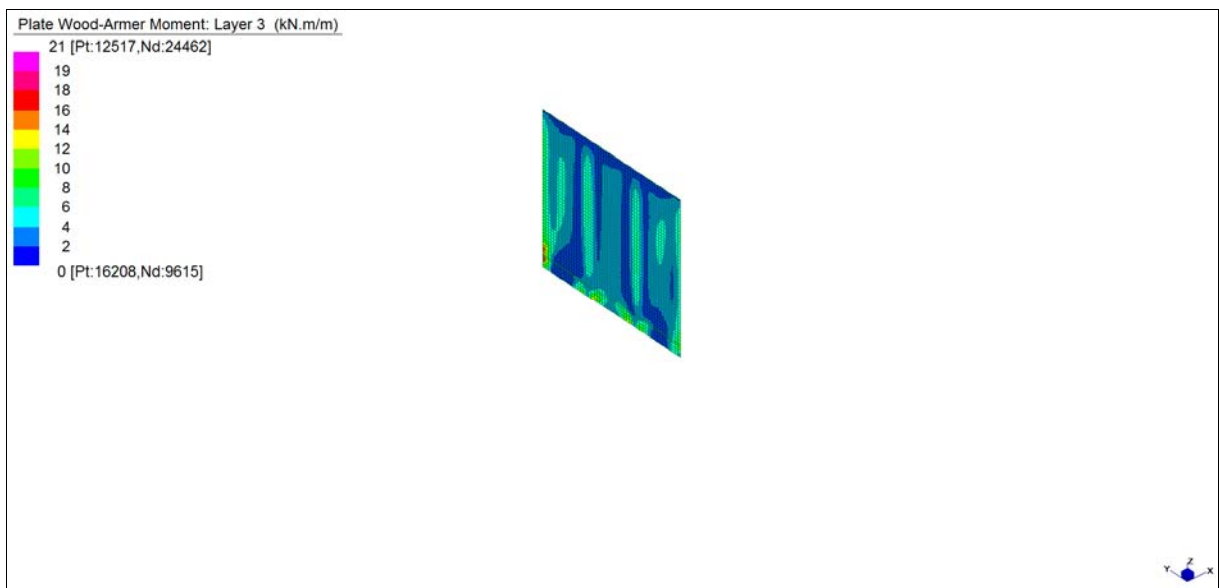
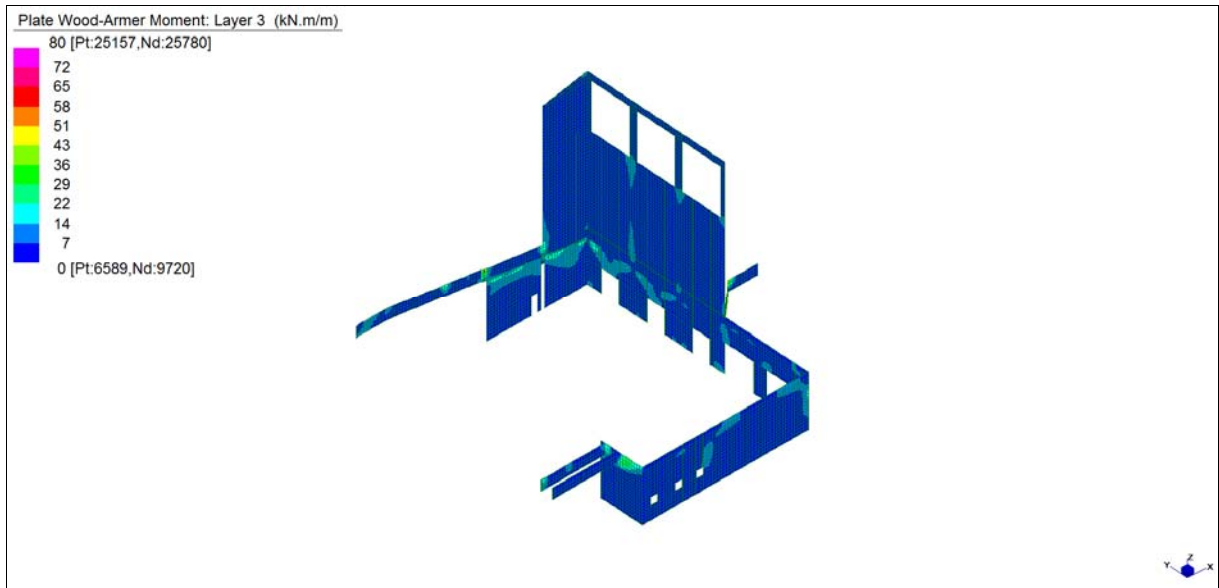
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

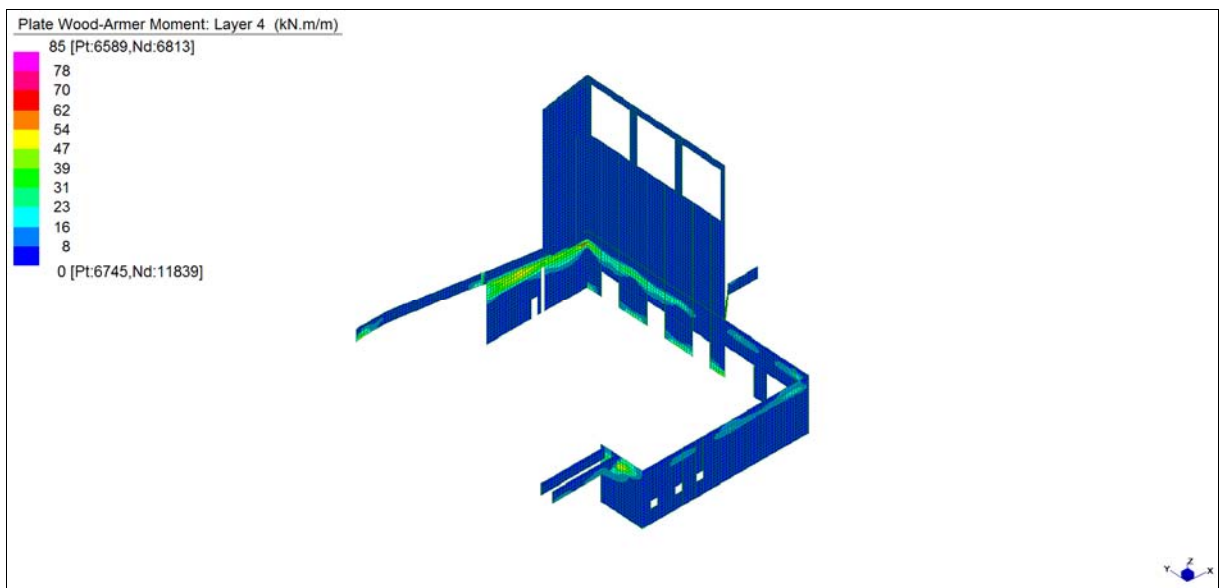
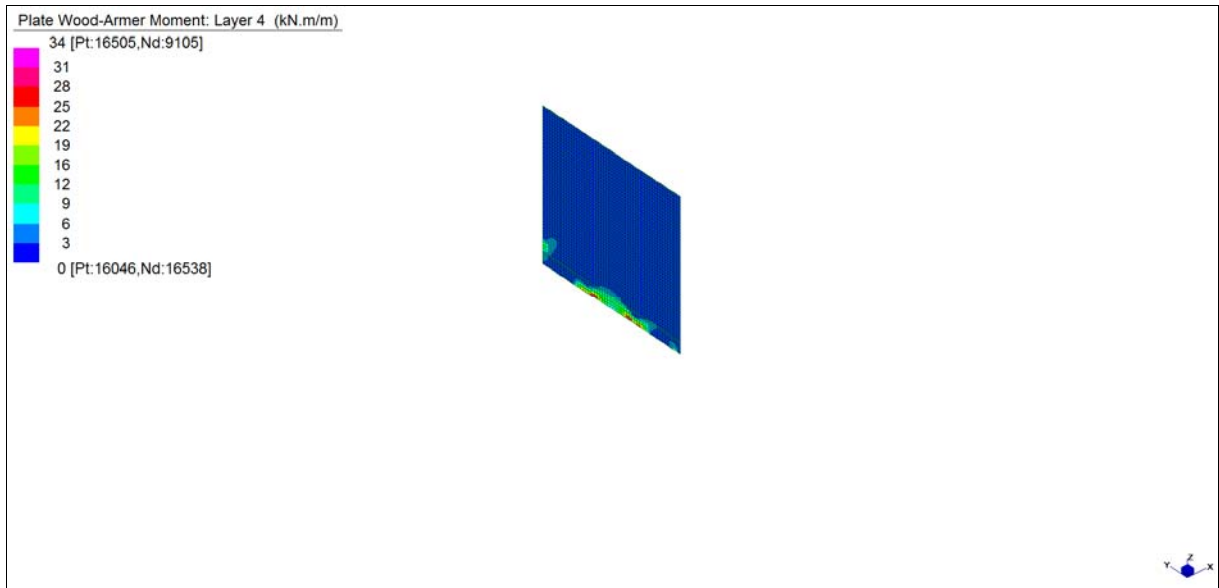
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

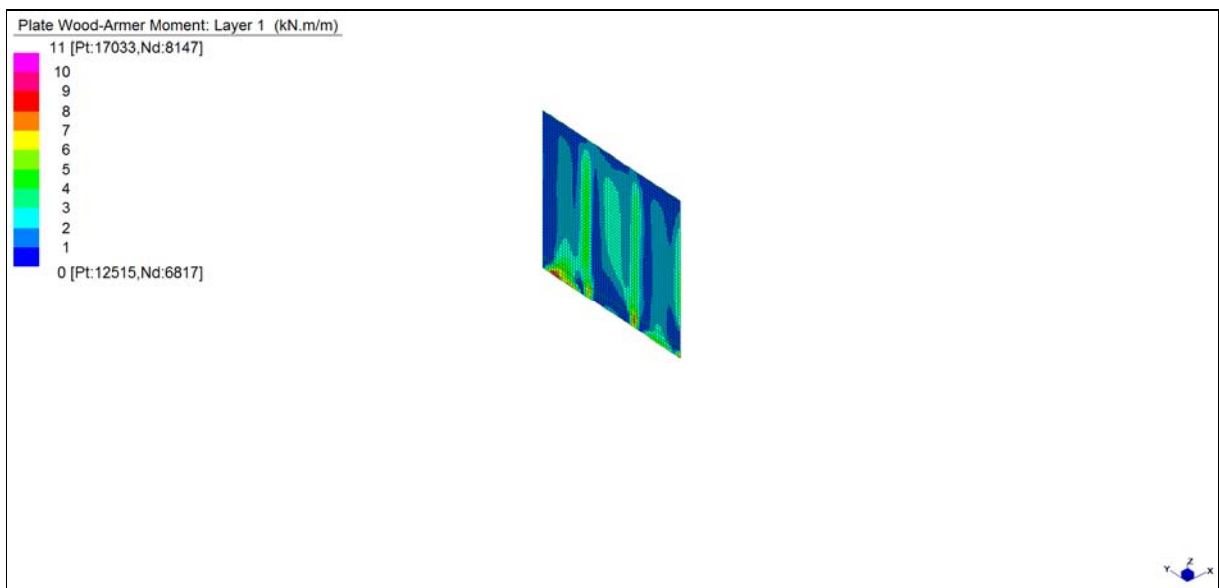
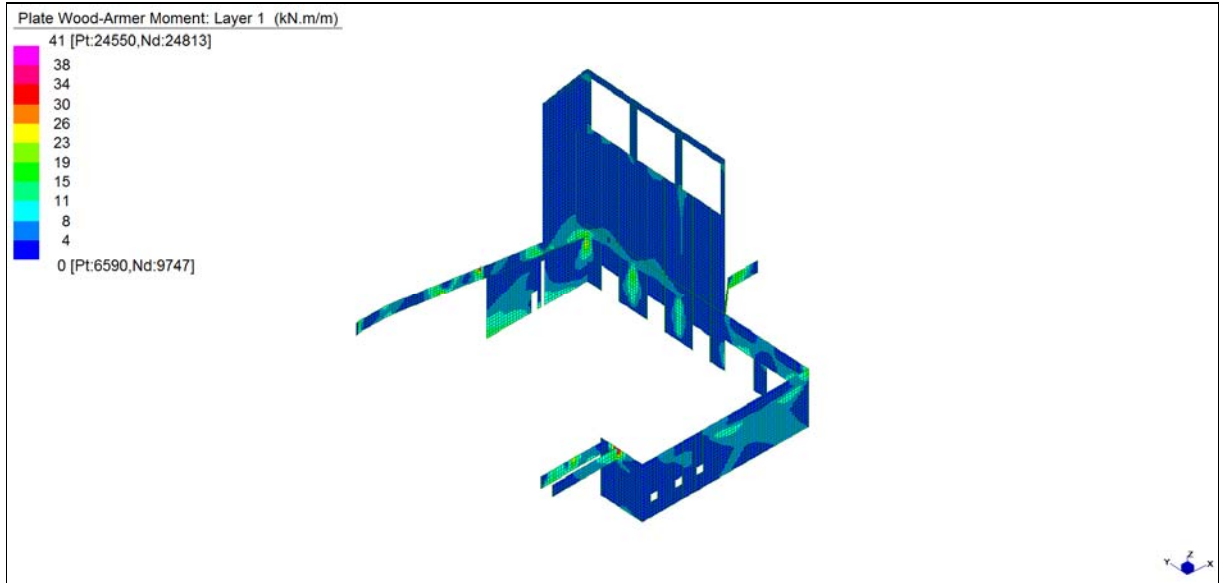


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

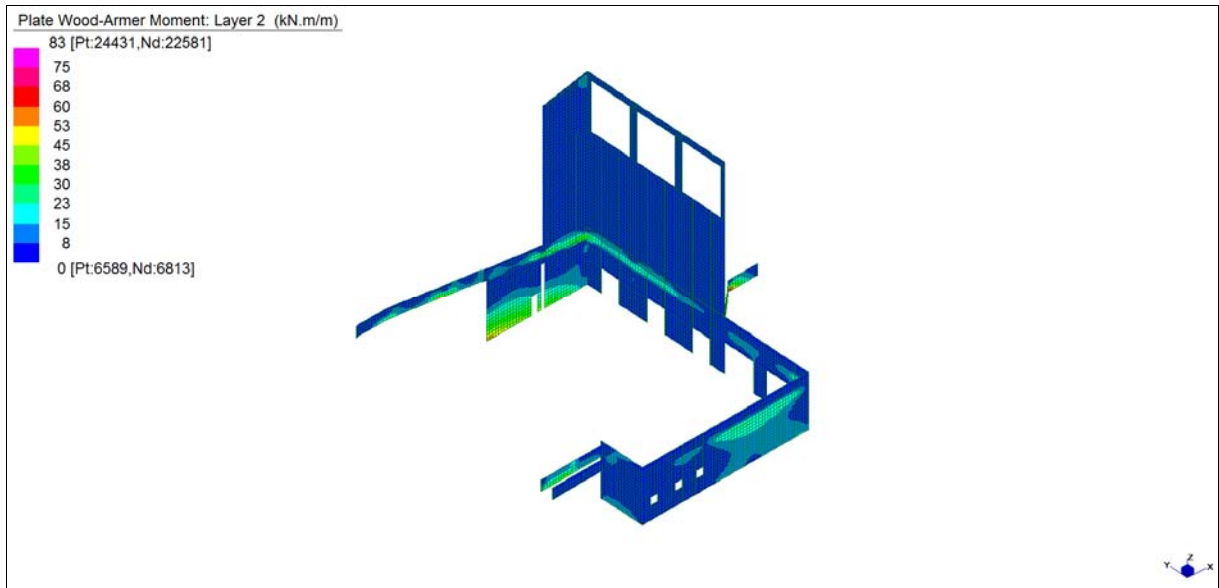


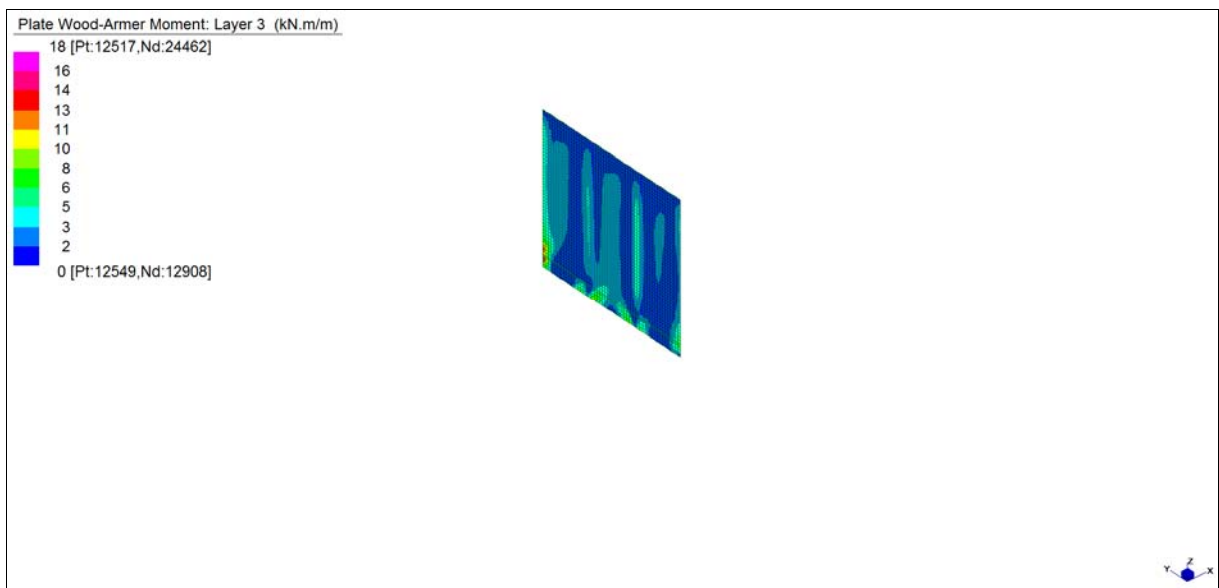
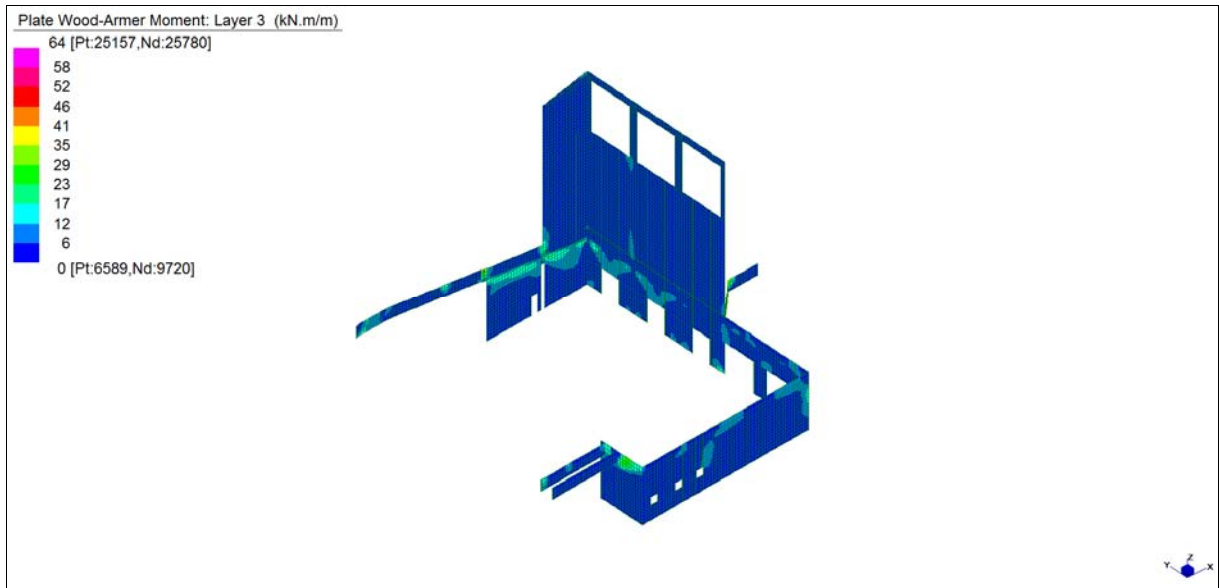
Plate Wood-Armer Moment: Layer 2 (kN.m/m)



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

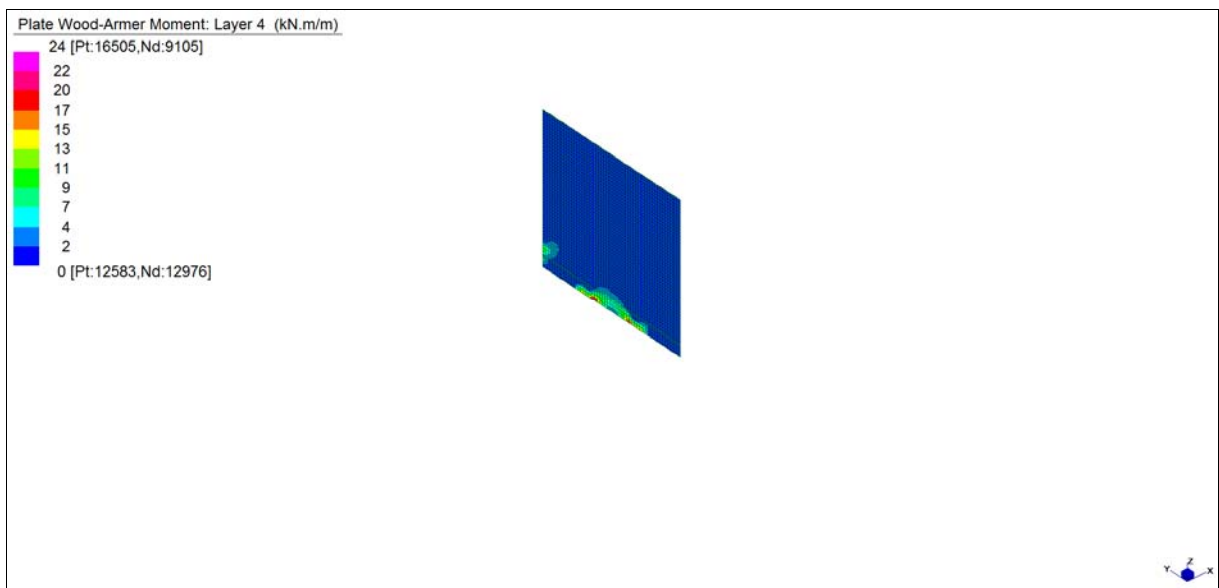
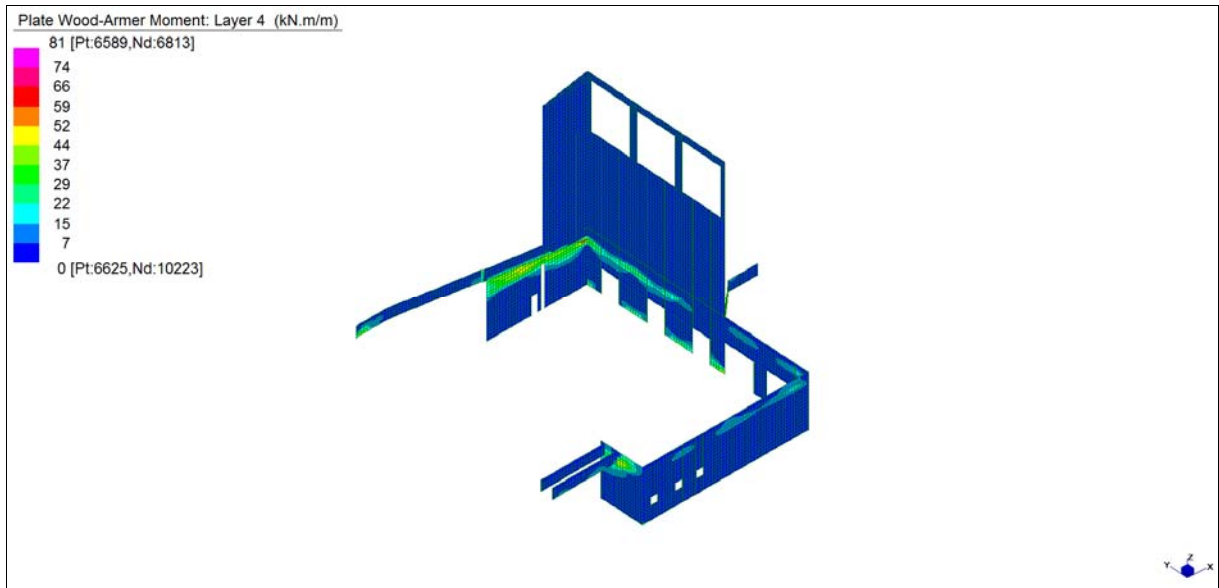
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



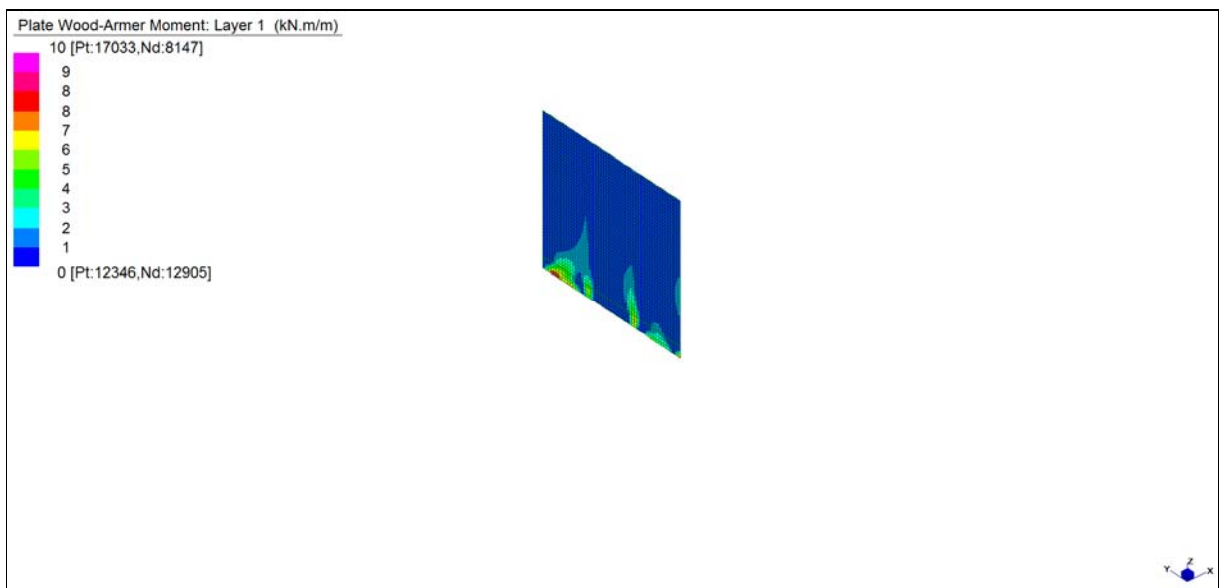
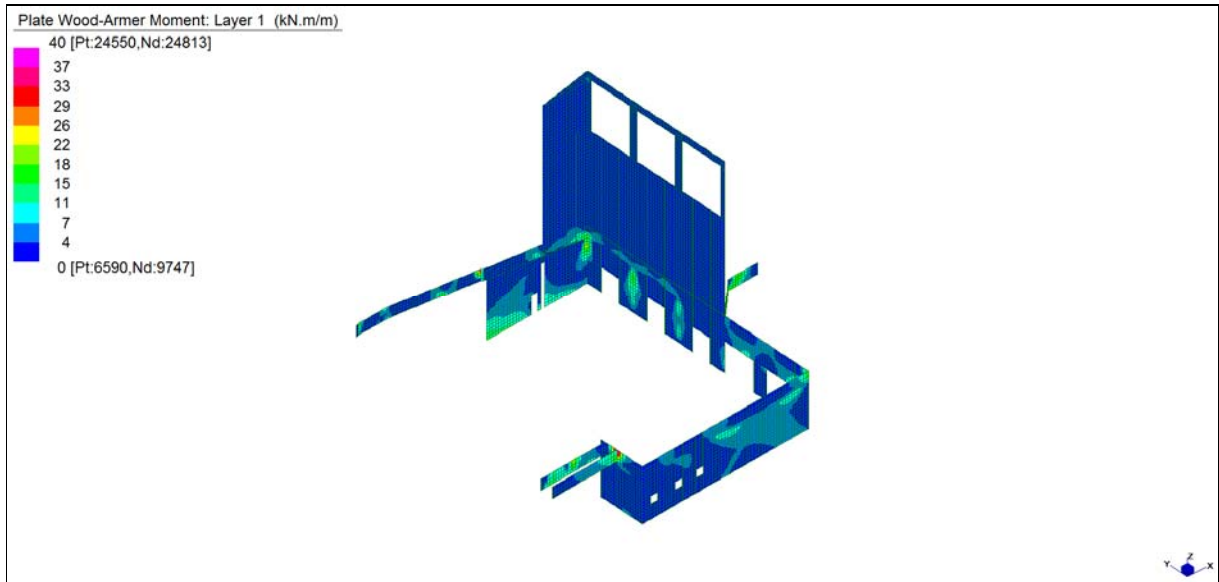
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

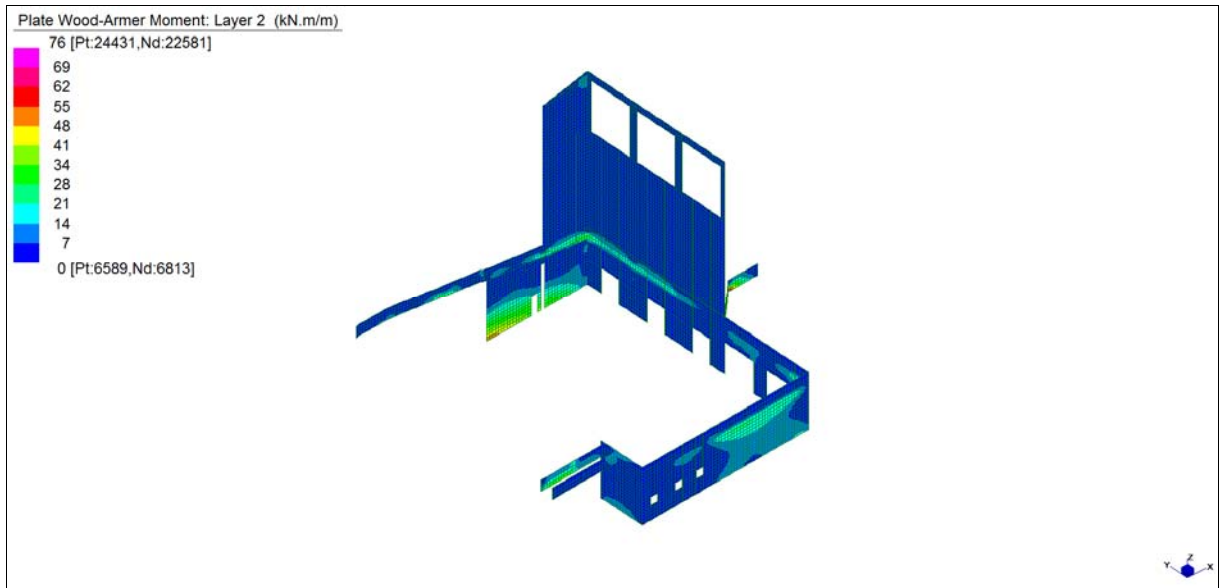
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

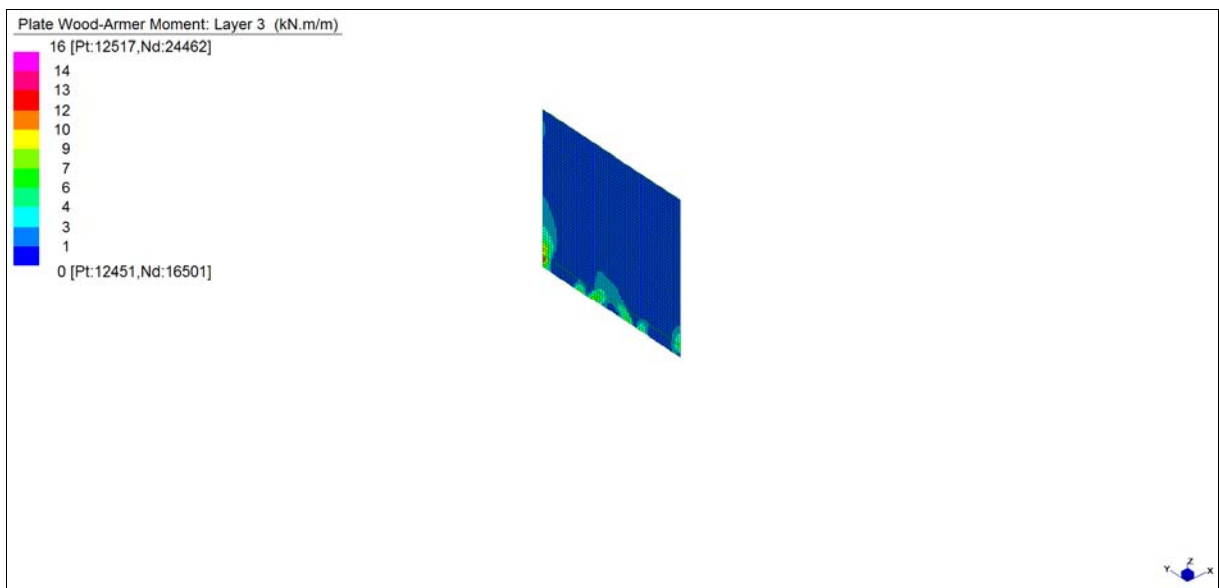
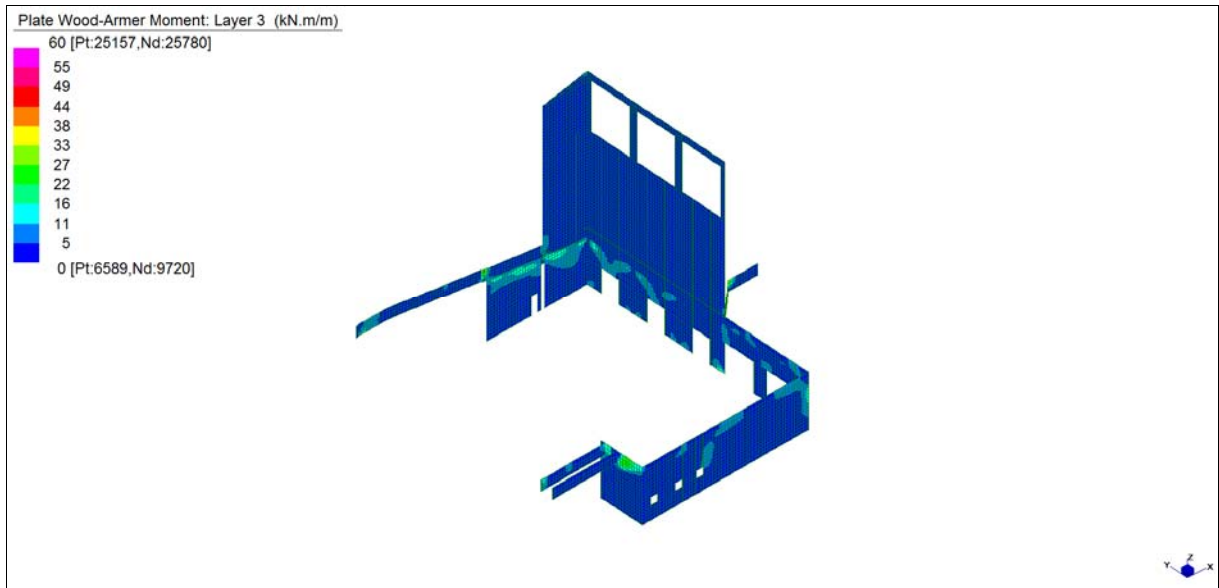
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

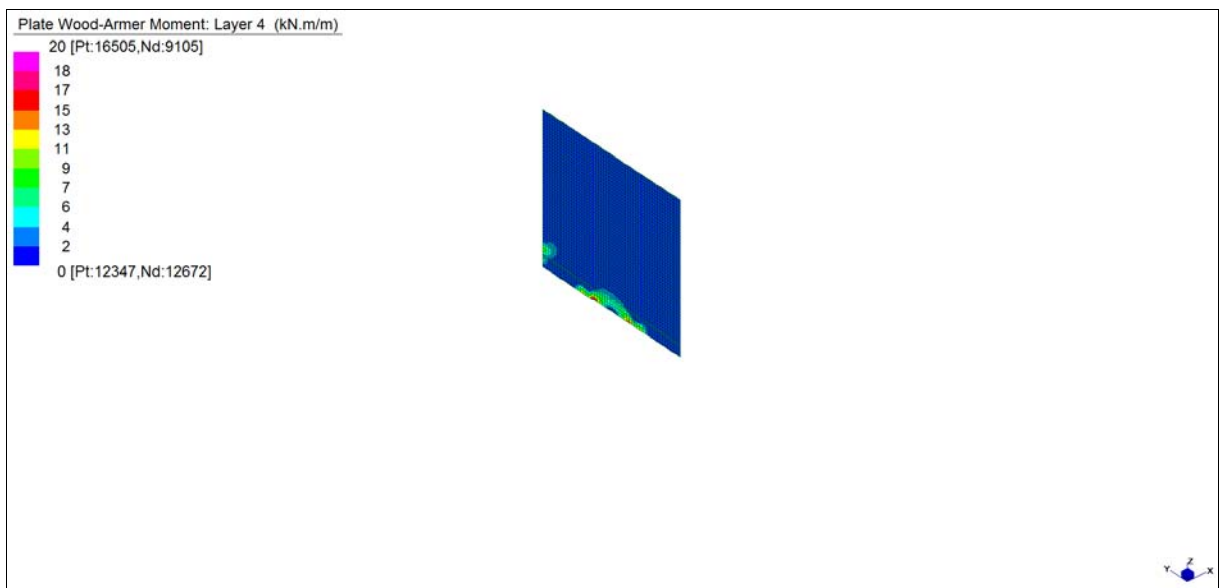
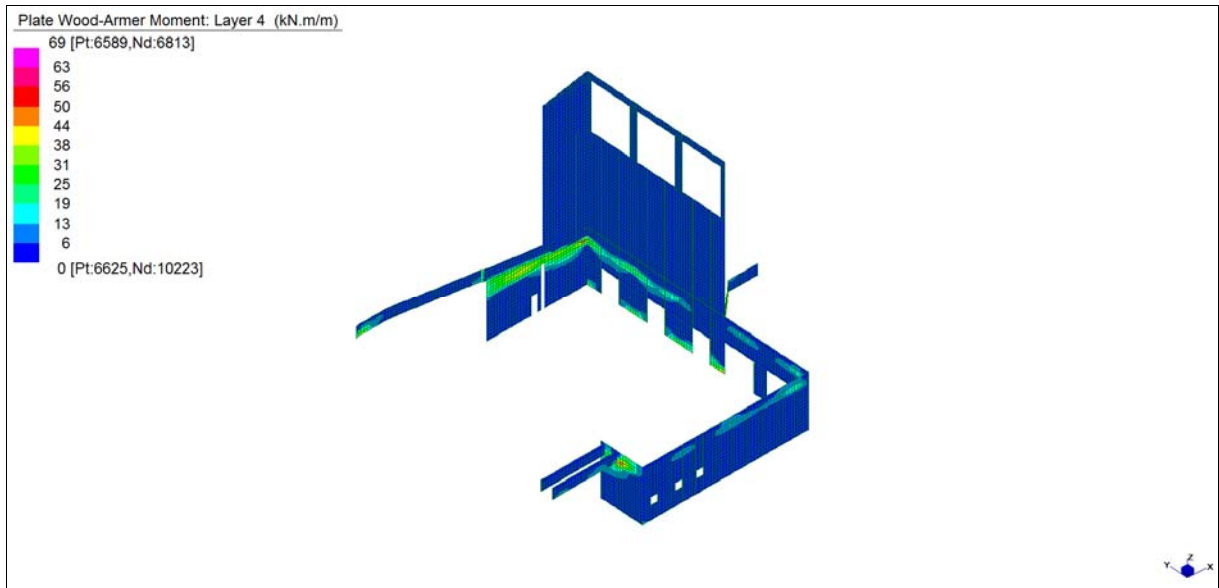
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 64 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 159 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	280	326	Si
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	270	320	Si
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	270	326	Si
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	290	320	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm)*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>st</sub>	ρ <sub>t</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			°	°	kN/m	kN/m	kN/m	
Orizz	100	35	30	3500	φ12/20	0,0107	1,816	0,462	550	206	-	φ12/15/20	90	21,8	550	996	766	Si
Vert	100	35	28	3500	φ20/20	0,0124	1,845	0,473	700	205	-	φ12/15/20	90	21,8	700	929	715	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 35 cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	47	2,70	≤ 17,43	57	≤ 360
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	86	5,23	≤ 17,43	105	≤ 360
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	80	4,59	≤ 17,43	96	≤ 360
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	85	5,17	≤ 17,43	104	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara)\_ Muri (sp = 35 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	41	0,03	≤ 0,40
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	83	0,10	≤ 0,40
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	64	0,04	≤ 0,40
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	81	0,09	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente)\_ Muri (sp = 35 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri (35cm) L1	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	40	2,30	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Muri (35cm) L2	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	76	4,63	≤ 13,07	0,08	≤ 0,30
Muri (35cm) L3	100	35	30	30	-	5	φ12/20	φ26/20	-	φ12/20	60	3,44	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri (35cm) L4	100	35	28	28	-	7	φ20/20	φ22/20	-	φ20/20	69	4,20	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri (sp = 35 cm)*

## 16.4 MURI (sp 30 cm)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

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

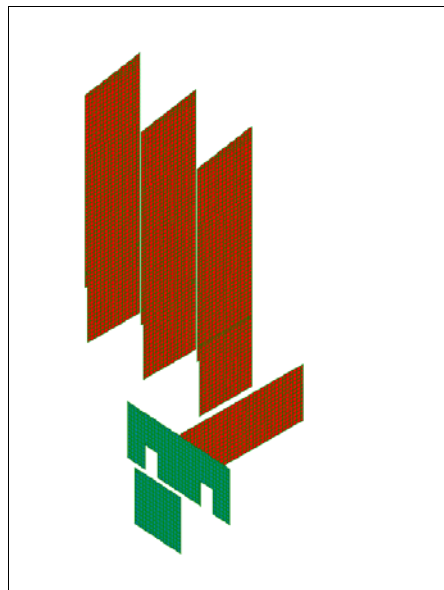
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

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



#### LEGENDA

**Layer 1:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato rosso)

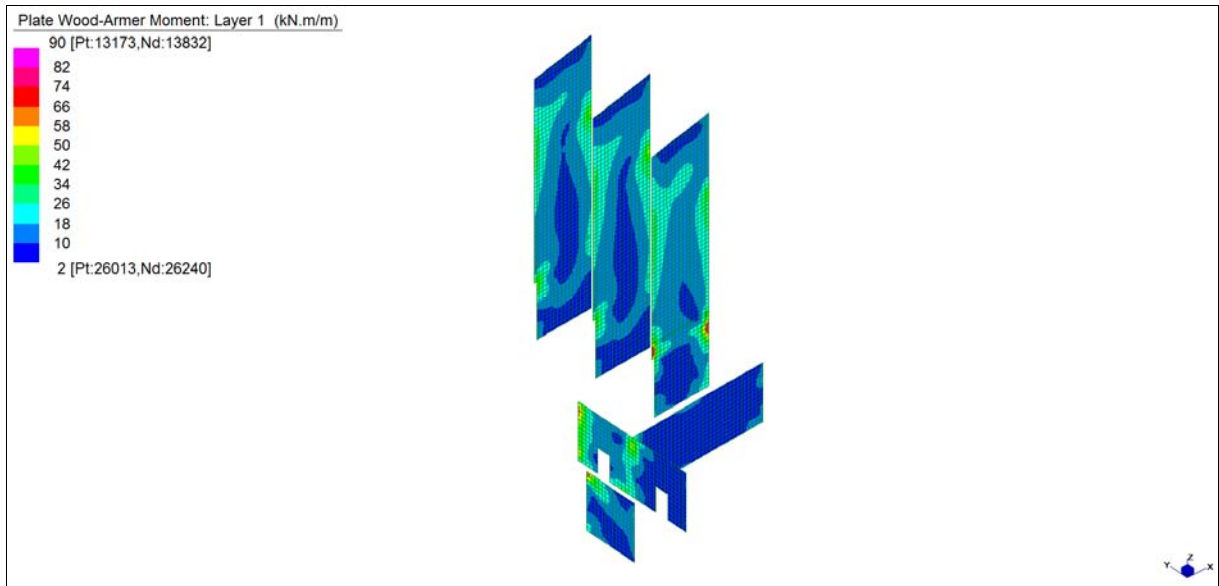
**Layer 2:** Momenti flettenti dir. verticale (lato rosso)

**Layer 3:** Momenti flettenti dir. orizzontale (lato ciano)

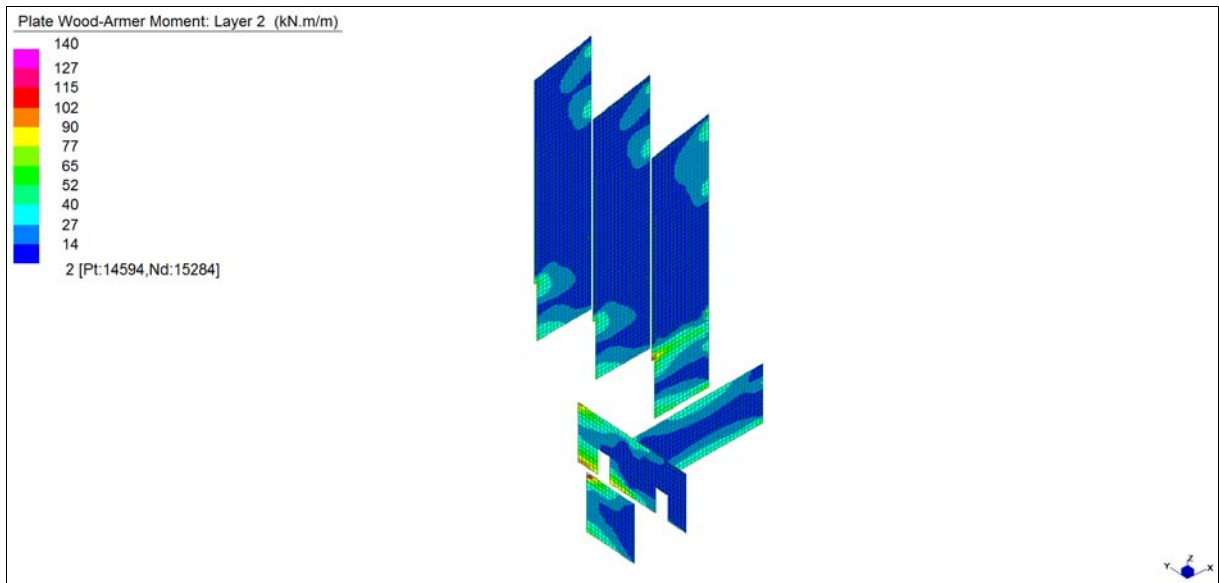
**Layer 4:** Momenti flettenti dir. verticale (lato ciano)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

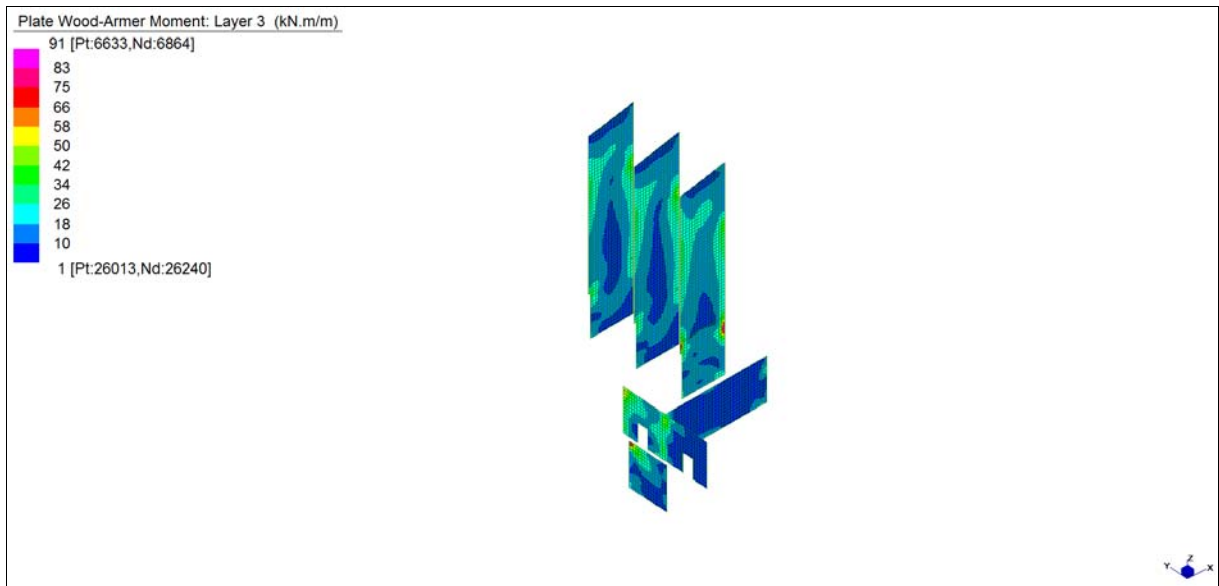


*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

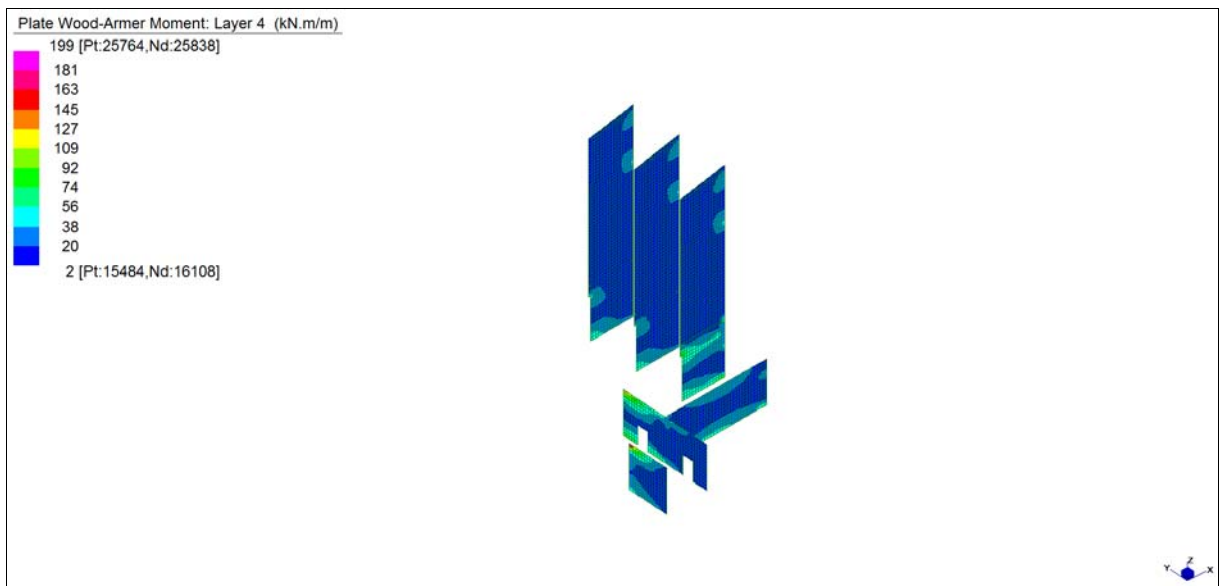


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



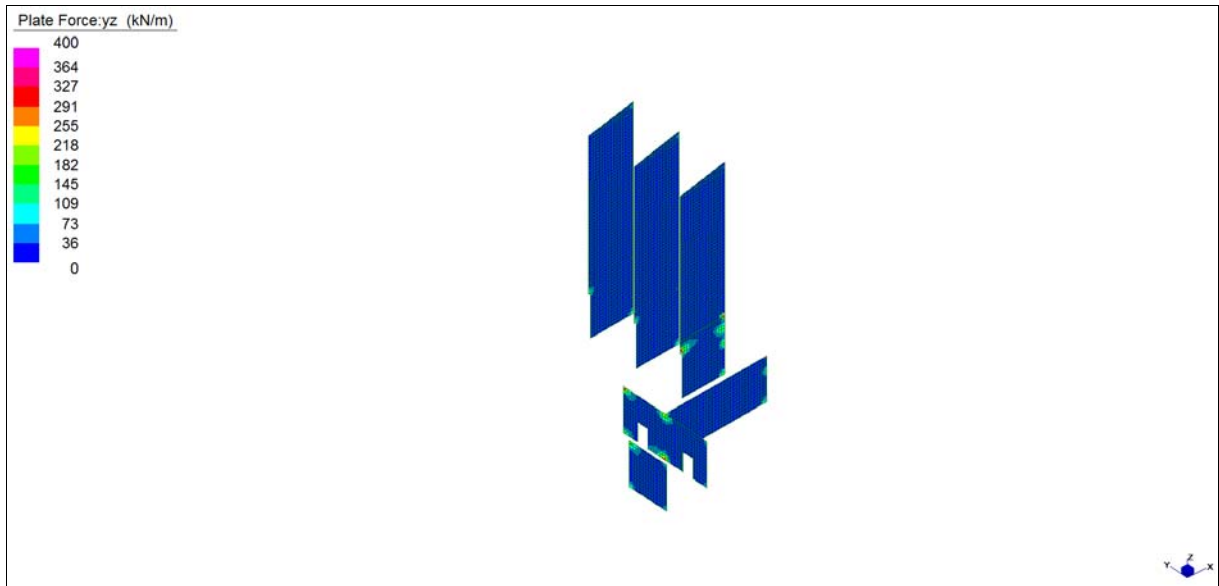
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)*



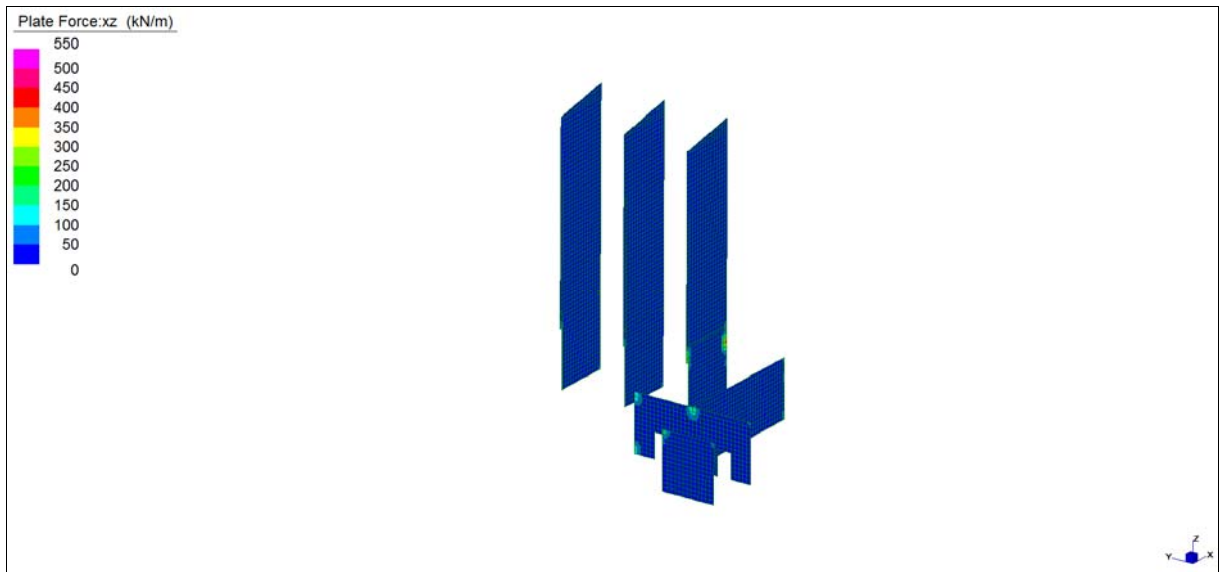
*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

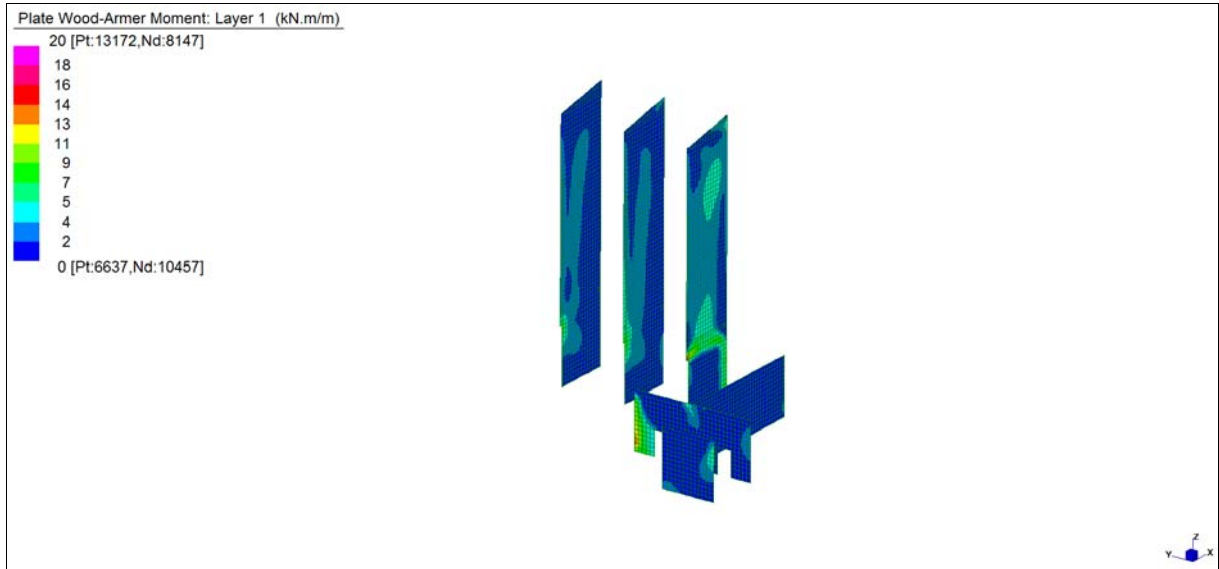


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale\_VZX\_locale (S.L.U.)*

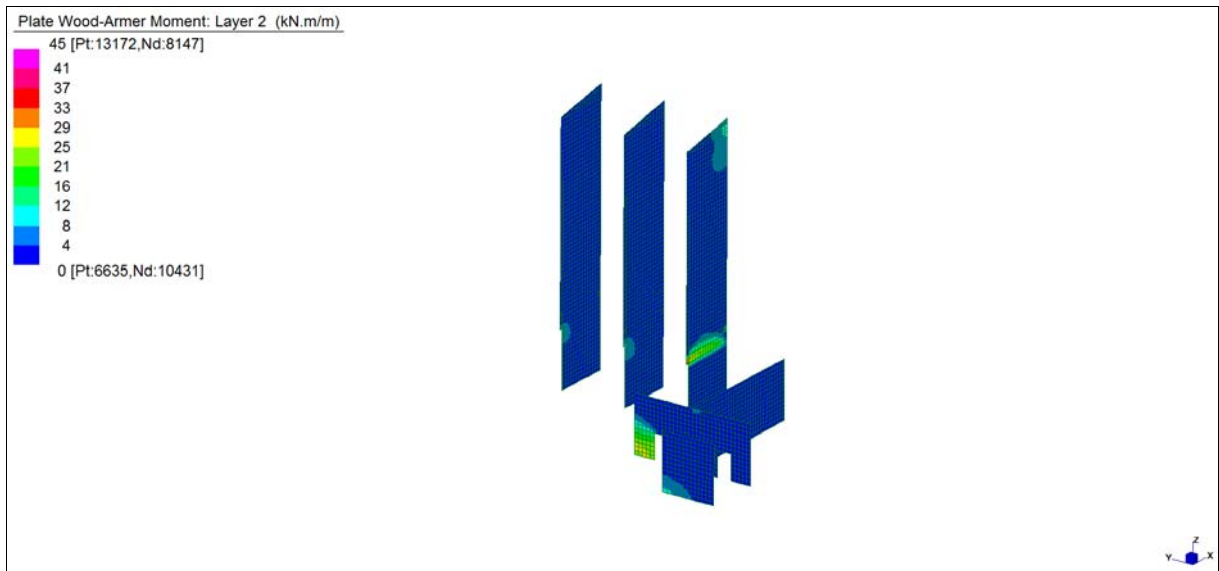
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione RARA**



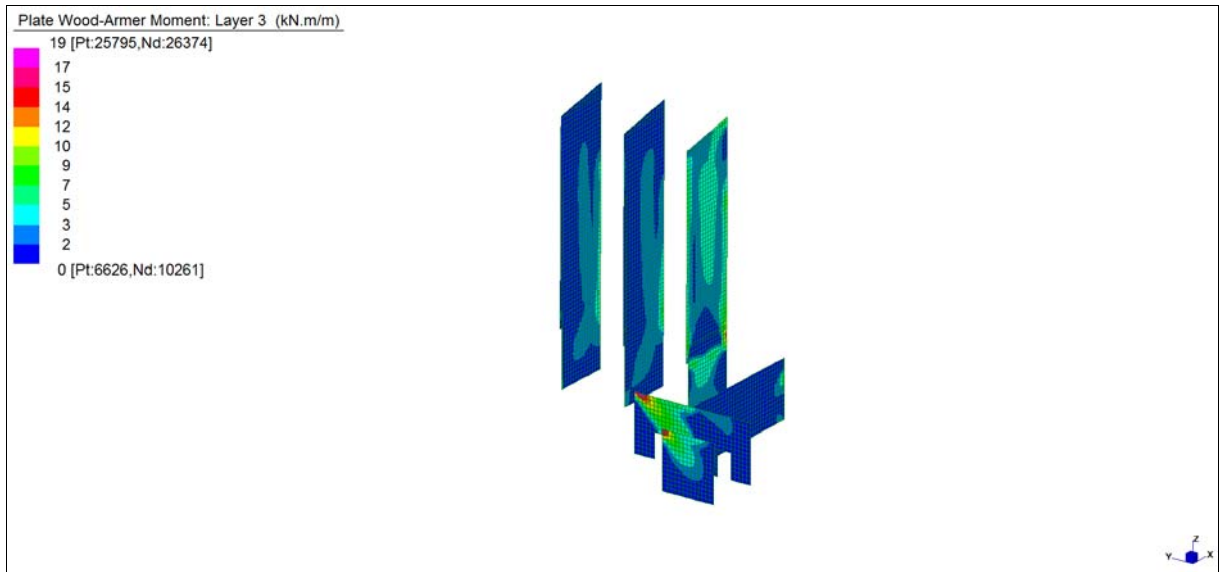
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)*



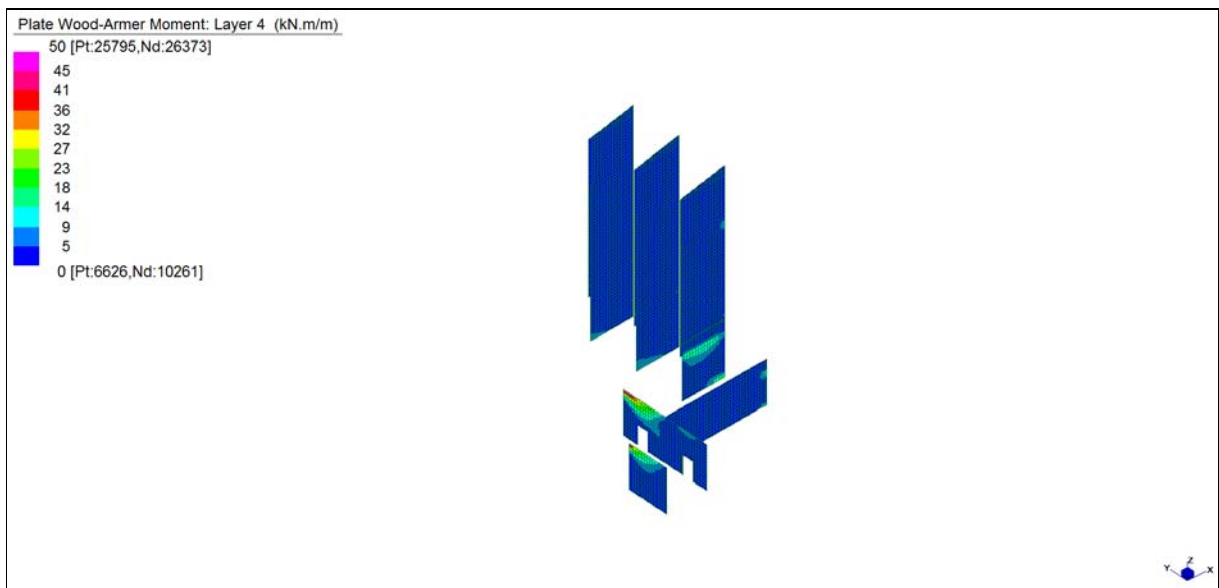
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

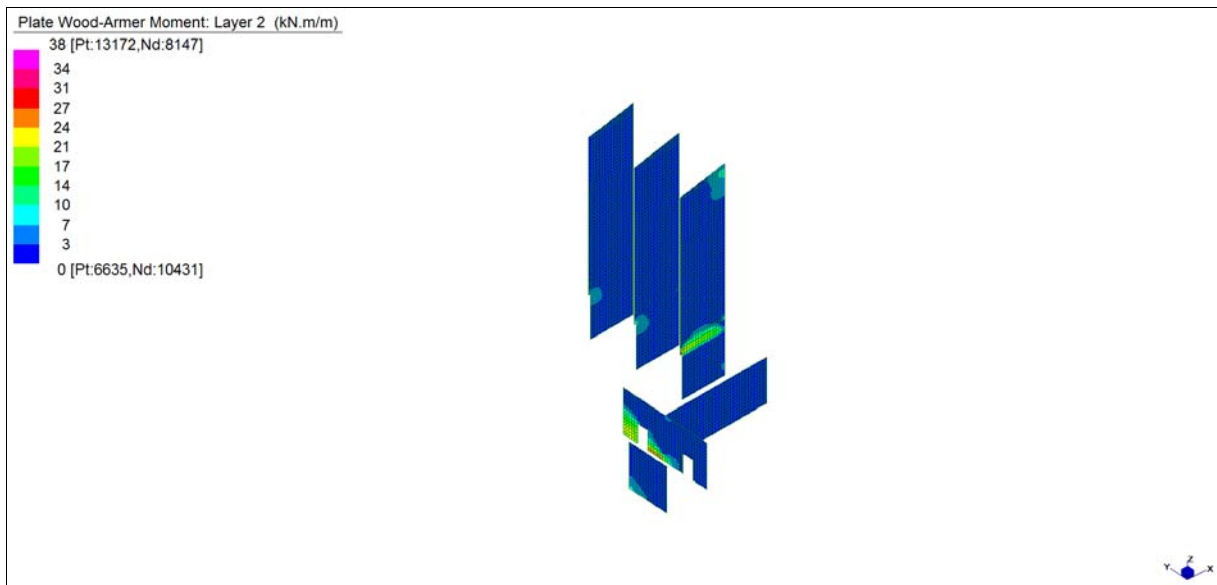
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



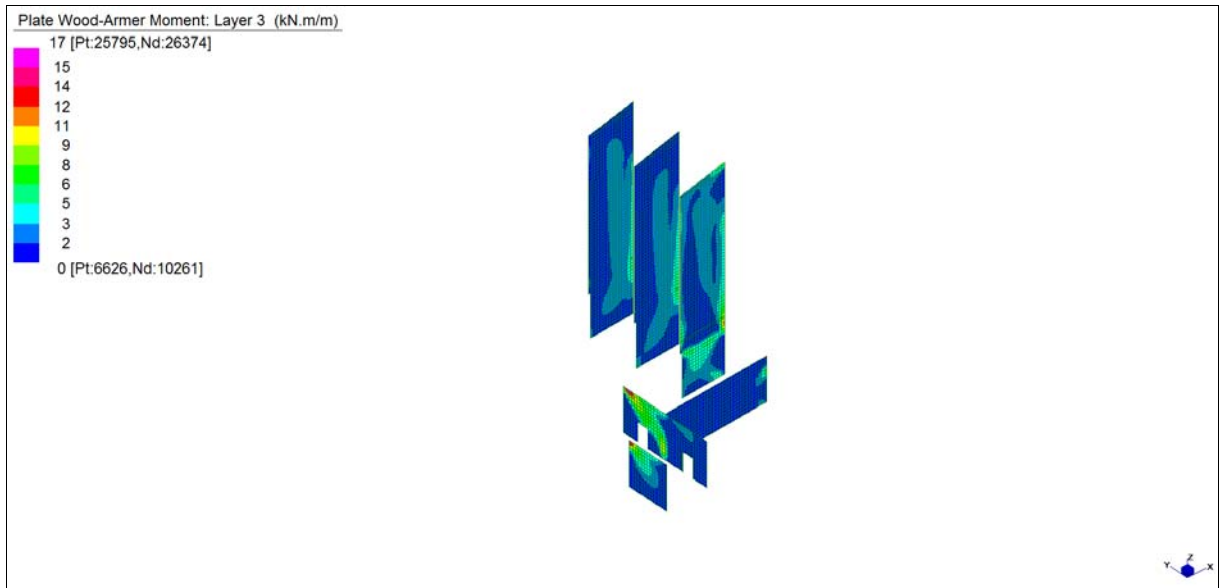
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)*



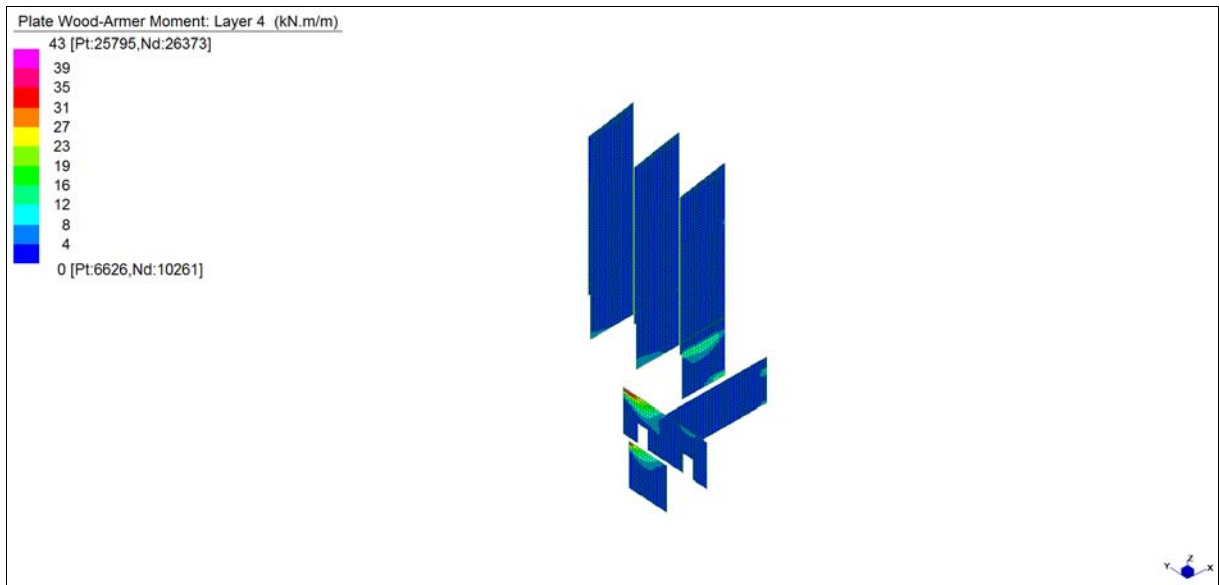
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

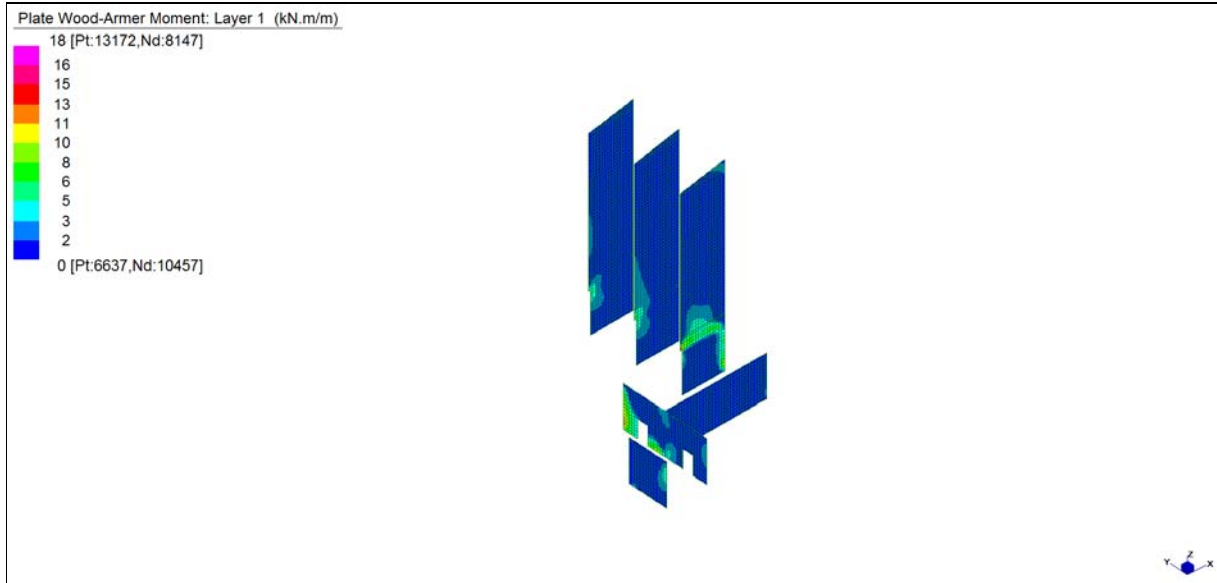


*Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)*

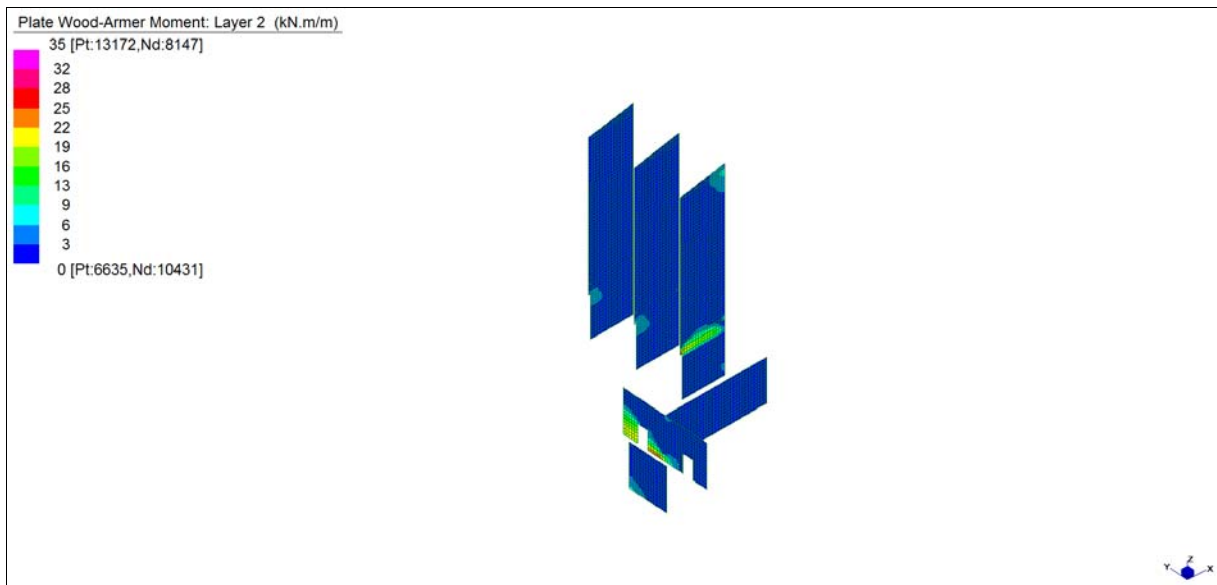
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



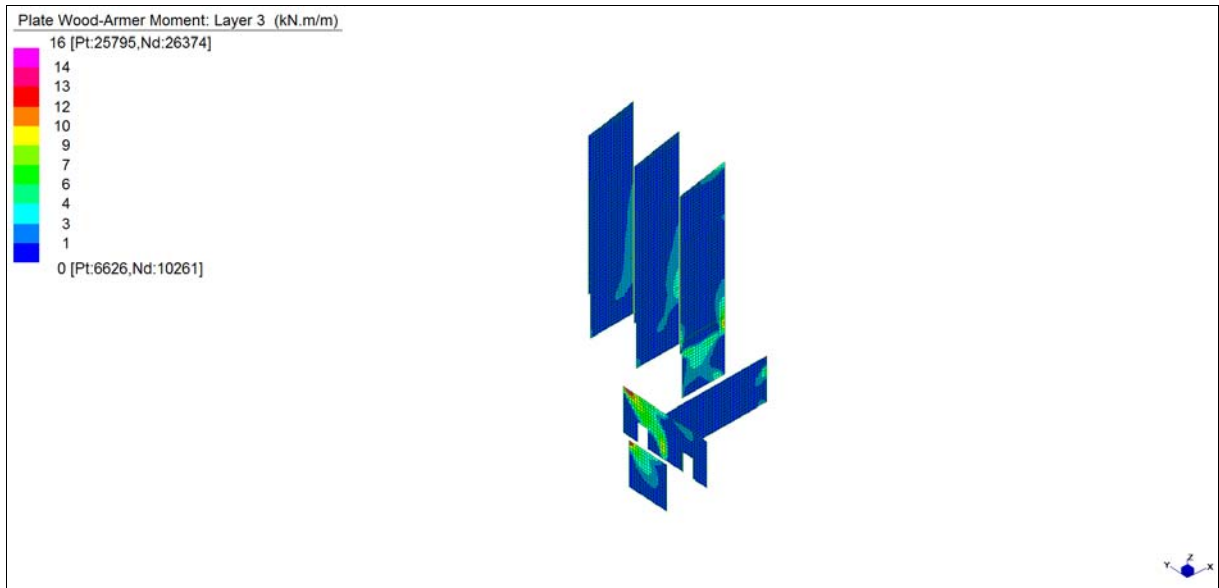
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)*



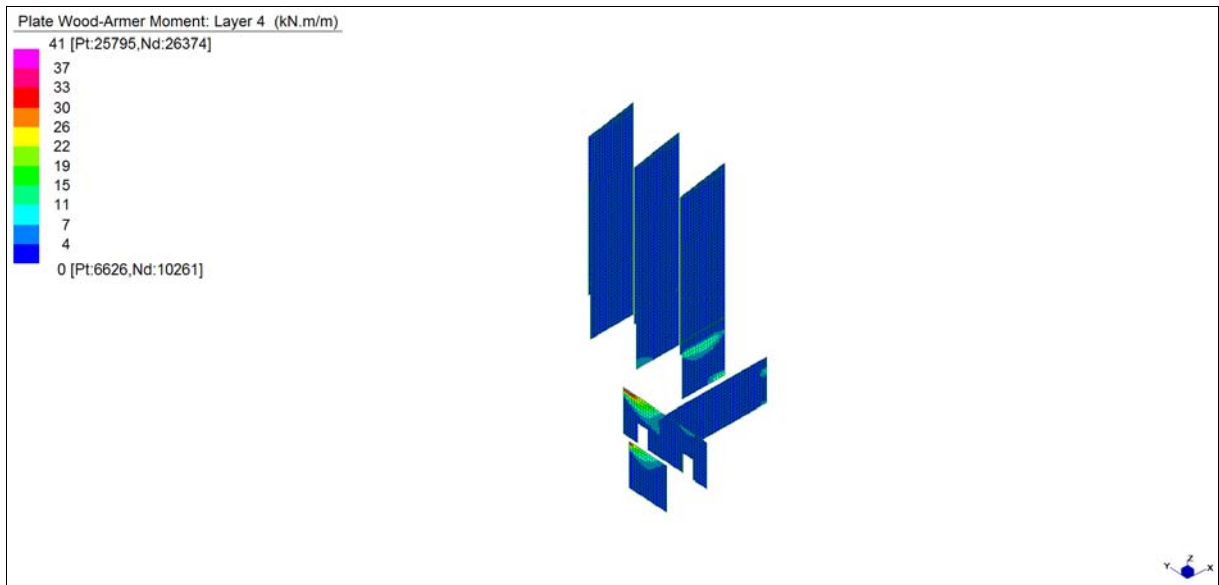
*Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Orizz} = 53 \text{ kNm/m}$ ;

Φ20/20 in direzione verticale, avente momento resistente di  $M_{Rd,Vert} = 129 \text{ kNm/m}$ .

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	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	
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	90	104	Si
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	140	183	Si
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	91	104	Si
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	170	183	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri (sp = 30 cm)*

**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.

SLU	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>s1</sub>	ρ <sub>t</sub>	k	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	VER	A <sub>sw</sub>	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	VER
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN/m	kN/m			°	°	kN/m	kN/m	kN/m	
Vert	100	30	25	3000	φ12/20	0,0045	1,894	0,492	550	134	-	φ10/15/20	90	21,8	550	576	639	Si
Orizz	100	30	23	3000	φ20/20	0,0102	1,933	0,507	400	165	-	φ10/15/20	90	21,8	400	530	587	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri (sp = 30 cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	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>
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	20	2,24	≤ 17,43	79	≤ 360
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	45	4,44	≤ 17,43	99	≤ 360
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	19	2,13	≤ 17,43	75	≤ 360
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	50	4,93	≤ 17,43	110	≤ 360

*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Rara)\_ Muri (sp = 30 cm)*

SLE FREQUENTE	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
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	18	0,04	≤ 0,40
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	38	0,05	≤ 0,40
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	17	0,04	≤ 0,40
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	43	0,06	≤ 0,40

*Tabella verifica fessurazione (S.L.E. Frequente)\_ Muri (sp = 30 cm)*

SLE QUASI PERMANENTE	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
Muri (30cm) L1	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	18	2,01	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri (30cm) L2	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	35	3,45	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Muri (30cm) L3	100	30	25	25	-	5	φ12/20	φ12/20	-	φ12/20	16	1,79	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Muri (30cm) L4	100	30	23	23	-	7	φ20/20	φ14/20	-	φ20/20	41	4,04	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30

*Tabella verifica limitazione tensioni / fessurazione (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri (sp = 30 cm)*

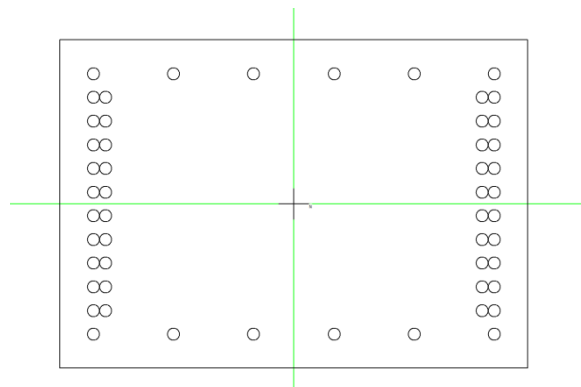
## 17. PILASTRI

### 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.

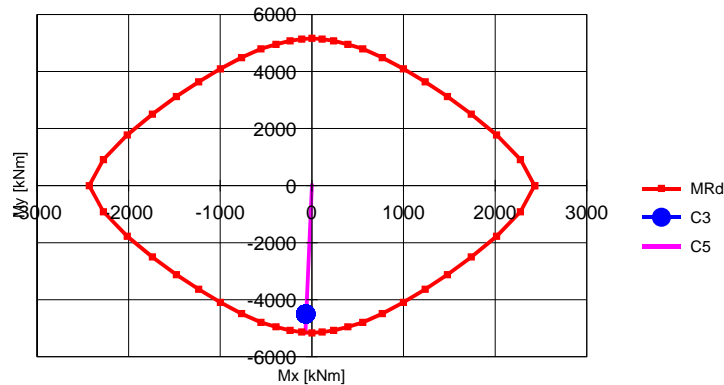
Relativamente alla simbologia utilizzata, si precisa che:

- 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.



*Esempio sezione pilastri\_ Pilastro 70x100*

301 -  $N_{Ed} = 2690$  kN



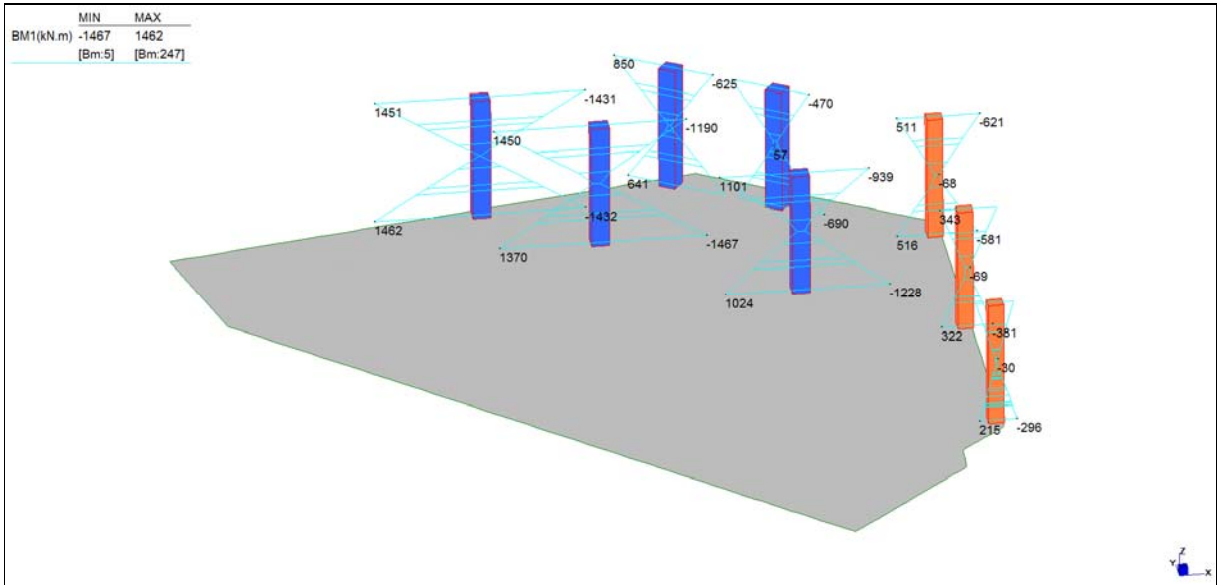
*Esempio verifica a presso-flessione (Inviluppo SLU)\_Pilastro 70x100*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

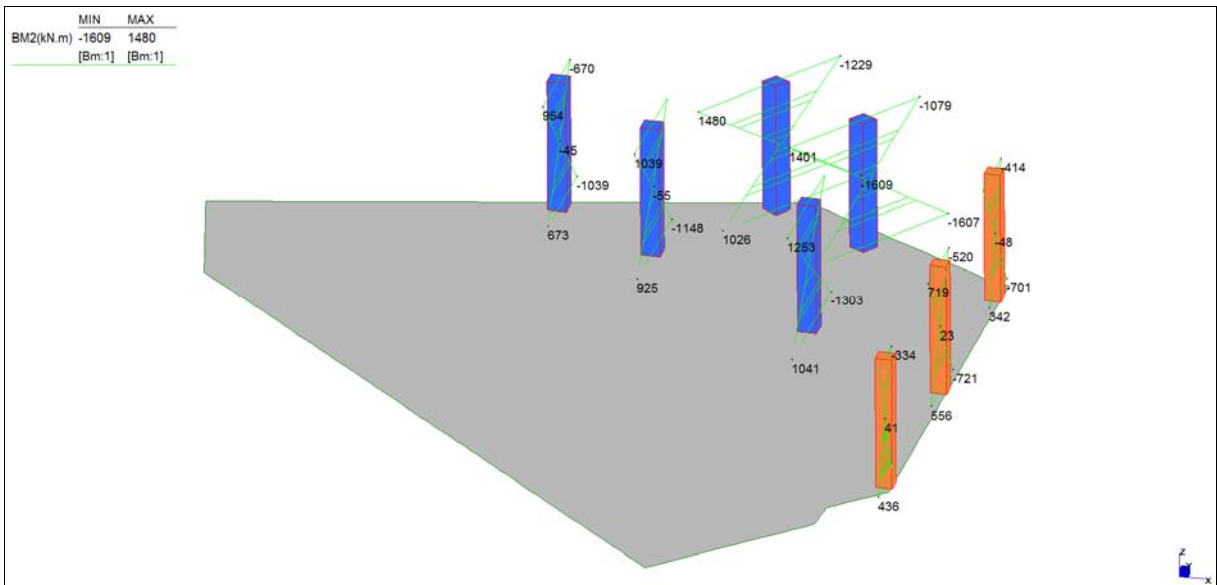
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO A**

**Grafici di combinazione SLU\_Blocco A**



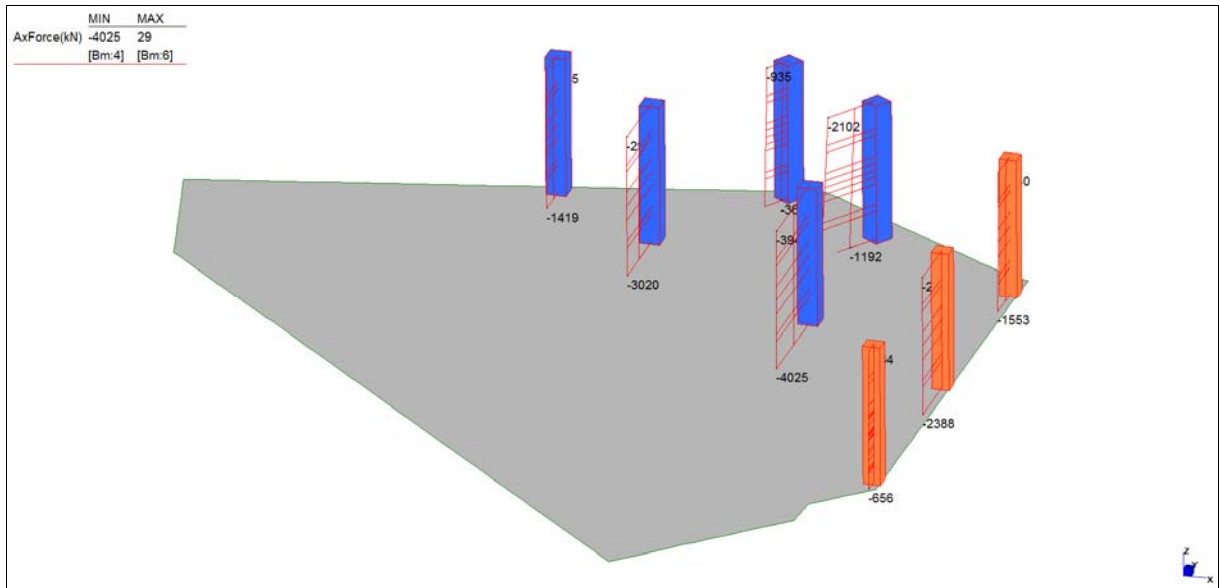
*Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*



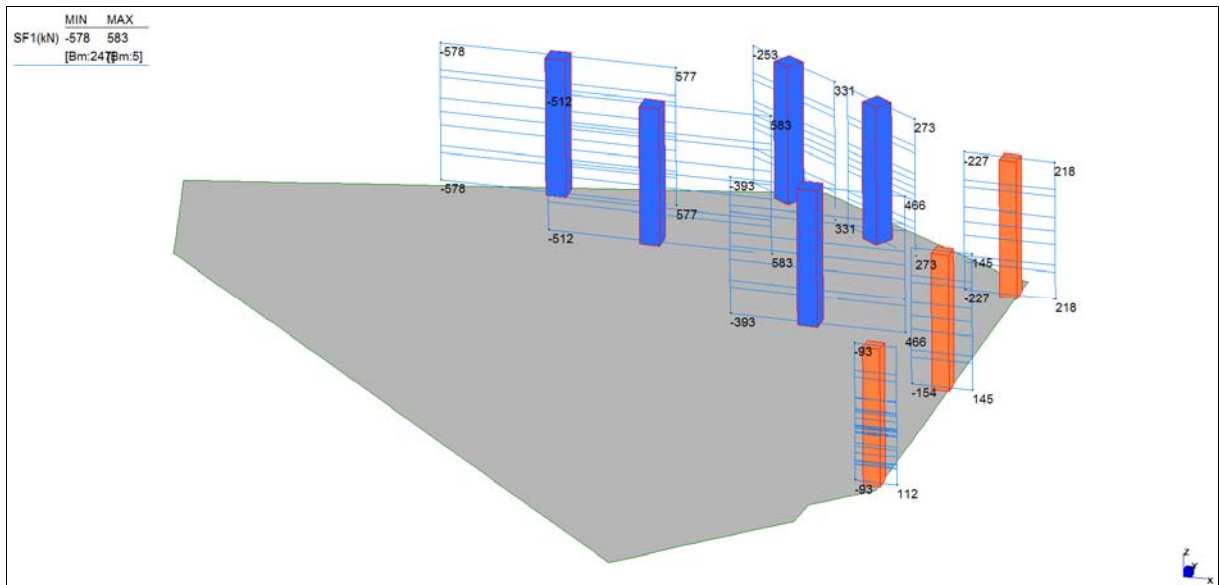
*Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



*Diagramma taglio V1\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

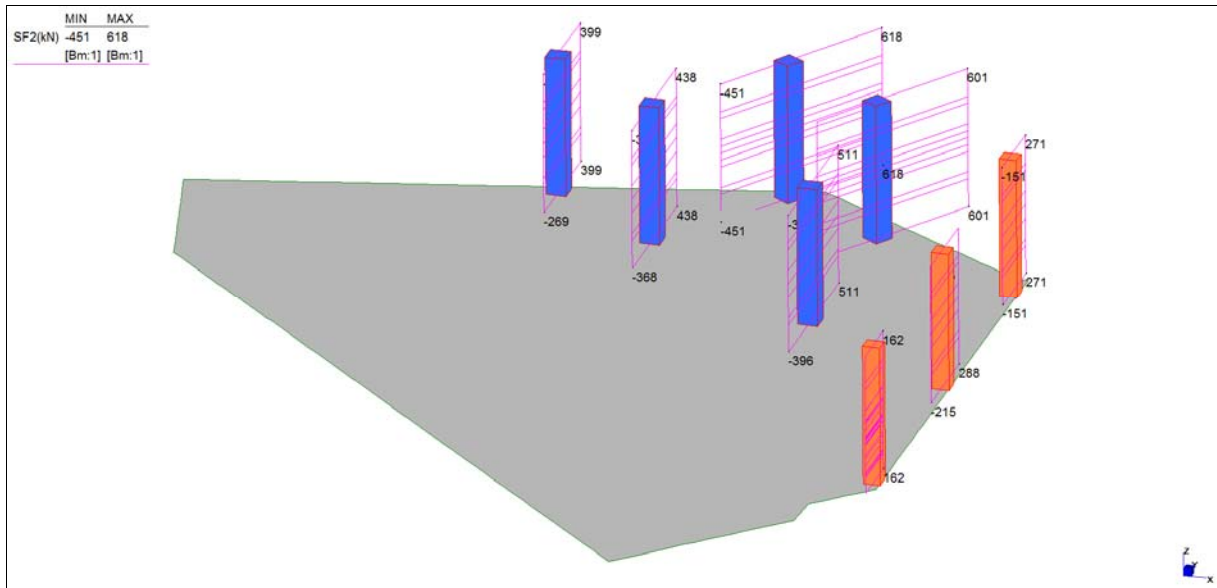


Diagramma taglio V2\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

Grafici di combinazione SLE Rara\_Blocco A

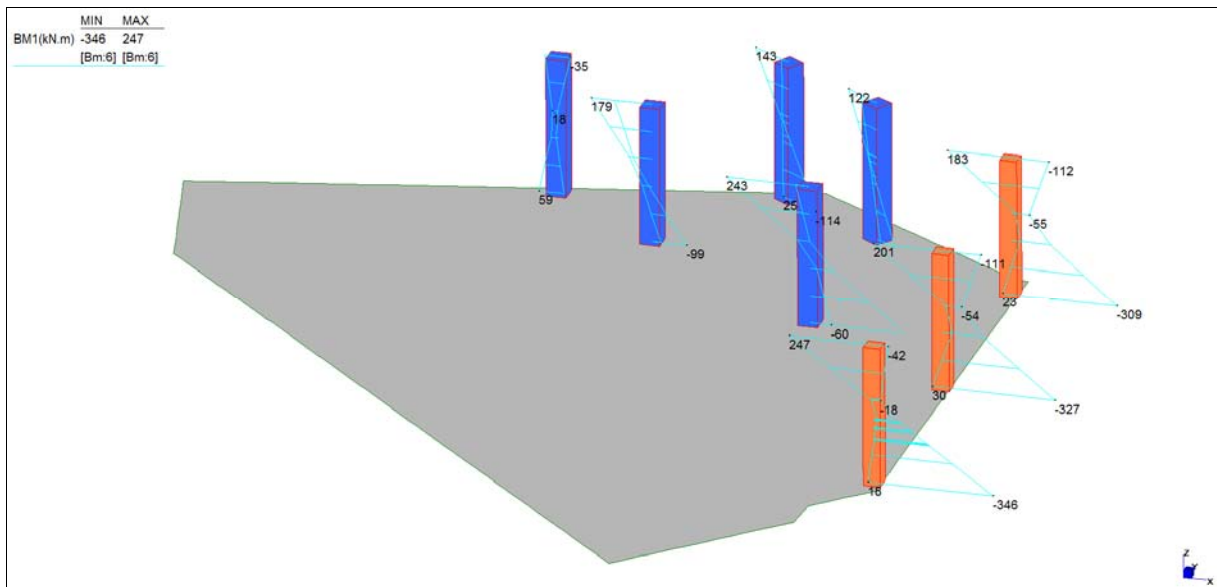
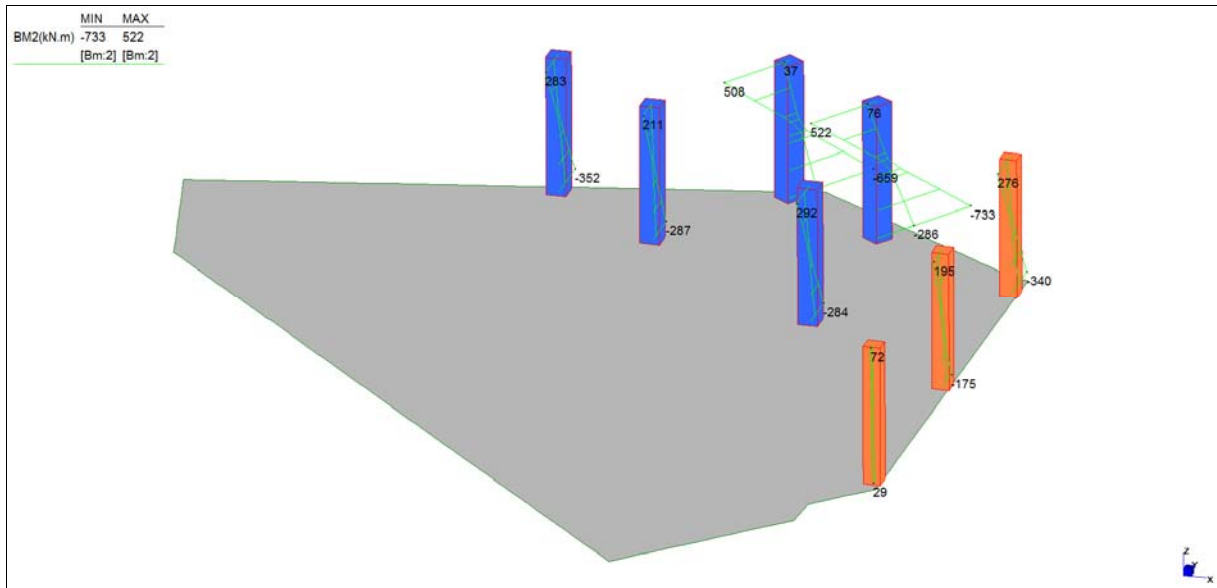


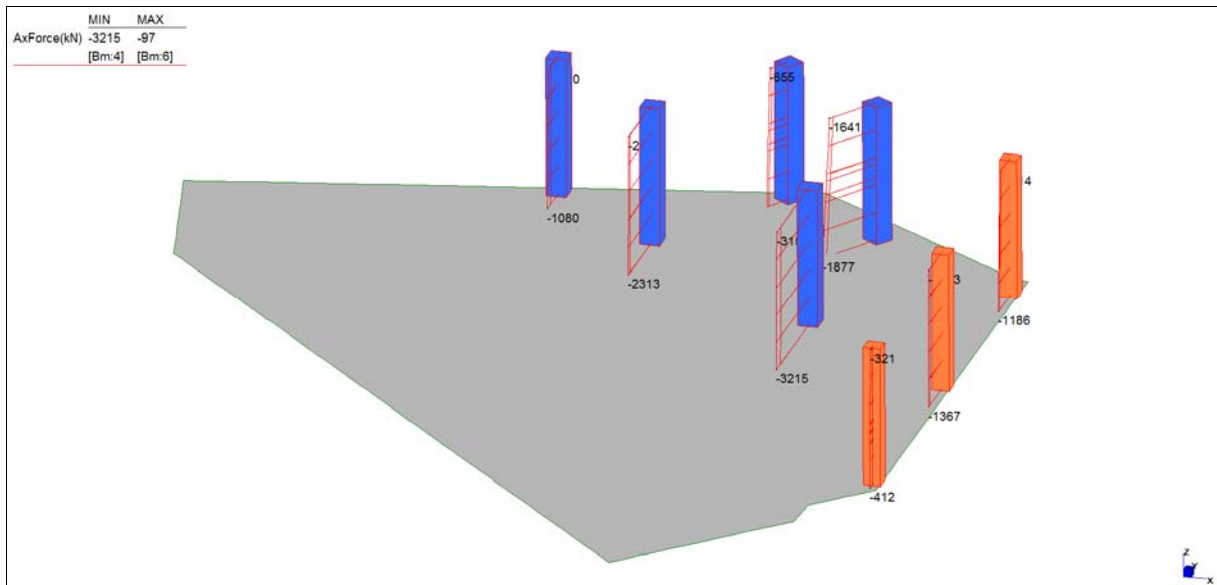
Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Grafici di combinazione SLE Quasi permanente\_Blocco A

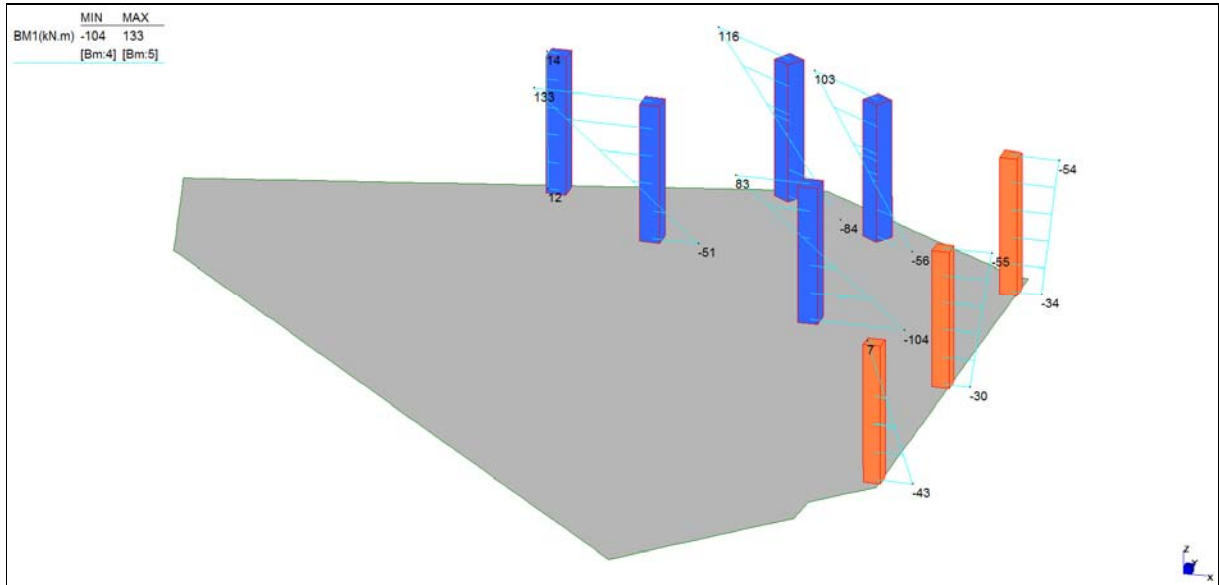


Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )

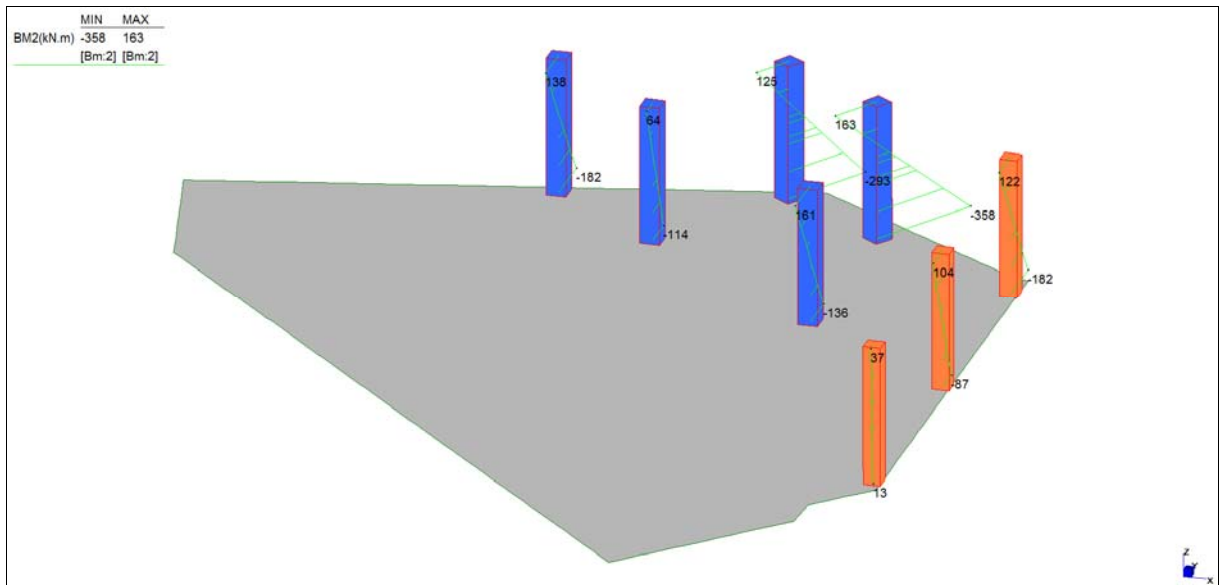
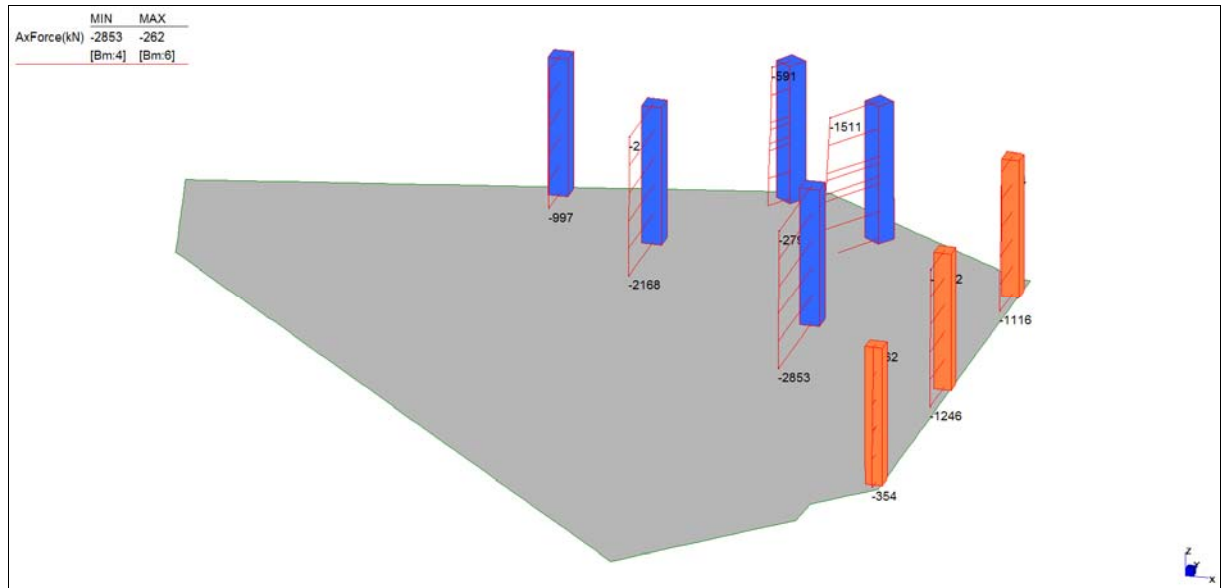


Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



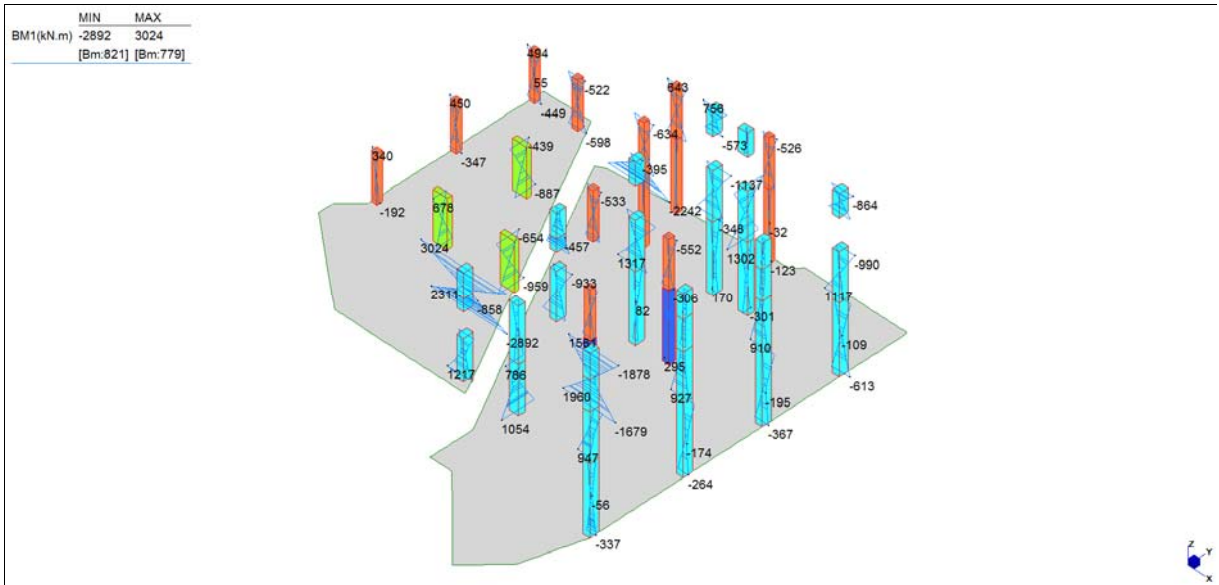
*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

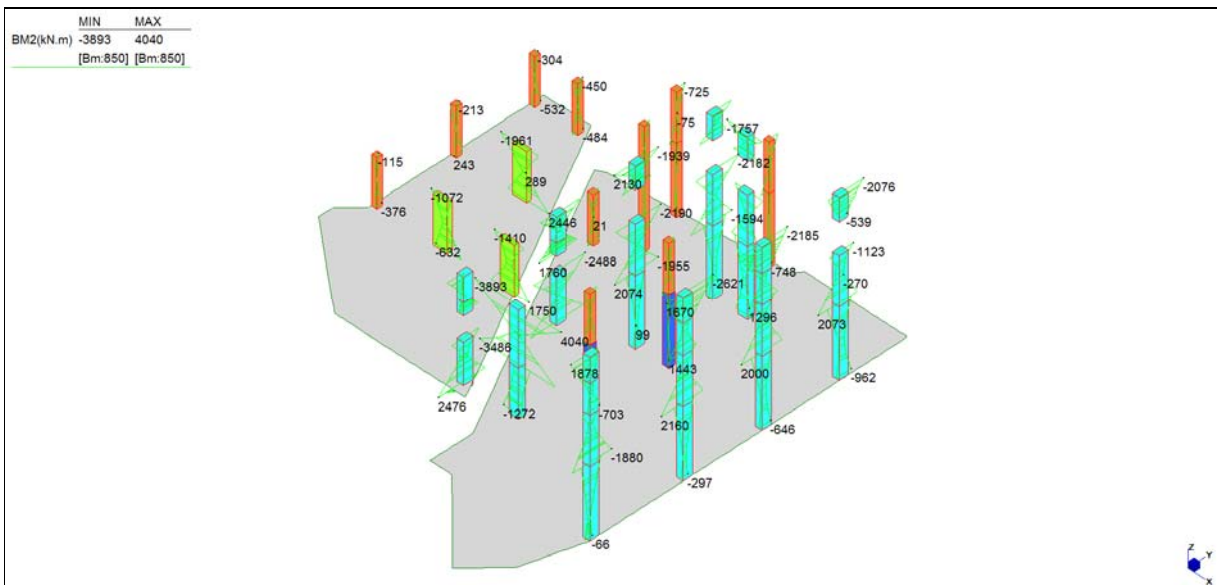
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO B**

**Grafici di combinazione SLU\_Blocco B**



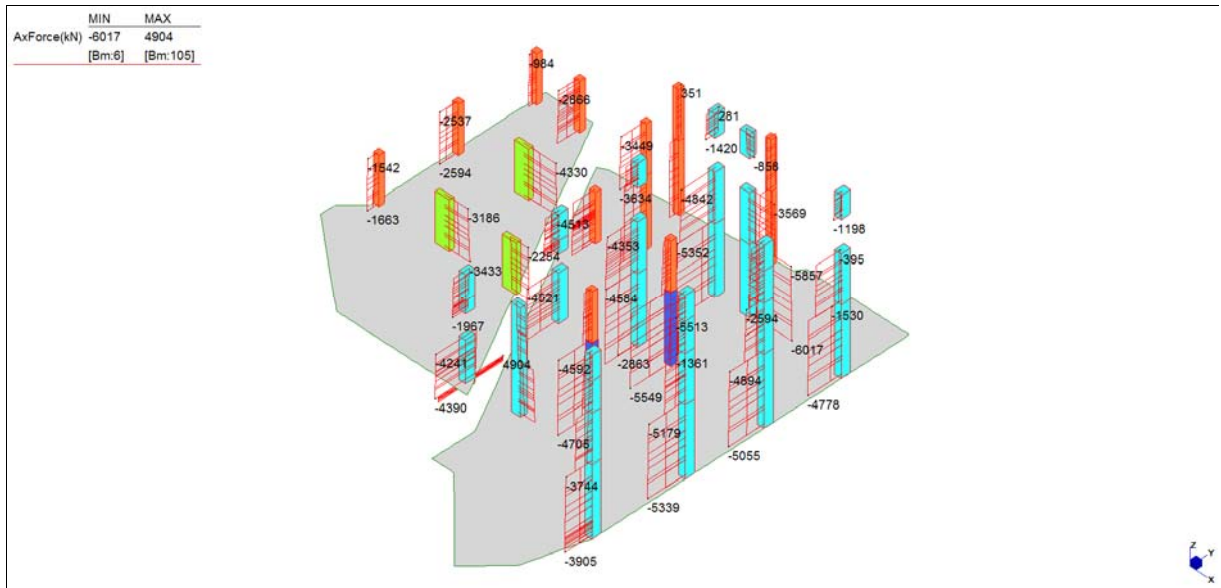
*Diagramma momenti MI\_ ( Involuppo S.L.U./S.LV. )*



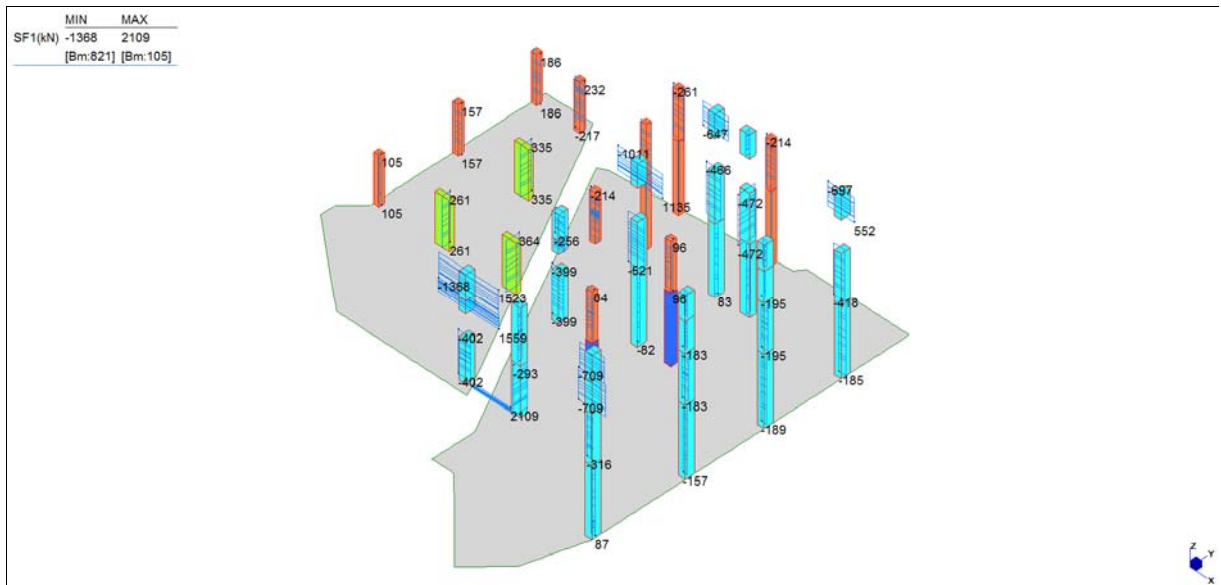
*Diagramma momenti M2\_ ( Involuppo S.L.U./S.LV. )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



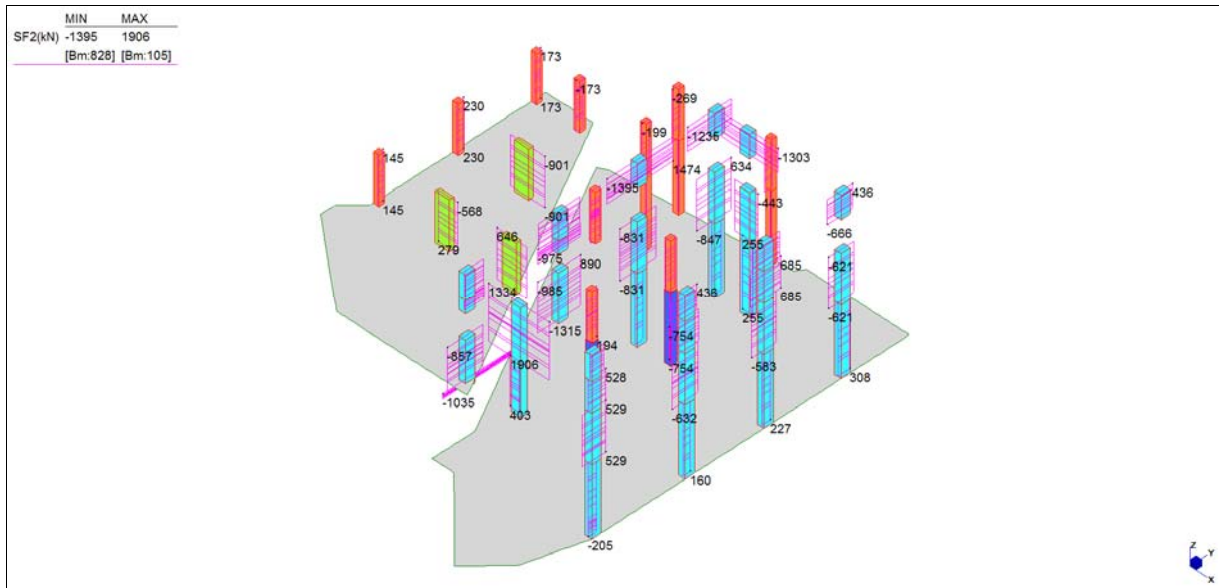
*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*



*Diagramma taglio V1\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

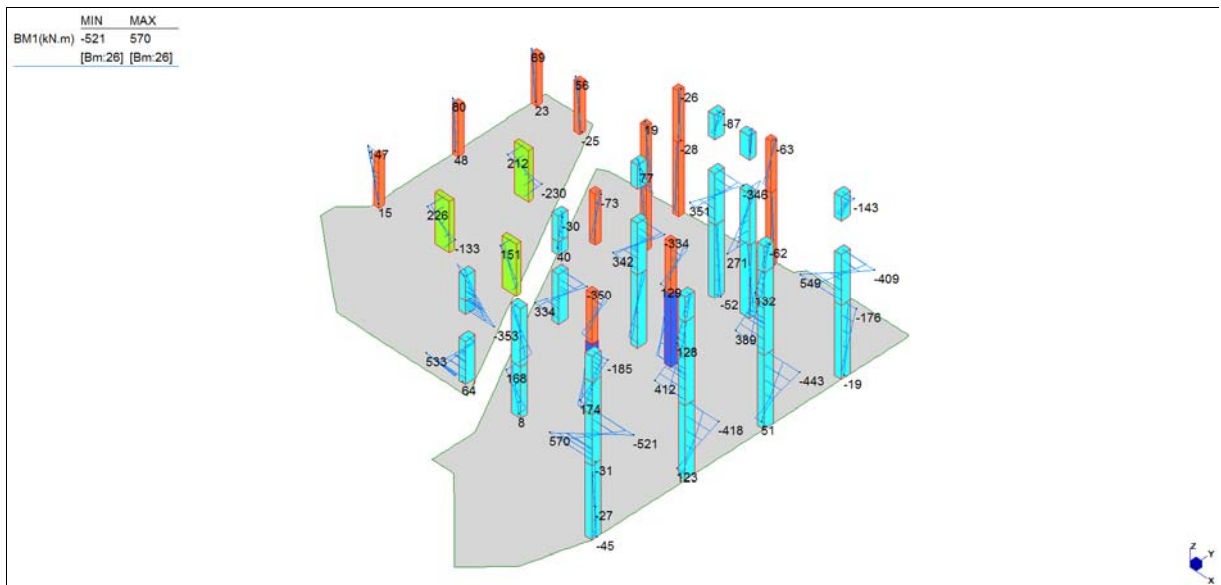
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Diagramma taglio V2\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

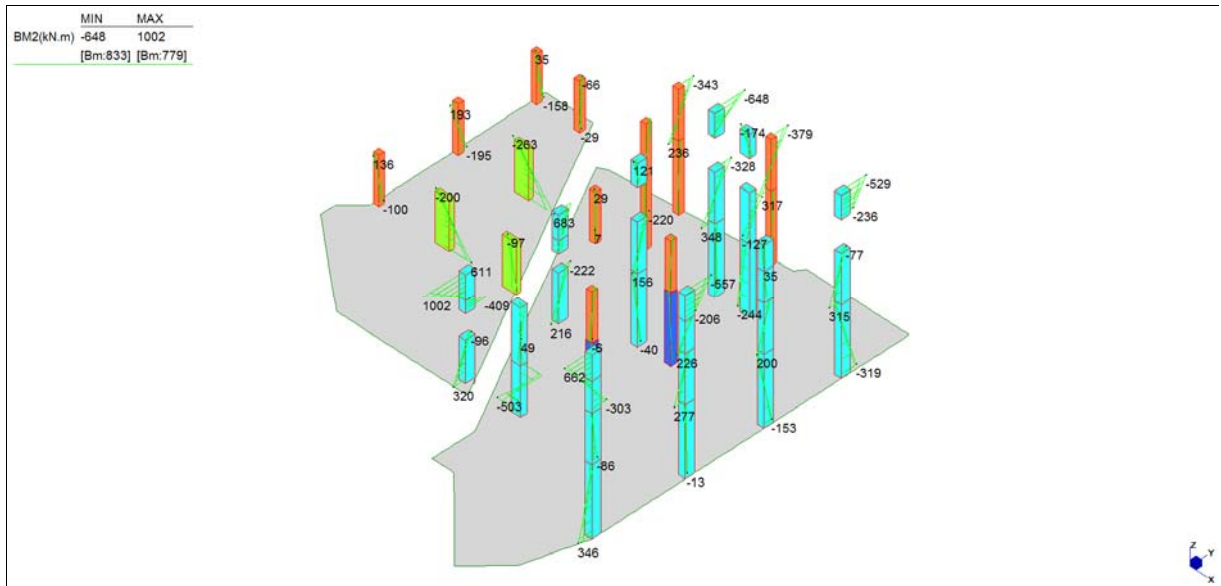
**Grafici di combinazione SLE Rara\_Blocco B**



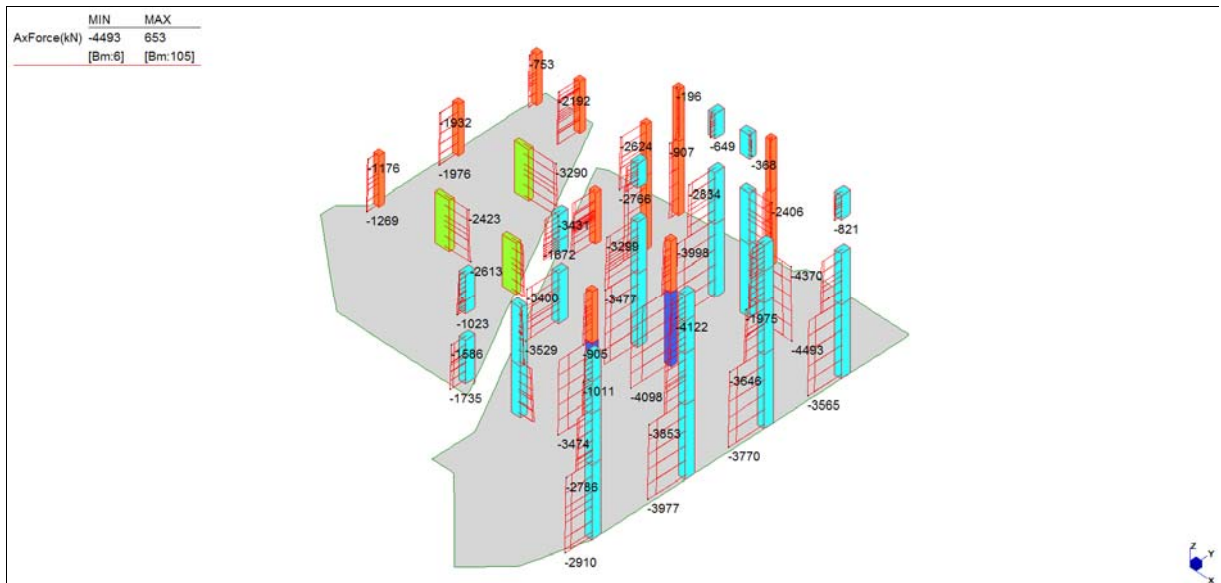
*Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Grafici di combinazione SLE Quasi permanente\_Blocco B

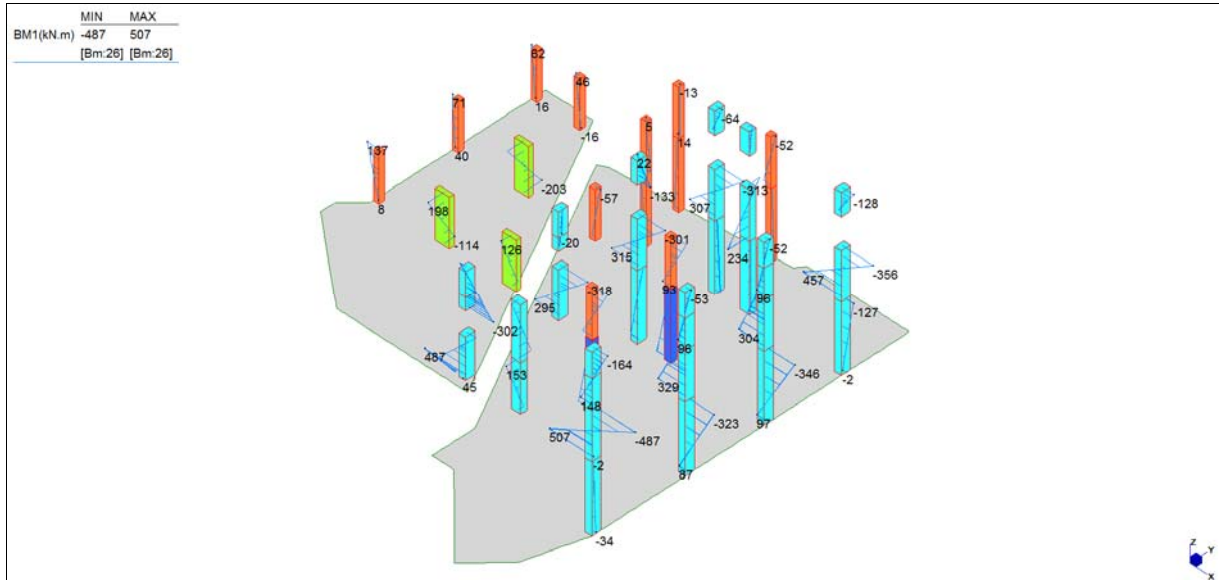


Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )

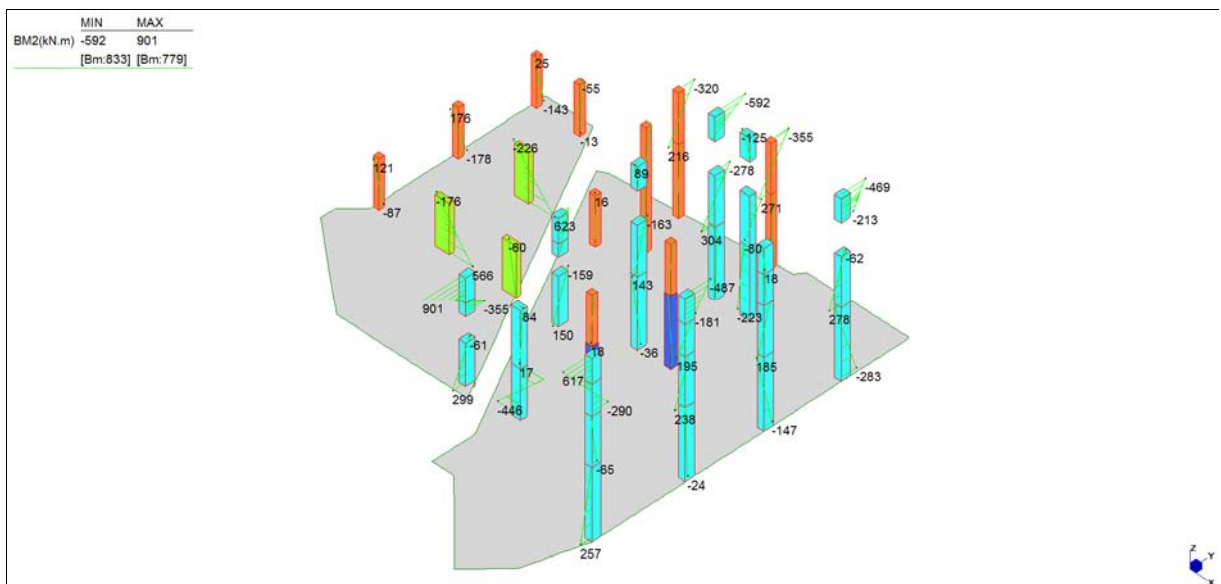
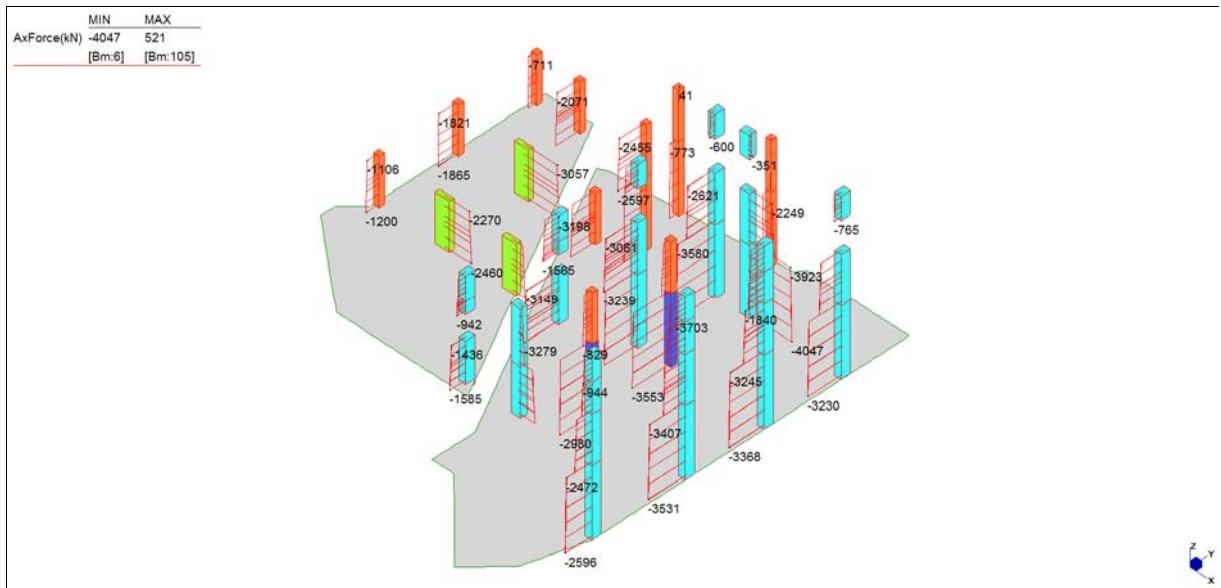


Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



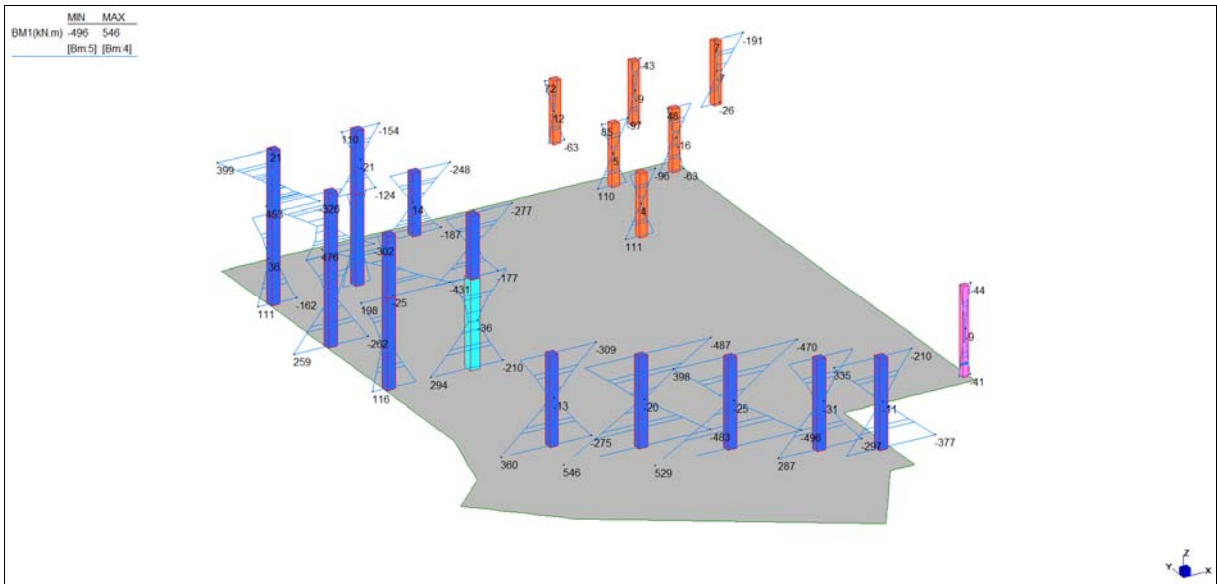
*Diagramma sforzo normale\_ ( Involuppo S.L.E. Quasi permanente )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

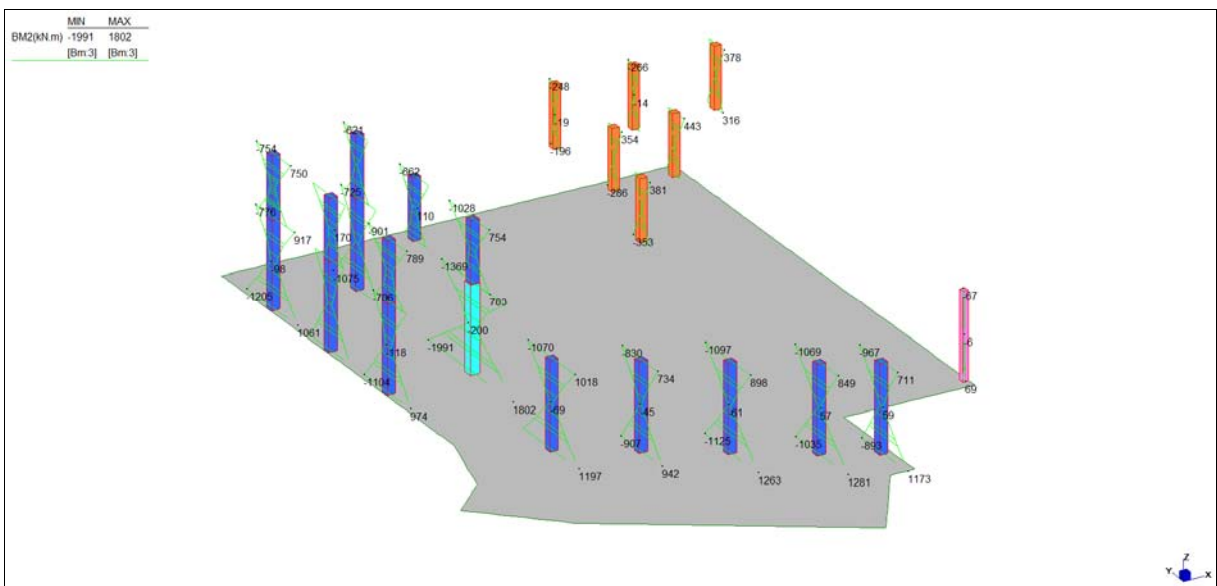
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO C**

**Grafici di combinazione SLU\_Blocco C**



*Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

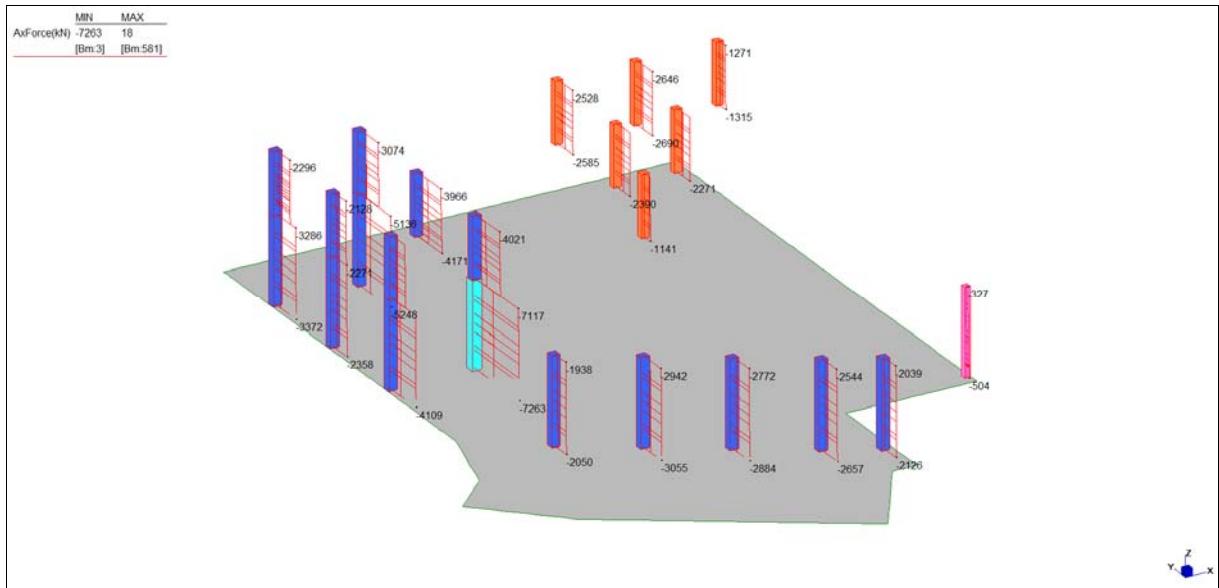


*Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

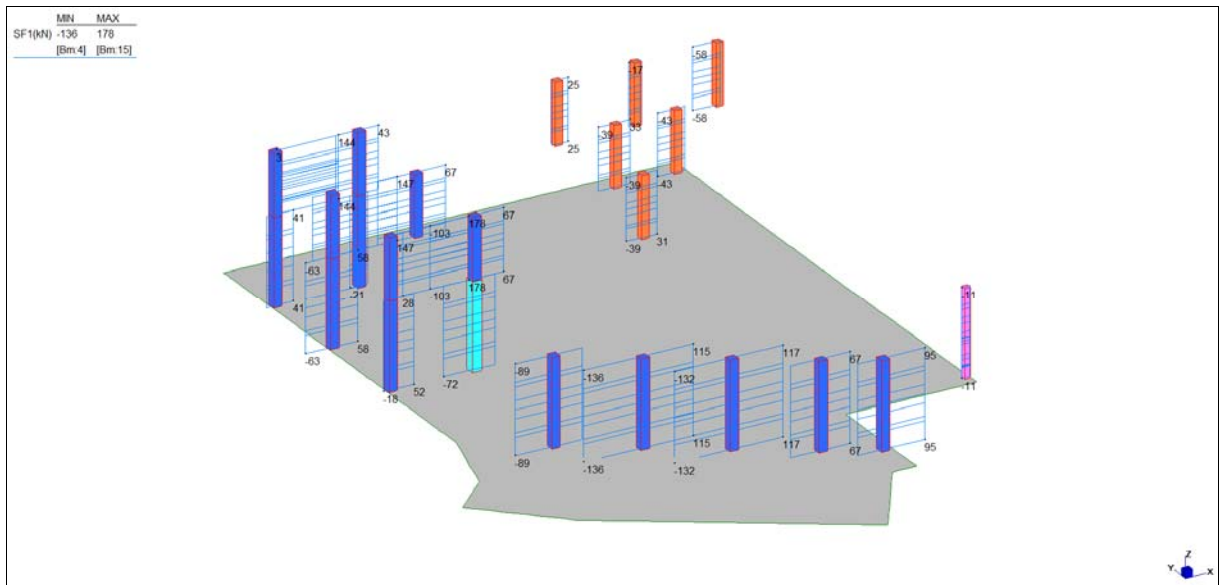


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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



*Diagramma taglio V1\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

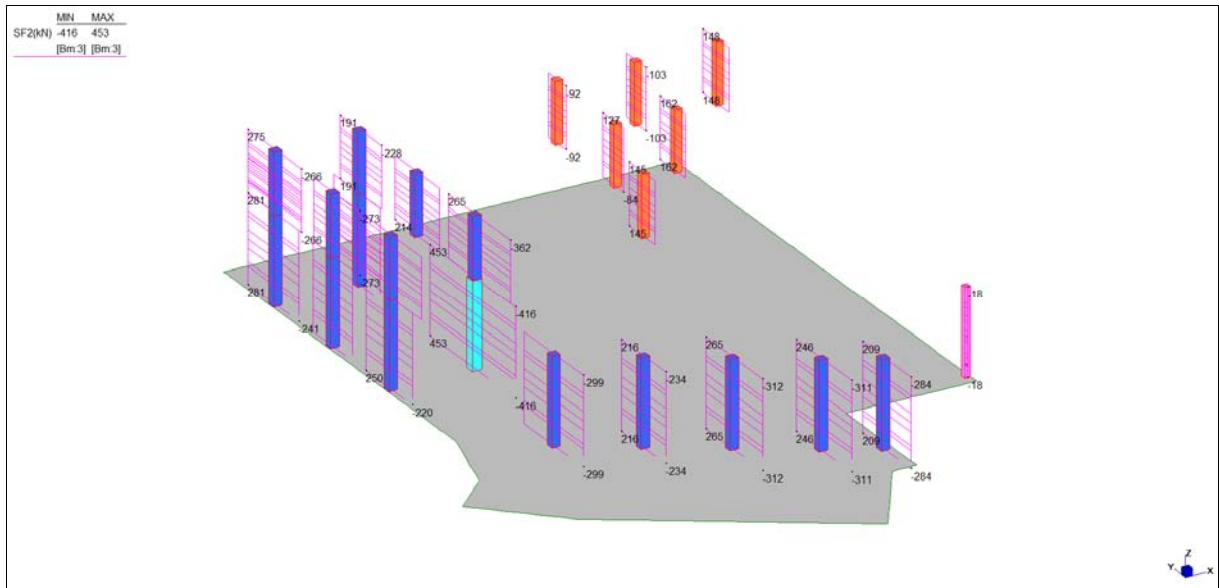


Diagramma taglio V2\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

Grafici di combinazione SLE Rara\_Blocco C

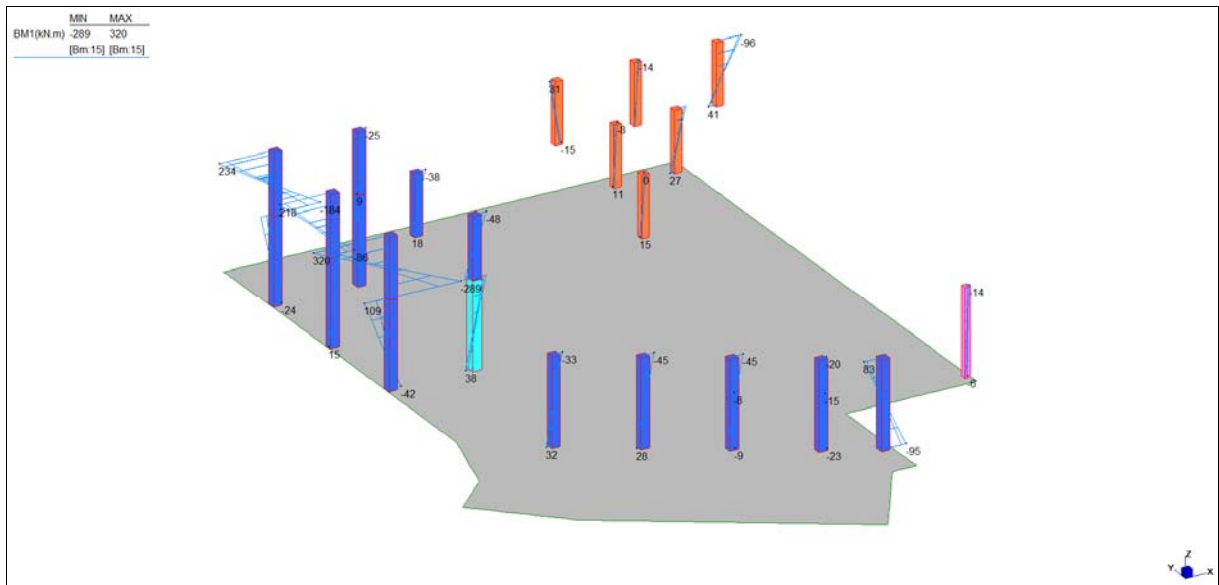
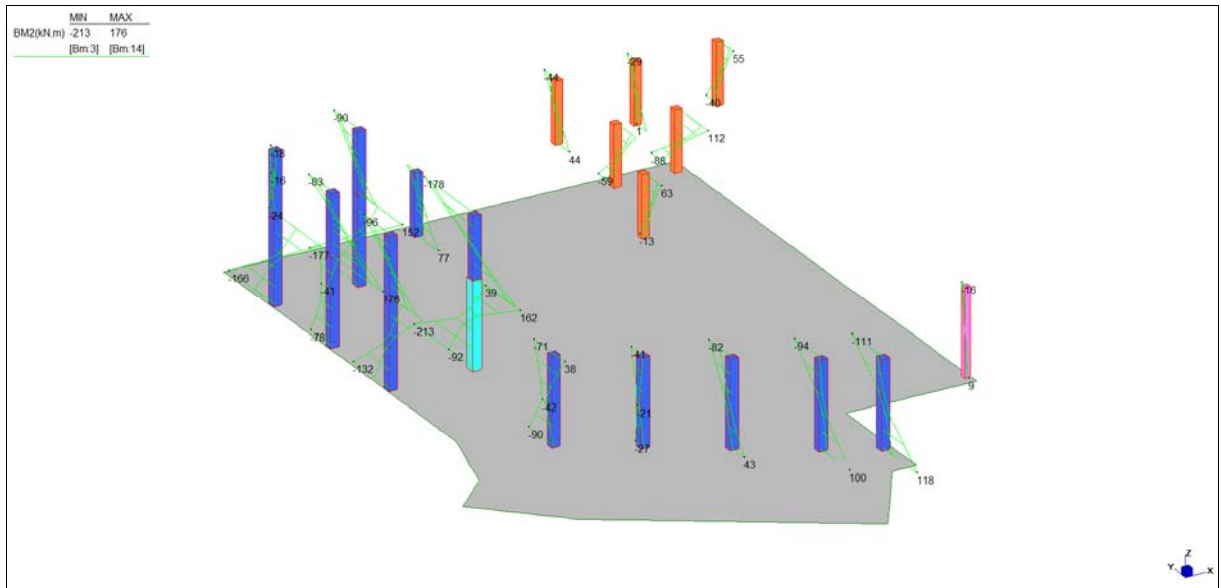


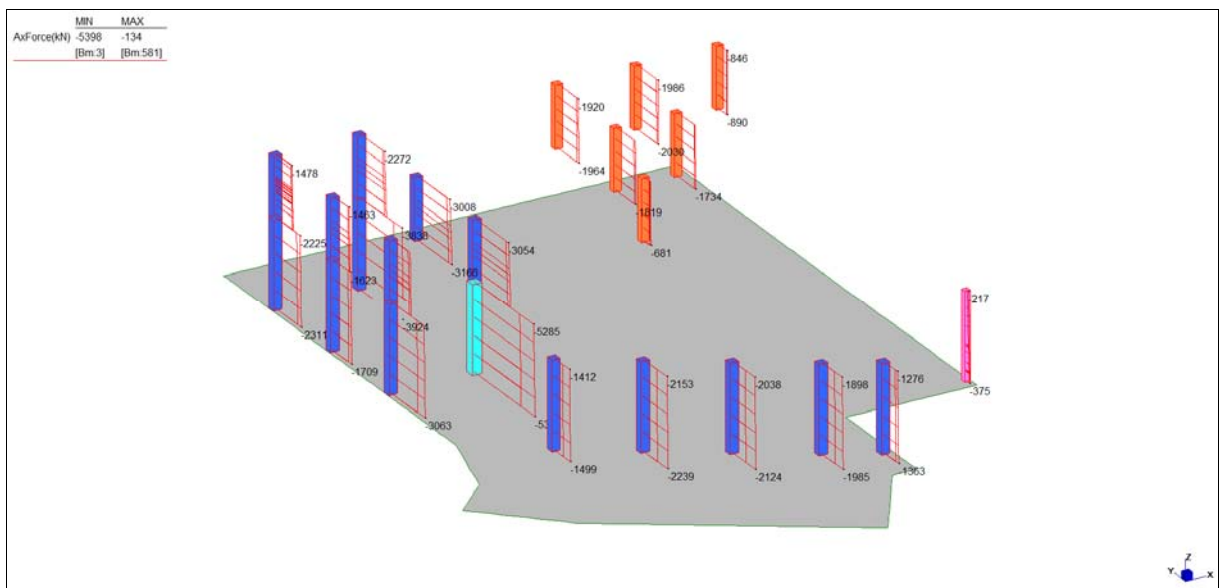
Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



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

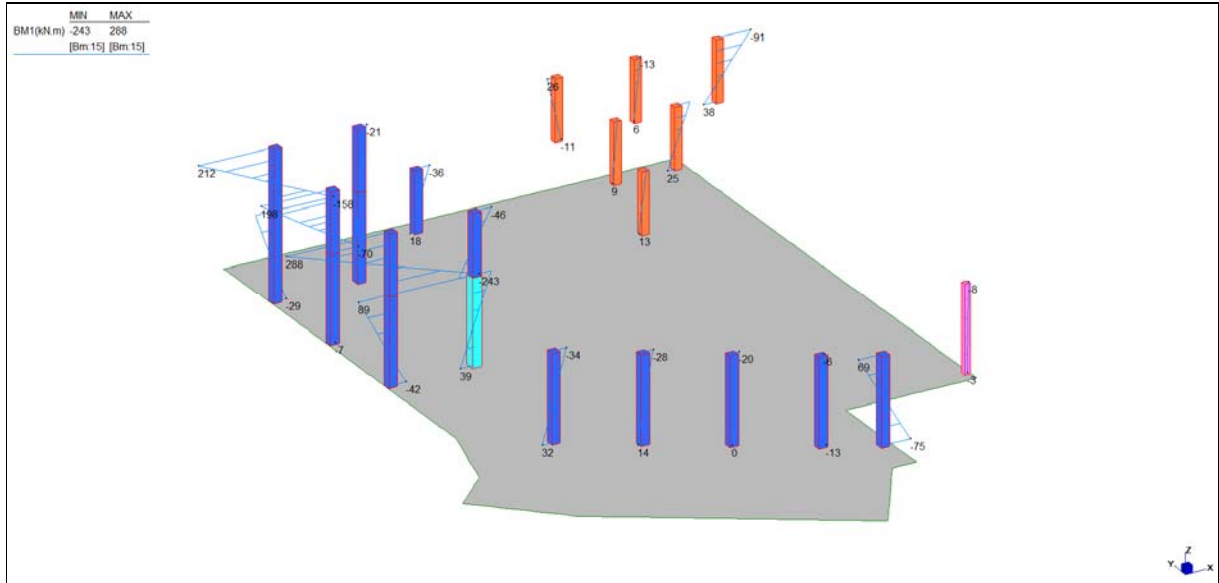


*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara. )*

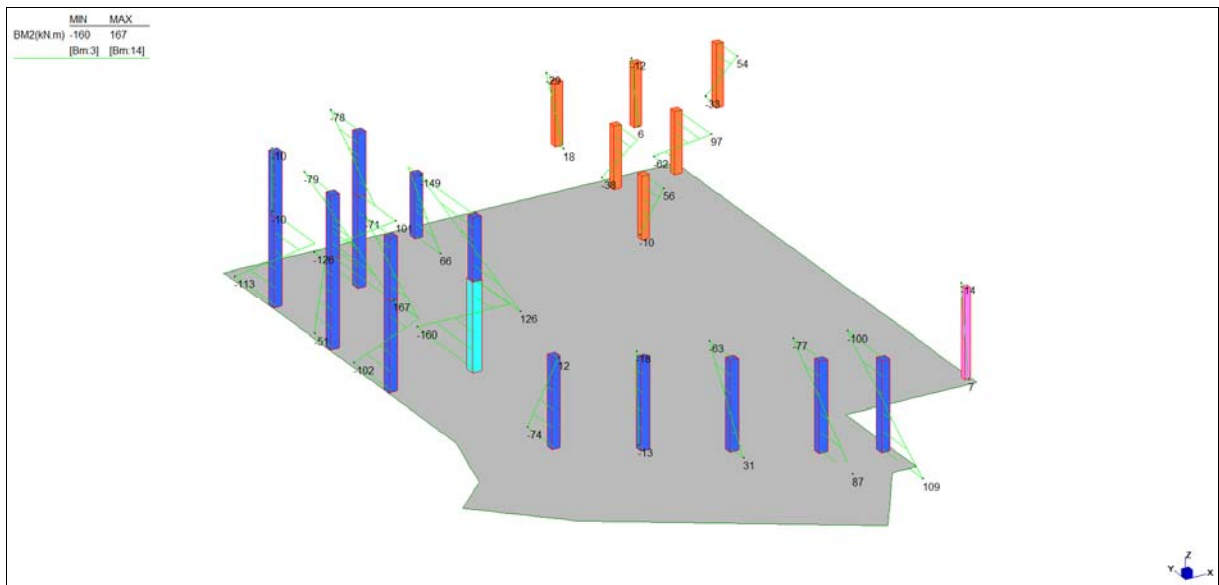
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Grafici di combinazione SLE Quasi permanente\_Blocco C



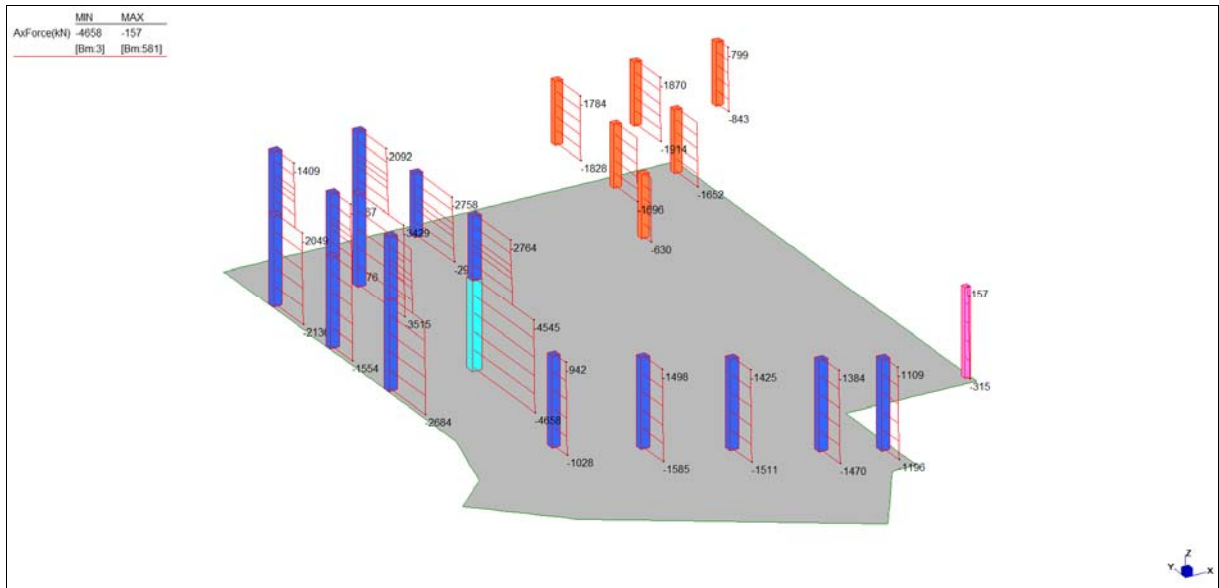
*Diagramma momenti M1\_ ( Involuppo S.L.E. Quasi permanente )*



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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



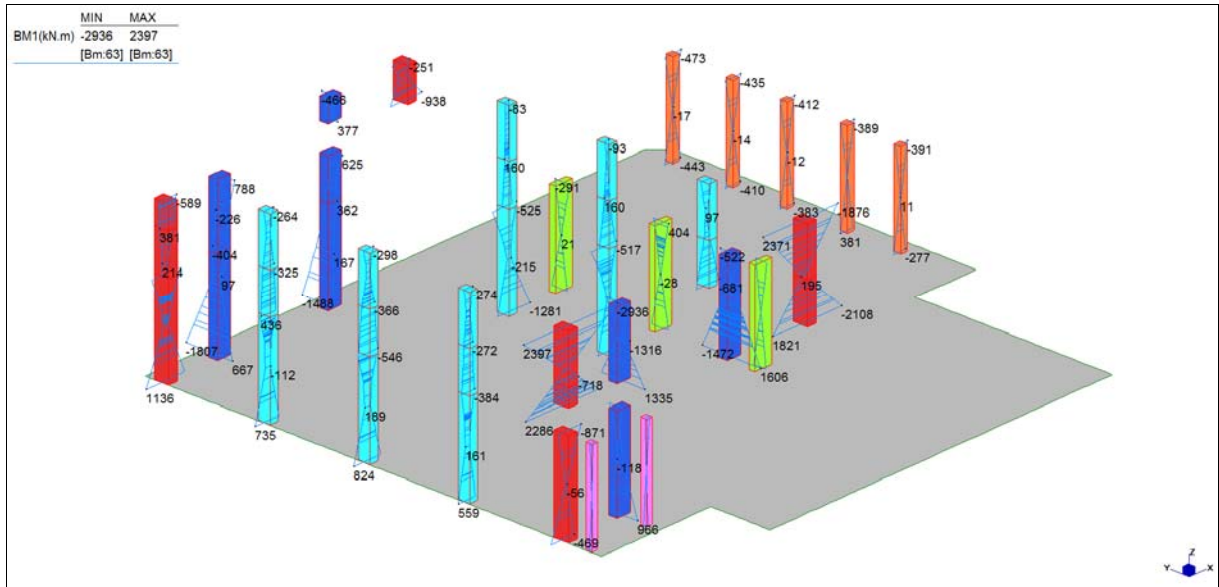
*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

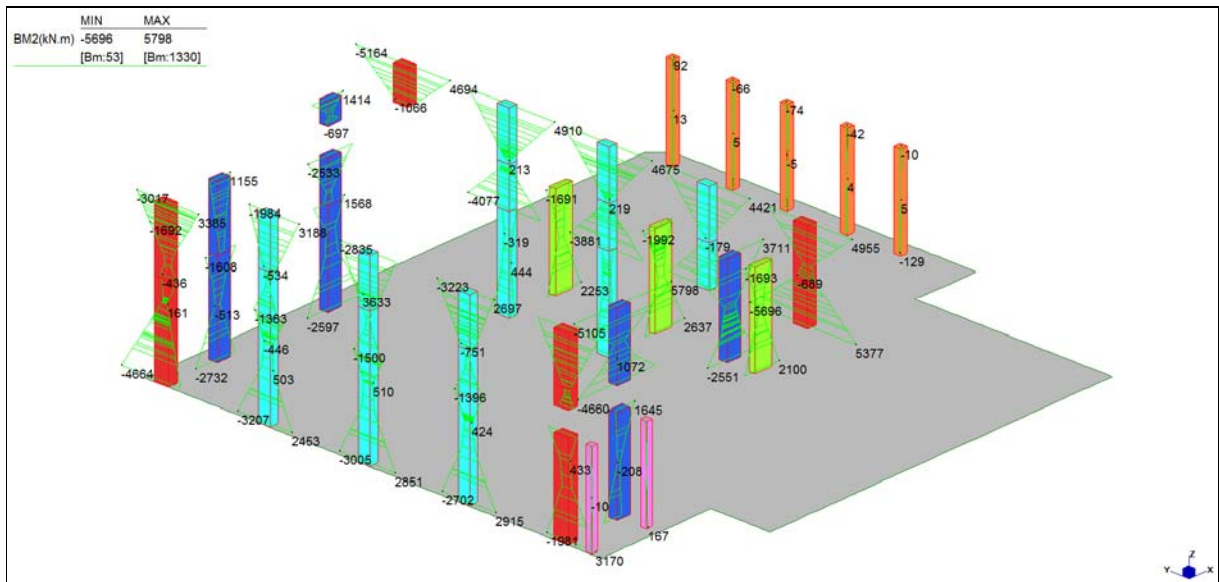
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO D**

**Grafici di combinazione SLU\_Blocco D**



*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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

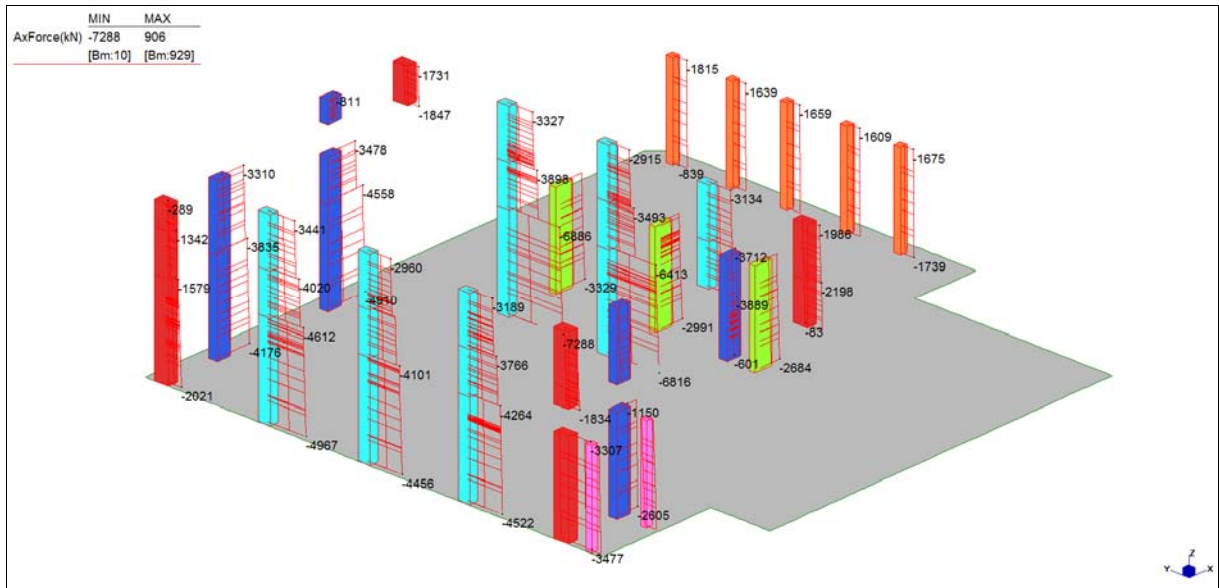


Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

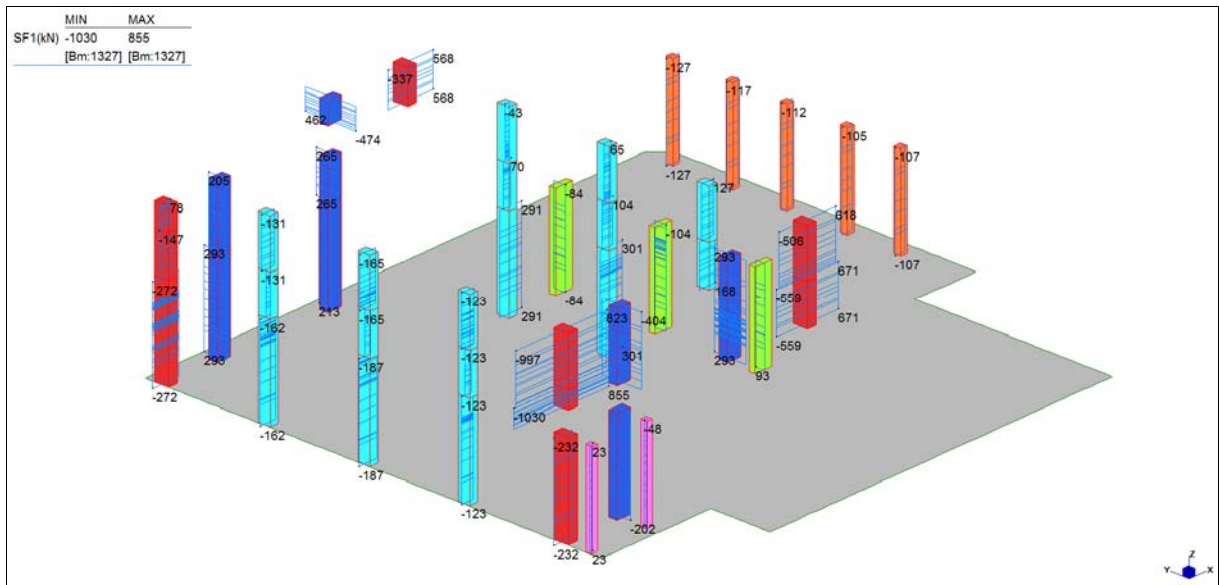


Diagramma taglio VI\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

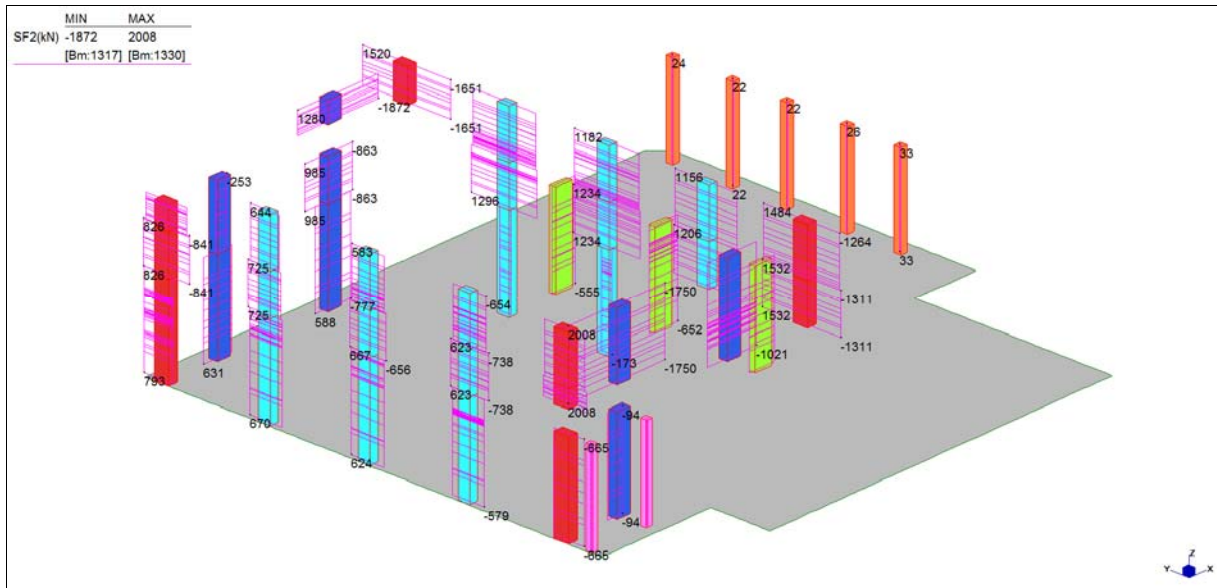


Diagramma taglio V2\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

Grafici di combinazione SLE Rara\_Blocco D

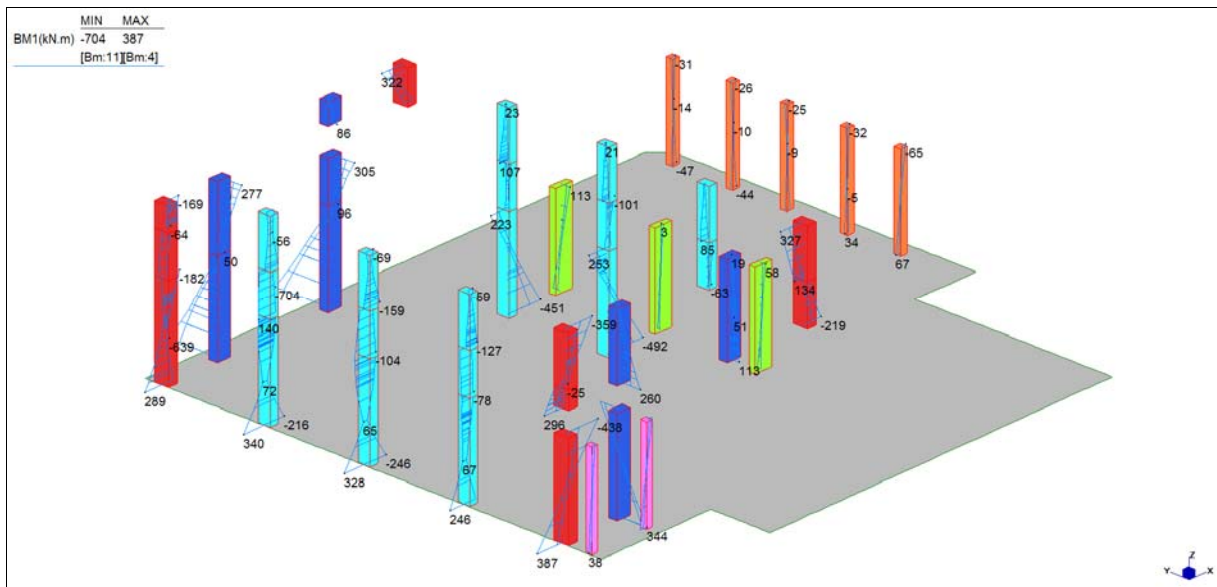


Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

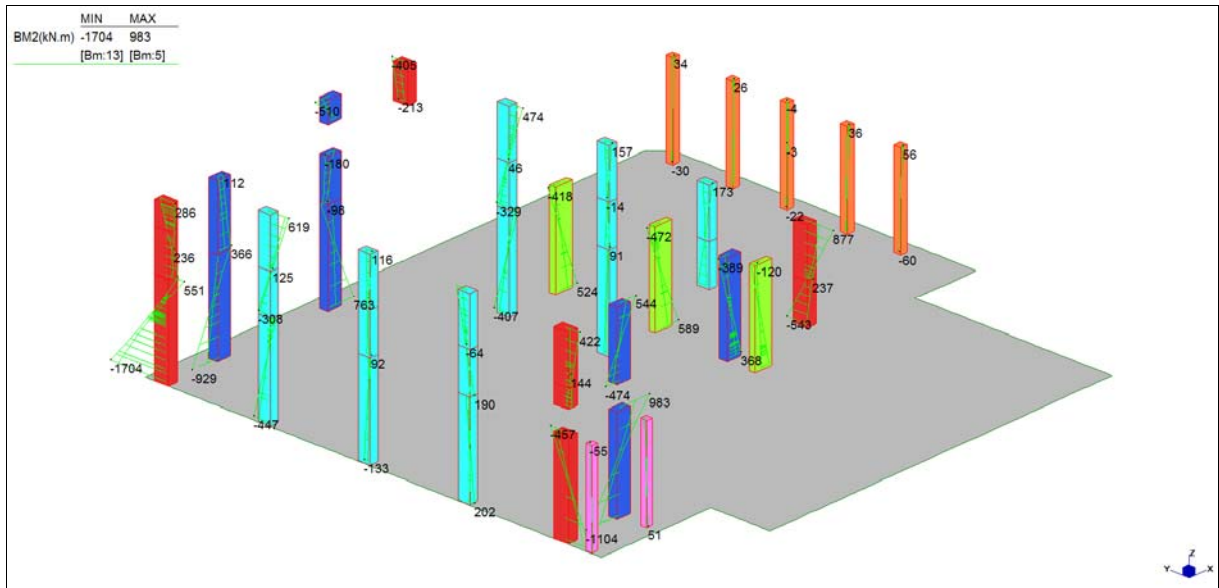


Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )

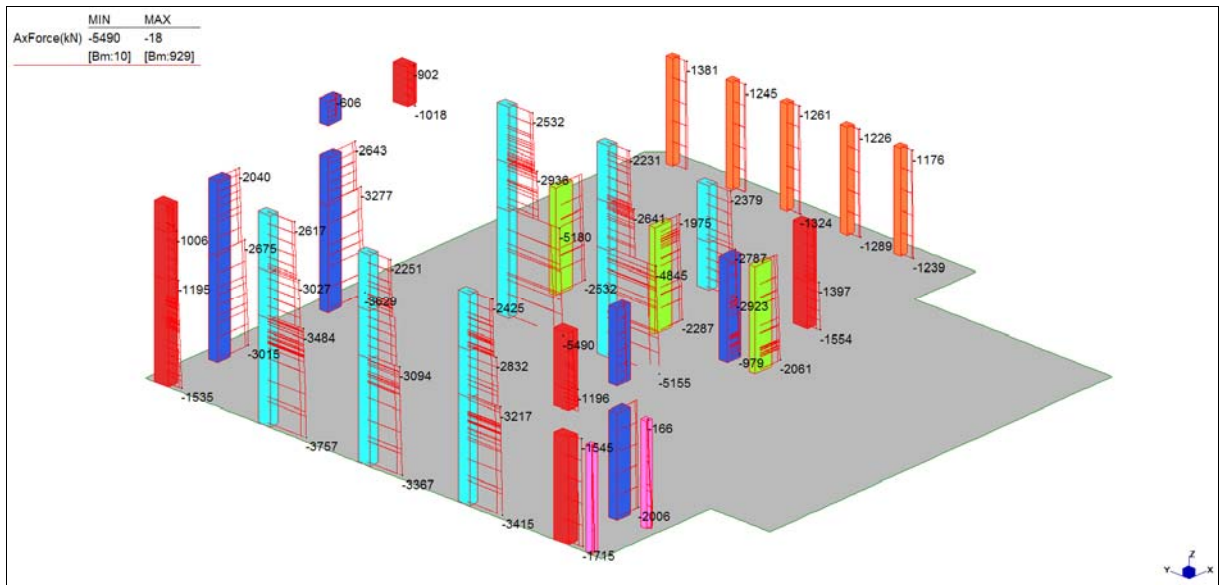


Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara. )





Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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	Verifica
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kNm]	[kN]		
Pilastrì 50x50	TF min	-17,27	-57	-102	-1305	0,30	Si
	TF max	13,18	67	97	601	0,52	Si
	M1 max	-	176	131	-138	0,69	Si
	M2 max	-	170	182	217	0,87	Si
	N min	-	-57	-102	-1305	0,30	Si
	N max	-	67	97	601	0,52	Si
Pilastrì 60x60	TF min	-37,26	-581	-701	-694	0,91	Si
	TF max	32,85	-581	-701	-694	0,91	Si
	M1 max	-	-621	-414	-1366	0,73	Si
	M2 max	-	-581	-701	-694	0,91	Si
	N min	-	42	-197	-1553	0,18	Si
	N max	-	472	644	-509	0,80	Si
Pilastrì 70x70	TF min	-43,04	-709	-1430	-363	0,90	Si
	TF max	40,84	-709	-1430	-363	0,90	Si
	M1 max	-	850	1480	-254	0,97	Si
	M2 max	-	-709	-1430	-363	0,90	Si
	N min	-	641	1026	-1044	0,67	Si
	N max	-	850	1480	-254	0,97	Si
Pilastrì 80x80	TF min	-33,53	-210	-1991	-5442	0,87	Si
	TF max	17,75	294	1802	-3867	0,79	Si
	M1 max	-	294	1802	-3867	0,79	Si
	M2 max	-	-210	-1991	-5442	0,87	Si
	N min	-	49	-175	-7277	0,10	Si
	N max	-	107	741	-3011	0,33	Si

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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

		TF	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	ρ	Verifica
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[kNm]	[kNm]	[kN]		
Pilastrì 70x80	TF min	-15,20	-402	-520	-1548	0,30	Si
	TF max	10,97	461	113	-523	0,25	Si
	M1 max	-	461	113	-523	0,25	Si
	M2 max	-	-402	-520	-1548	0,30	Si
	N min	-	34	-192	-2027	0,07	Si
	N max	-	-27	-75	-413	0,03	Si
Pilastrì 70x100	TF min	-44,17	-66	-4505	-2690	0,88	Si
	TF max	37,67	88	4675	-1360	0,96	Si
	M1 max	-	-1316	-727	-5705	0,60	Si
	M2 max	-	88	4675	-1360	0,96	Si
	N min	-	-572	-46	-6816	0,25	Si
	N max	-	88	4675	-1360	0,96	Si
Pilastrì 50x150	TF min	-23,82	-945	-1625	-2377	0,65	Si
	TF max	21,53	783	1731	-41	0,67	Si
	M1 max	-	-945	-1625	-2377	0,65	Si
	M2 max	-	783	1731	-41	0,67	Si
	N min	-	-945	-1625	-2377	0,65	Si
	N max	-	907	1204	100	0,67	Si
Pilastrì 70x120	TF min	-41,38	-648	-5105	-1089	0,94	Si
	TF max	38,74	441	4816	-43	0,90	Si
	M1 max	-	1335	3642	-165	0,85	Si
	M2 max	-	441	4816	43	0,90	Si
	N min	-	430	-1122	-2605	0,25	Si
	N max	-	528	4376	99	0,83	Si
Pilastrì 80x120	TF min	-39,19	-2809	-2888	-1363	0,82	Si
	TF max	38,17	2250	3395	-15	0,81	Si
	M1 max	-	-2936	-2346	-1508	0,78	Si
	M2 max	-	2250	3395	-15	0,81	Si
	N min	-	-386	-1096	-3477	0,20	Si
	N max	-	309	596	797	0,13	Si

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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio secondo quanto è stabilito al paragrafo 7.4.4.2.2.2 del DM08 secondo il criterio della gerarchia delle resistenze. Detta gerarchia è volta ad escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti a taglio, pertanto si verifica che la resistenza a taglio del pilastro sia superiore all'azione tagliante prodotta dai due momenti resistenti di estremità. Il taglio sollecitante è calcolato secondo il punto 7.4.4.2.1..

$$V_{ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{c,Rd1} + M_{c,Rd2}}{l_p} \quad \text{e si verifica che} \quad V_{ed} \leq V_{Rd}$$

Dove:

$\gamma_{Rd} = 1,10$  per struttura in CDB;  
 $M_{c,Rd1}, M_{c,Rd2}$ , momenti resistenti alle estremità colonna;  
 $l_p$  lunghezza del pilastro;

	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>A<sub>st</sub></b>	<b>N<sub>ed QP</sub></b>	<b>M<sub>Rd 1</sub></b>	<b>M<sub>Rd 2</sub></b>	<b>γ<sub>Rd</sub></b>	<b>L<sub>pil</sub></b>	<b>V<sub>Ed 1</sub></b>	<b>A<sub>sw</sub></b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>VER</b>	<b>V<sub>Ed 2</sub></b>	<b>A<sub>sw</sub></b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>VER</b>
	cm	cm		kN	kNm	kNm					kN				kN	
Pilastrì 50x50	50	50	8φ26	530	398,6	398,6	1,1	4,45	197	φ10/20 2br	297	Sì	197	φ10/20 2br	297	Sì
Pilastrì 50x50	50	50	12φ26	283	452,9	507,9	1,1	4,45	224	φ10/20 2br	297	Sì	251	φ10/20 2br	297	Sì
Pilastrì 60x60	60	60	24φ26	2976	1206,0	1206,0	1,1	4,45	596	φ12/15 2br	704	Sì	596	φ12/15 2br	704	Sì
Pilastrì 70x70	70	70	36φ26	3585	2117,0	2117,0	1,1	4,45	1047	φ12/20 4br	1127	Sì	1047	φ12/20 4br	1127	Sì
Pilastrì 80x80	80	80	26φ26	4658	2027,0	2434,0	1,1	4,45	1002	φ12/20 4br	1454	Sì	1203	φ12/20 4br	1454	Sì
Pilastrì 70x80	70	80	42φ26	1058	2018,0	3016,0	1,1	4,45	998	φ12/15 4br	1313	Sì	1491	φ12/15 4br	1522	Sì
Pilastrì 70x100	70	100	52φ26	4029	3180,0	4414,0	1,1	4,45	1572	φ12/10 6br	2150	Sì	2182	φ12/10 4br	2197	Sì
Pilastrì 70x100	70	100	52φ26	1620	3265,0	3788,0	1,1	4,45	1614	φ12/15 6br	1888	Sì	1873	φ12/15 4br	1939	Sì
Pilastrì 70x100	70	100	52φ26	3009	2734,0	4883,0	1,1	4,45	596*	φ12/10 6br	2150	Sì	2126*	φ12/10 4br	2197	Sì
Pilastrì 70x100	70	100	52φ26	5079	2439,0	5344,0	1,1	4,45	435*	φ12/10 6br	2150	Sì	2018*	φ12/10 4br	2197	Sì
Pilastrì 50x150	50	150	40φ26	3197	1794,0	5818,0	1,1	4,45	563*	φ12/20 6br	1285	Sì	1337*	φ10/20 2br	1424	Sì
Pilastrì 70x120	70	120	60φ26	3442	3495,0	6097,0	1,1	4,45	1522*	φ14/10 6br	2049	Sì	3137*	φ14/10 4br	3207	Sì
Pilastrì 80x120	80	120	72φ26	1569	4781,0	6679,0	1,1	4,45	2232*	φ12/10 6br	2792	Sì	2599*	φ12/10 4br	2881	Sì

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

Nota \*: in questi pilastrì i valori di V<sub>Ed</sub> sono stati calcolati con lo spettro avente q = 1.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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.

Pilastro 50x50		Pilastro 60x60		Pilastro 70x70	
$N_{min} =$	1305	kN/m	$N_{min} =$	3643	kN/m
$b =$	50	cm	$b =$	60	cm
$h =$	50	cm	$h =$	60	cm
$A_c =$	2500	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	3600	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,317		$v =$	0,615	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	650	cm	$L =$	650	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	325	cm	$L_0 =$	325	cm
$\rho =$	14,43	cm	$\rho =$	17,32	cm
$\lambda =$	22,5		$\lambda =$	18,8	
$\lambda_{lim} =$	46,5		$\lambda_{lim} =$	33,4	
Verifica	Si		Verifica	Si	
$N_{min} =$	5623	kN/m	$N_{min} =$	5623	kN/m
$b =$	70	cm	$b =$	70	cm
$h =$	70	cm	$h =$	70	cm
$A_c =$	4900	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	4900	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,697		$v =$	0,697	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	650	cm	$L =$	650	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	325	cm	$L_0 =$	325	cm
$\rho =$	20,21	cm	$\rho =$	20,21	cm
$\lambda =$	16,1		$\lambda =$	16,1	
$\lambda_{lim} =$	31,4		$\lambda_{lim} =$	31,4	
Verifica	Si		Verifica	Si	

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

Pilastro 80x80		Pilastro 70x80		Pilastro 70x100	
$N_{min} =$	7277	kN/m	$N_{min} =$	2027	kN/m
$b =$	80	cm	$b =$	80	cm
$h =$	80	cm	$h =$	70	cm
$A_c =$	6400	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	5600	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,691		$v =$	0,220	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	650	cm	$L =$	650	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	325	cm	$L_0 =$	325	cm
$\rho =$	23,09	cm	$\rho =$	20,21	cm
$\lambda =$	14,1		$\lambda =$	16,1	
$\lambda_{lim} =$	31,5		$\lambda_{lim} =$	55,8	
Verifica	Si		Verifica	Si	
$N_{min} =$	7288	kN/m	$N_{min} =$	7288	kN/m
$b =$	100	cm	$b =$	100	cm
$h =$	70	cm	$h =$	70	cm
$A_c =$	7000	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	7000	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,632		$v =$	0,632	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	650	cm	$L =$	650	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	325	cm	$L_0 =$	325	cm
$\rho =$	20,21	cm	$\rho =$	20,21	cm
$\lambda =$	16,1		$\lambda =$	16,1	
$\lambda_{lim} =$	32,9		$\lambda_{lim} =$	32,9	
Verifica	Si		Verifica	Si	

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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	Pilastro 50x150		Pilastro 70x120		Pilastro 80x120			
$N_{min} =$	4588	kN/m	$N_{min} =$	4910	kN/m	$N_{min} =$	3909	kN/m
$b =$	150	cm	$b =$	120	cm	$b =$	120	cm
$h =$	50	cm	$h =$	70	cm	$h =$	80	cm
$A_c =$	7500	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	8400	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	9600	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,372		$v =$	0,355		$v =$	0,247	
$C =$	1,7		$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	650	cm	$L =$	650	cm	$L =$	650	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	325	cm	$L_0 =$	325	cm	$L_0 =$	325	cm
$\rho =$	14,43	cm	$\rho =$	20,21	cm	$\rho =$	23,09	cm
$\lambda =$	22,5		$\lambda =$	16,1		$\lambda =$	14,1	
$\lambda_{lim} =$	42,9		$\lambda_{lim} =$	43,9		$\lambda_{lim} =$	52,6	
Verifica	Si		Verifica	Si		Verifica	Si	

Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_Pilastri



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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 50x50	TF min	-8,73	84	53	-545	8φ26	8,08	< 17,43	55	< 360
	TF max	5,49	-81	-48	-173	8φ26	8,10	< 17,43	123	< 360
Pilastrini 60x60	TF min	-21,05	95	-308	-340	24φ26	9,70	< 17,43	143	< 360
	TF max	14,97	95	-308	-340	24φ26	9,70	< 17,43	143	< 360
Pilastrini 70x70	TF min	-13,14	4	16	-649	36φ26	1,04	< 17,43	0	< 360
	TF max	10,11	4	16	-649	36φ26	1,04	< 17,43	0	< 360
Pilastrini 80x80	TF min	-11,75	47	-229	-5446	26φ26	8,59	< 17,43	0	< 360
	TF max	-2,58	47	-295	-4220	26φ26	7,65	< 17,43	0	< 360
Pilastrini 70x80	TF min	-7,26	21	-157	-836	42φ26	2,22	< 17,43	2	< 360
	TF max	2,68	21	-157	-822	42φ26	2,20	< 17,43	2	< 360
Pilastrini 70x100	TF min	-13,84	-492	-64	-5086	52φ26	8,86	< 17,43	0	< 360
	TF max	-0,02	-461	-61	-4335	52φ26	7,92	< 17,43	0	< 360
Pilastrini 50x150	TF min	-9,15	-196	694	-1735	40φ26	6,58	< 17,43	42	< 360
	TF max	4,55	-196	686	-1684	40φ26	6,53	< 17,43	43	< 360
Pilastrini 70x120	TF min	-12,28	328	-1104	-1981	60φ26	8,19	< 17,43	78	< 360
	TF max	7,57	328	-1104	-1981	60φ26	8,19	< 17,43	78	< 360
Pilastrini 80x120	TF min	-8,30	356	737	-1611	72φ26	5,33	< 17,43	47	< 360
	TF max	5,02	387	694	-1557	72φ26	5,32	< 17,43	48	< 360

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

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	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>
Pilastrì 50x50	TF min	-7,00	60	41	-530	8φ26	5,93	< 13,07
	TF max	3,83	-52	-40	-147	8φ26	5,75	< 13,07
Pilastrì 60x60	TF min	-9,11	-4	-34	-182	24φ26	1,04	< 13,07
	TF max	2,91	-4	-34	-182	24φ26	1,04	< 13,07
Pilastrì 70x70	TF min	-8,01	40	-84	-293	36φ26	1,82	< 13,07
	TF max	5,16	40	-84	-293	36φ26	1,82	< 13,07
Pilastrì 80x80	TF min	-9,61	39	-160	-4658	26φ26	7,06	< 13,07
	TF max	-4,95	39	-160	-4658	26φ26	7,06	< 13,07
Pilastrì 70x80	TF min	-5,99	119	-171	-1058	42φ26	3,62	< 13,07
	TF max	2,22	119	-171	-1058	42φ26	3,62	< 13,07
Pilastrì 70x100	TF min	-12,10	-410	-39	-4717	52φ26	7,76	< 13,07
	TF max	-1,20	-403	-42	-4540	52φ26	7,55	< 13,07
Pilastrì 50x150	TF min	-3,70	125	-52	-1058	40φ26	2,57	< 13,07
	TF max	0,87	125	-52	-1058	40φ26	2,57	< 13,07
Pilastrì 70x120	TF min	-9,88	296	-778	-1871	60φ26	6,43	< 13,07
	TF max	5,43	296	-778	-1871	60φ26	6,43	< 13,07
Pilastrì 80x120	TF min	-6,38	182	638	-1569	72φ26	3,99	< 13,07
	TF max	3,11	182	638	-1569	72φ26	3,99	< 13,07

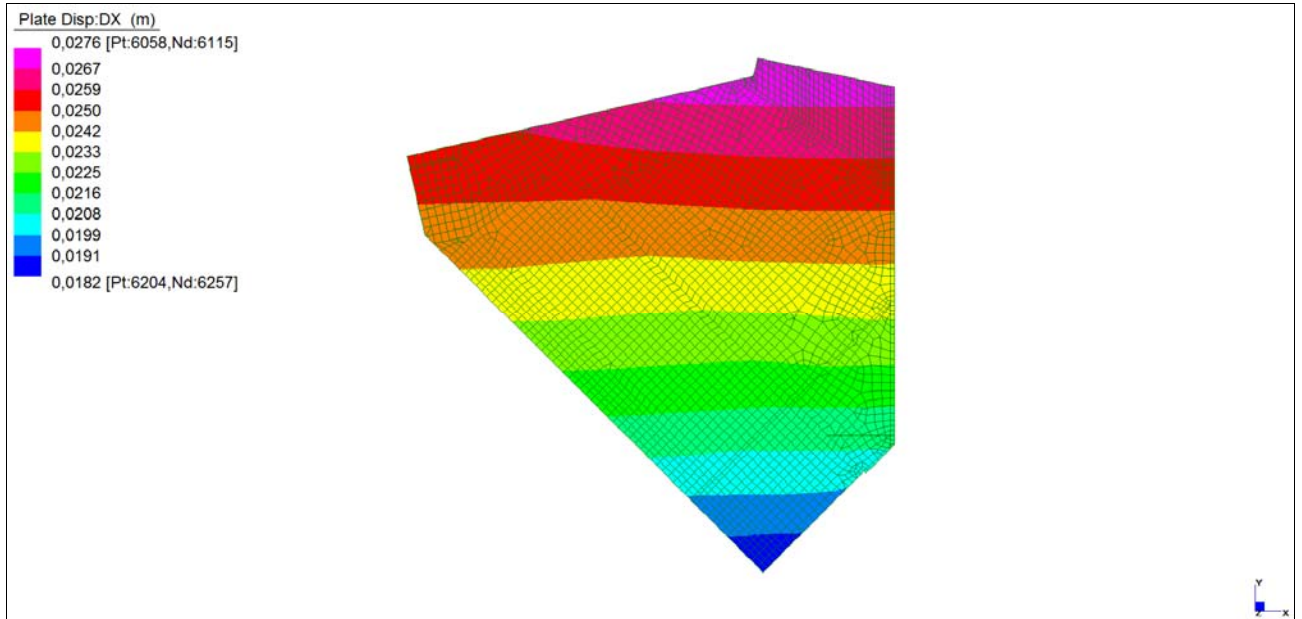
*Tabella verifica limitazione tensioni (S.L.E. Quasi permanente)\_ Pilastrì*

Le verifiche risultano soddisfatte.

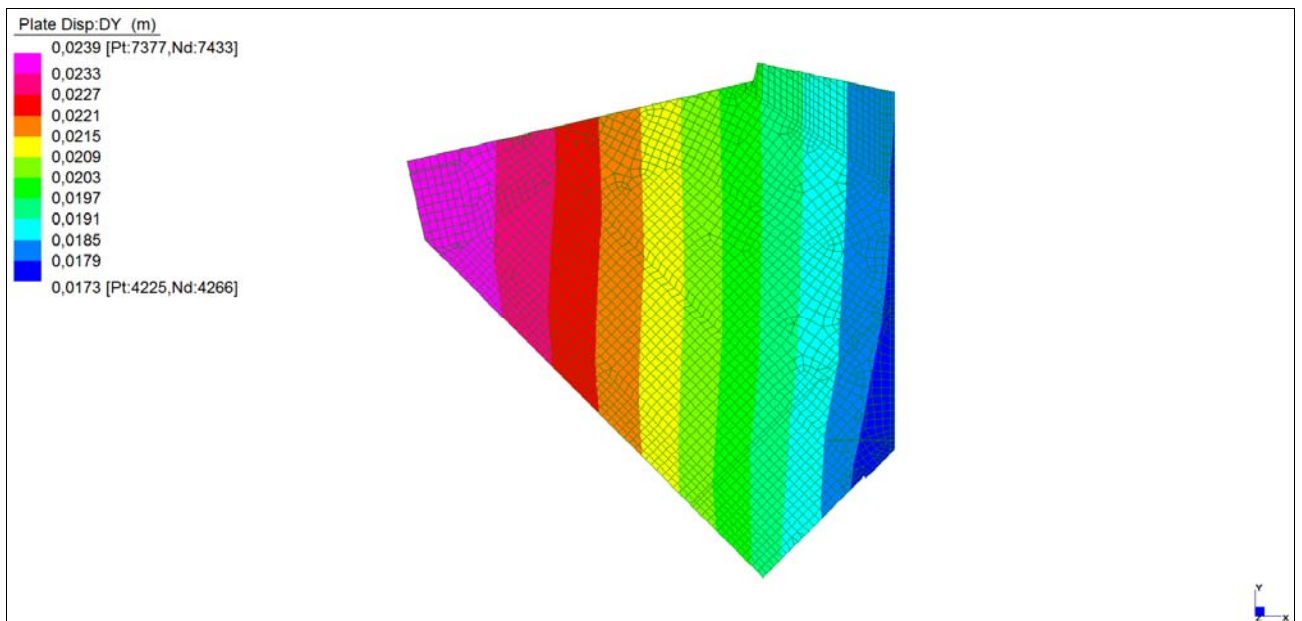
## 18. VERIFICHE MARTELLAMENTO GIUNTI

Sono stati analizzati gli spostamenti delle estremità delle parti di struttura che risultano separati per mezzo di giunti strutturali. Di seguito si riportano i grafici degli spostamenti.

### BLOCCO A



*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1*

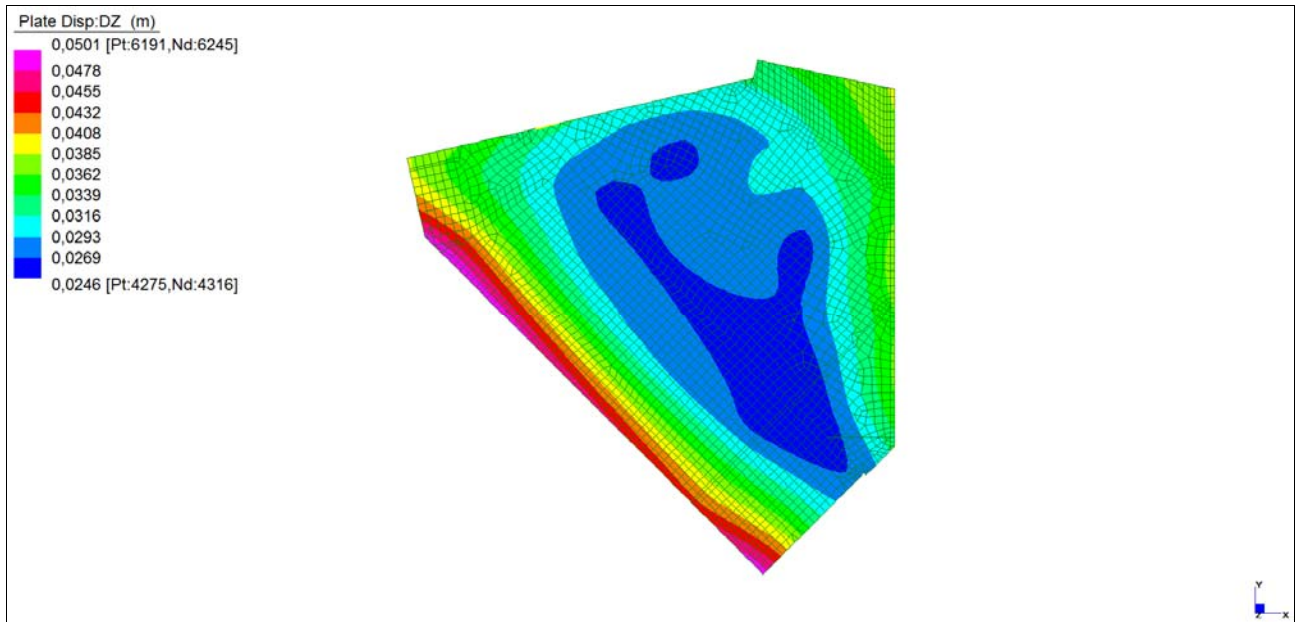


*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1*

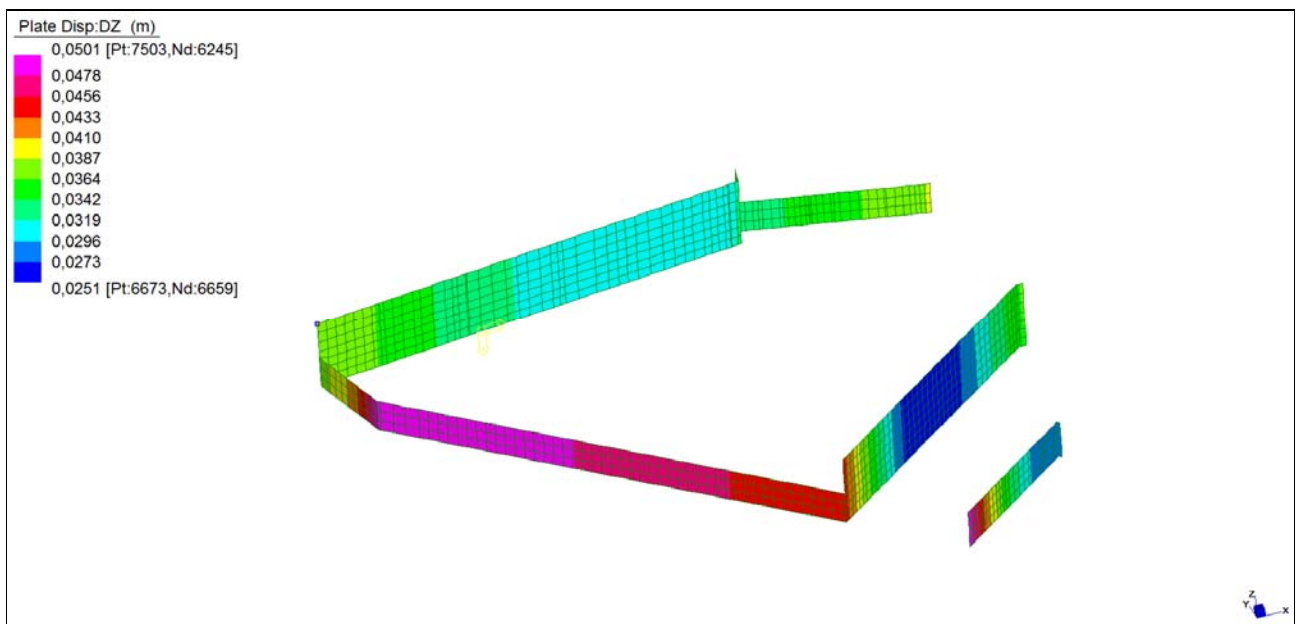
Modello vincolato rigidamente in X e Y

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Spostamenti DZ\*(L raccordo 1) – Involuppo assoluto SLV q=1 – livello 680*

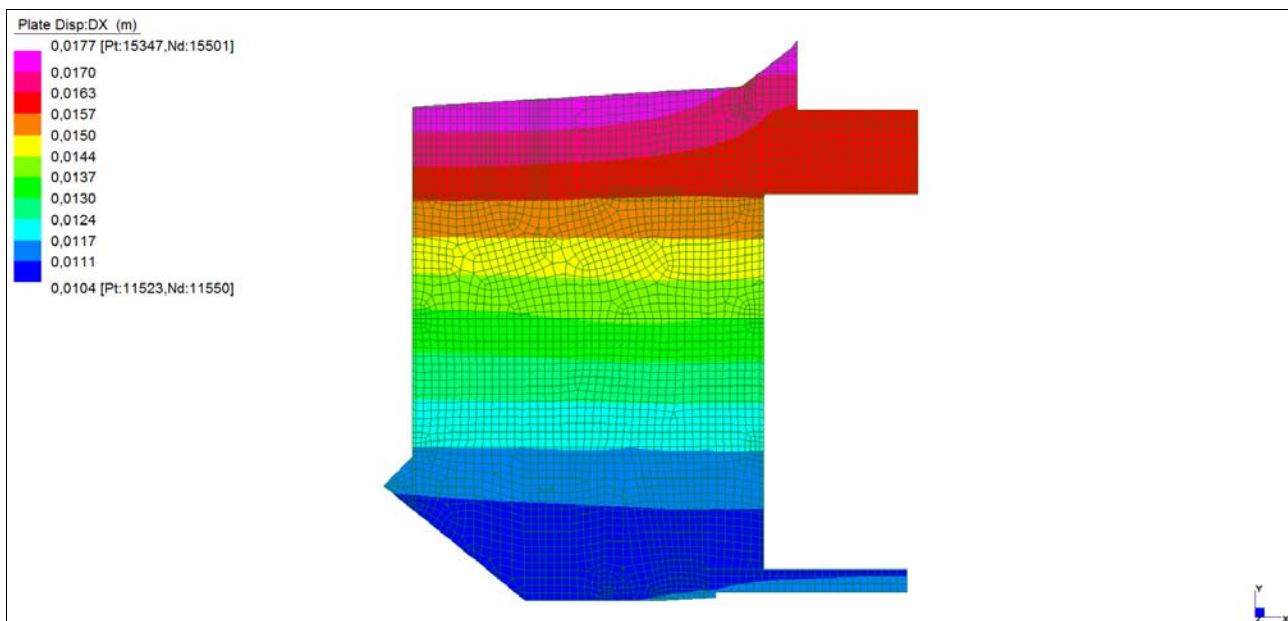


*Spostamenti DZ\*(L raccordo 1) – Involuppo assoluto SLV q=1 – livello 683*

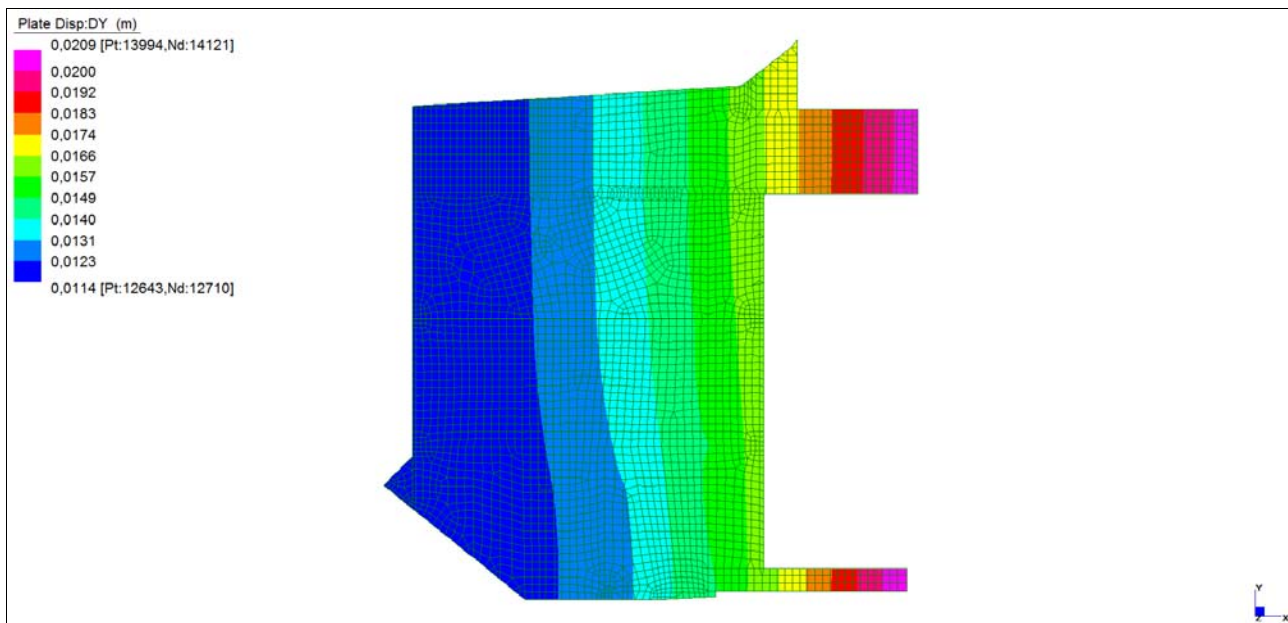
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO B**



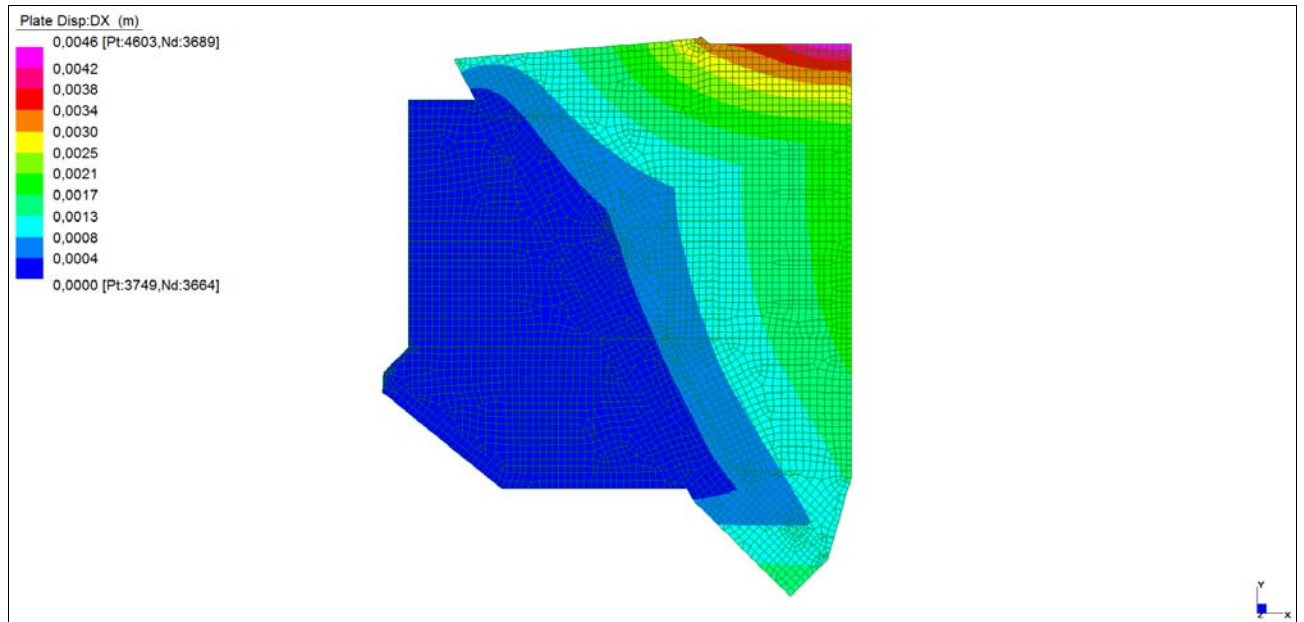
*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1- livello 680*



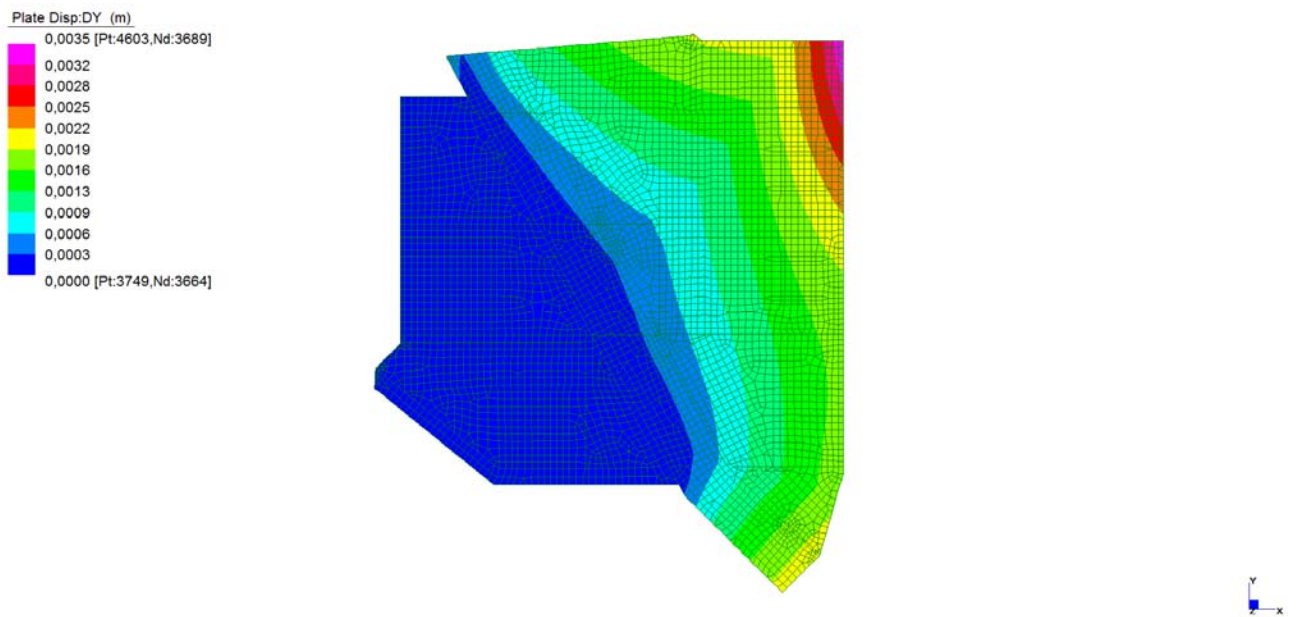
*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1 - livello 680*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1- livello 675*



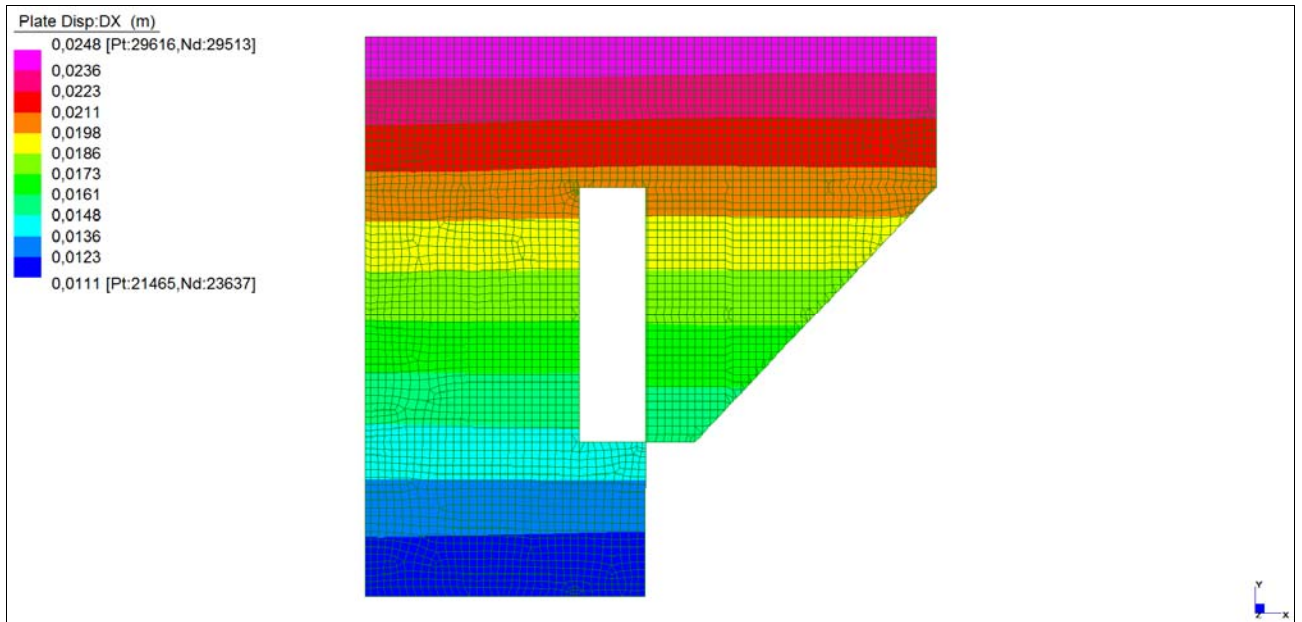
*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1 - livello 675*

Modello vincolato rigidamente in X e Y

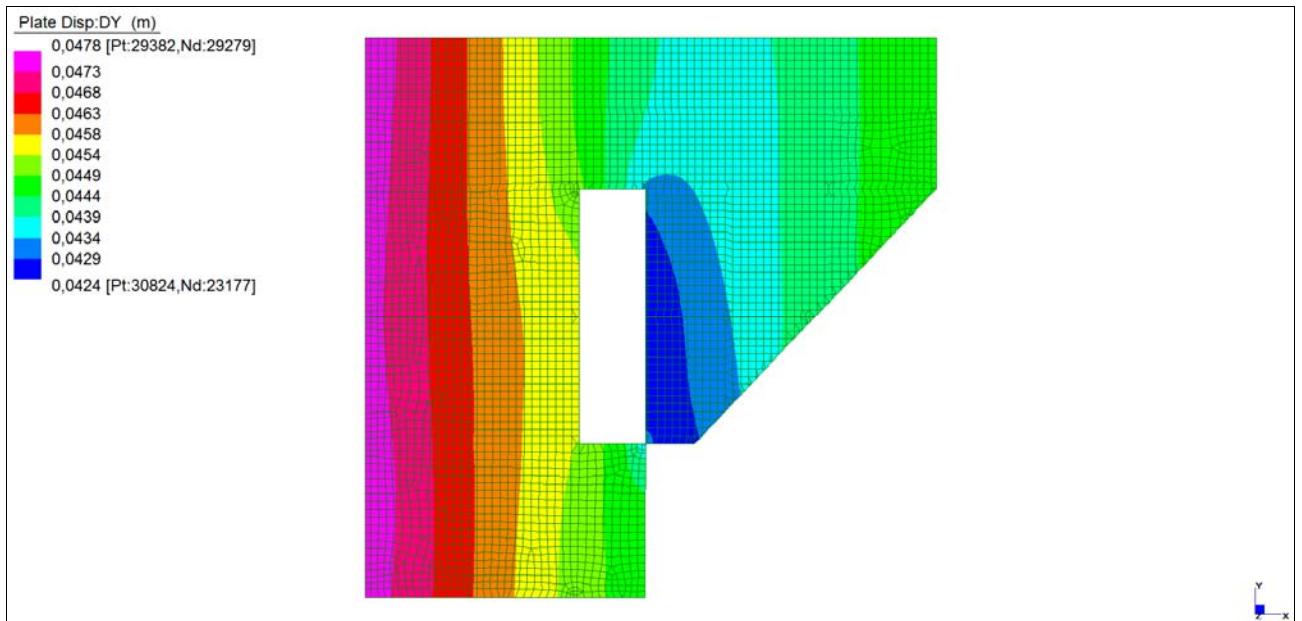
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO C**



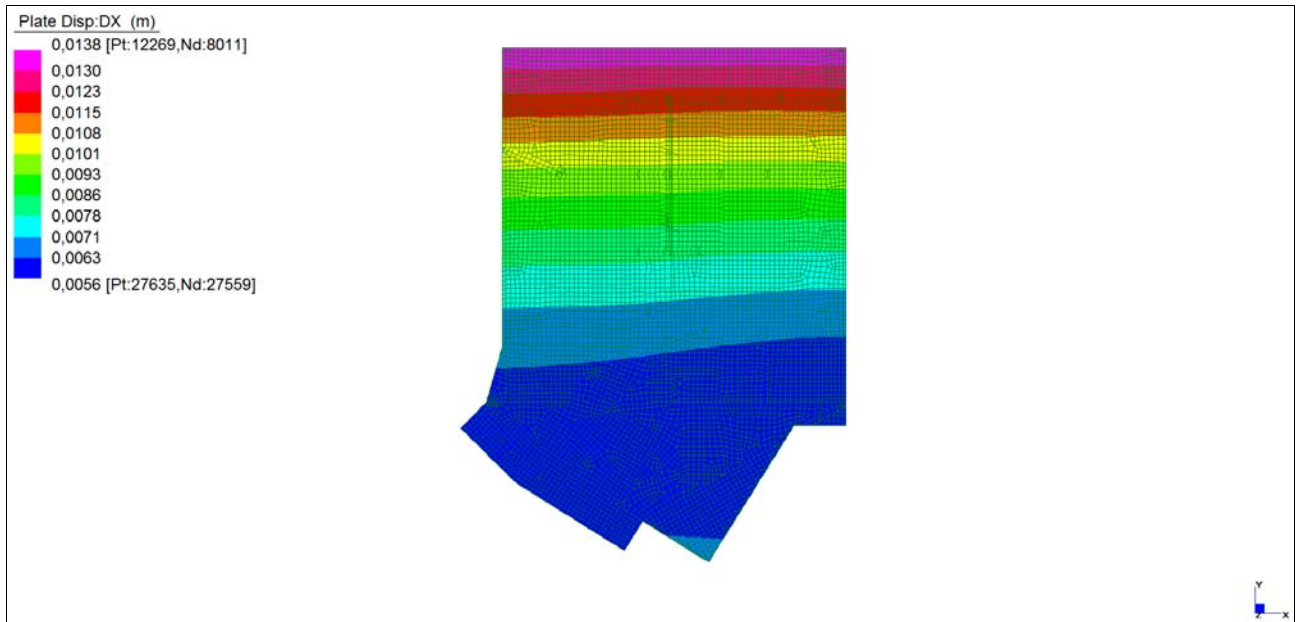
*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 680*



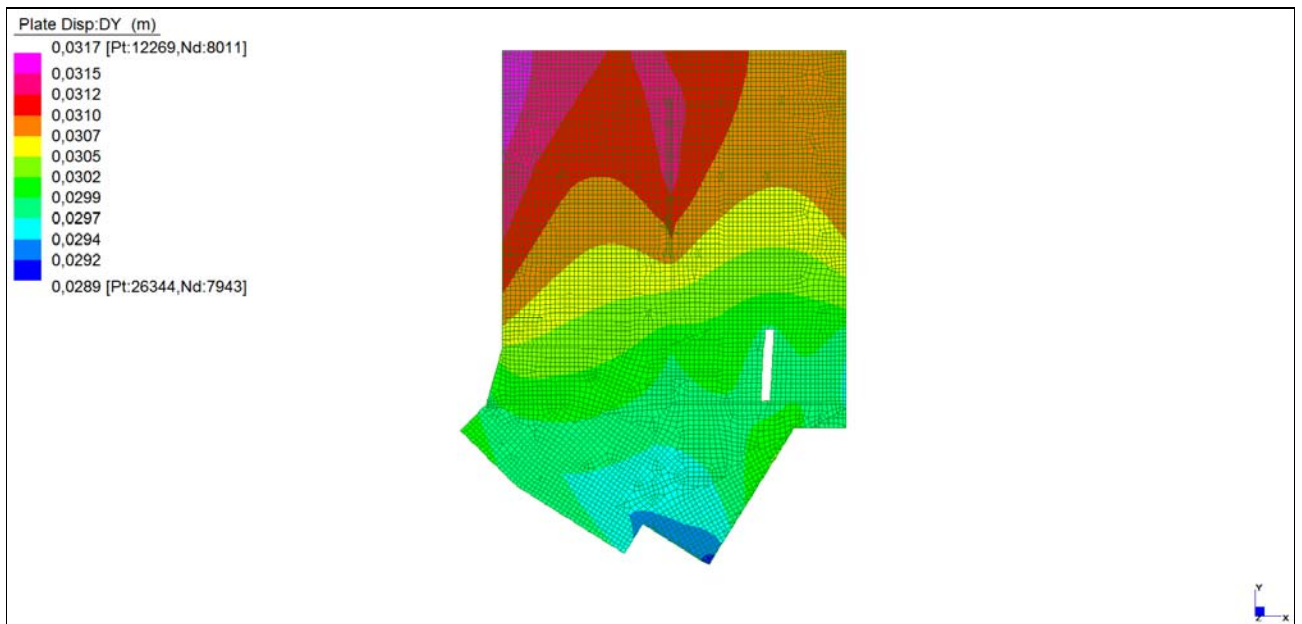
*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 680*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 675*

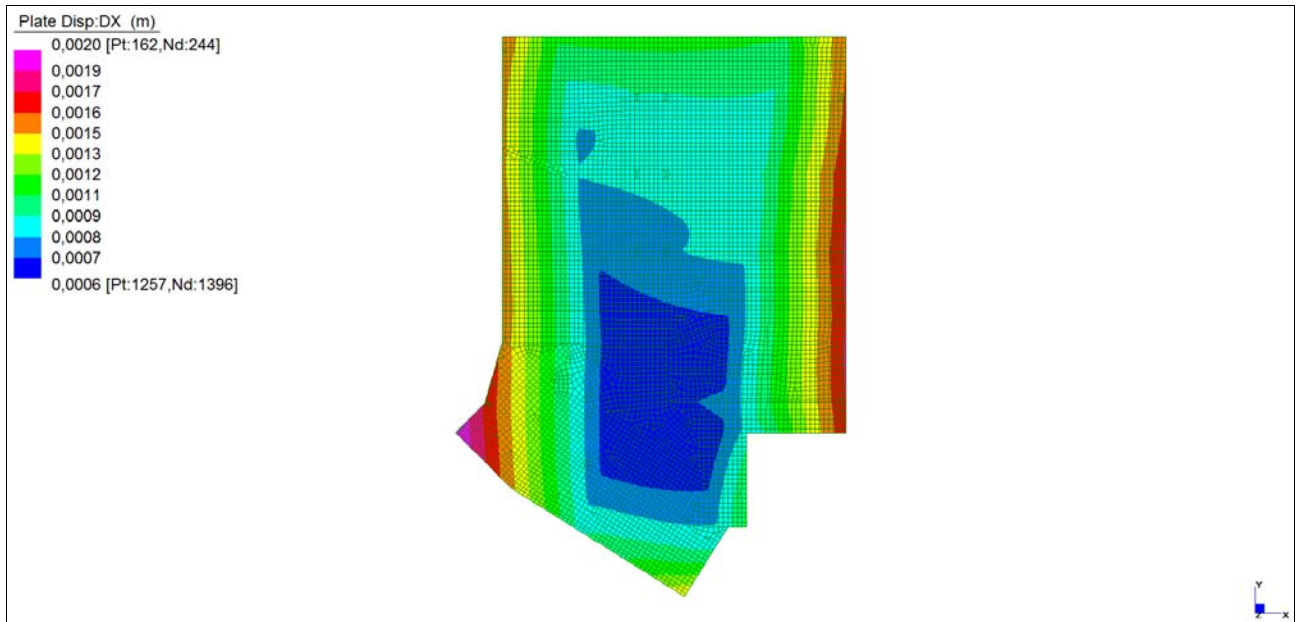


*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 675*

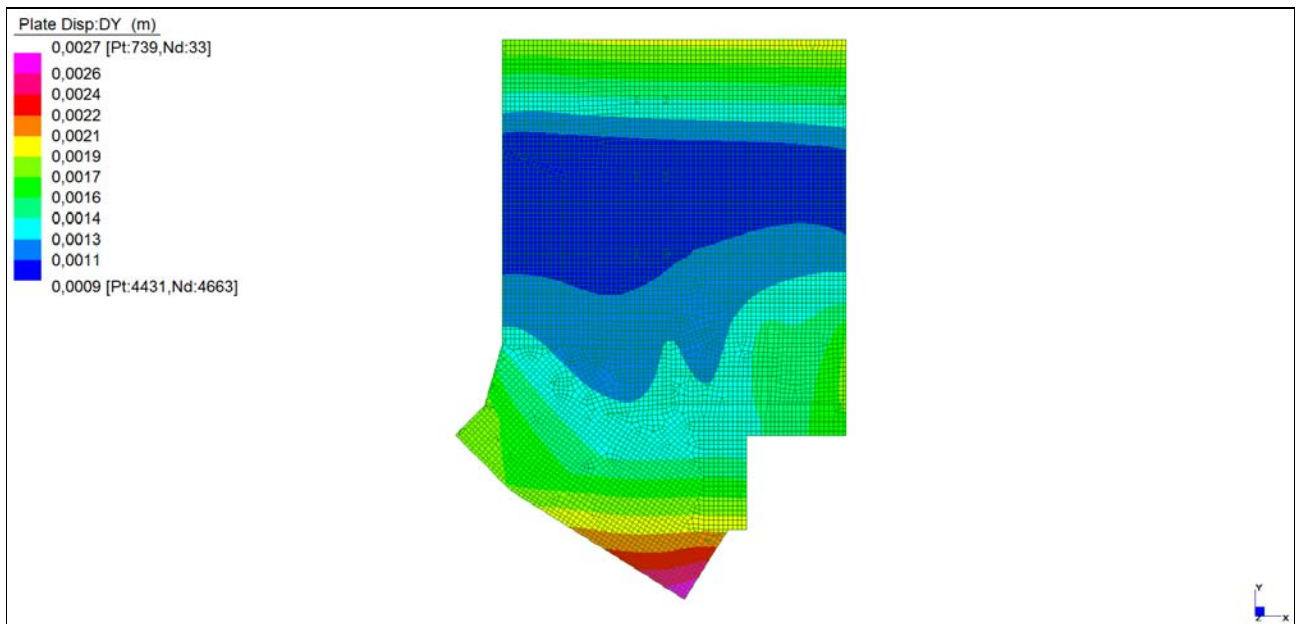


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Spostamenti DX – Inviluppo assoluto SLV  $q=1$  – Platea*

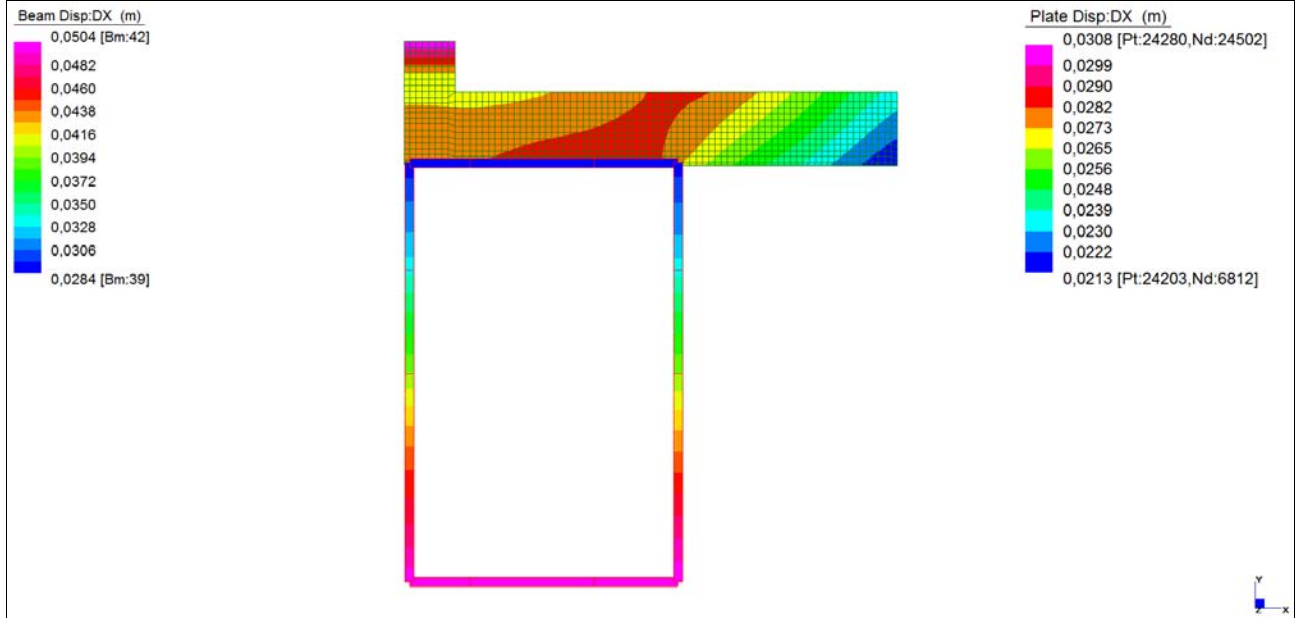


*Spostamenti DY – Inviluppo assoluto SLV  $q=1$  - Platea*

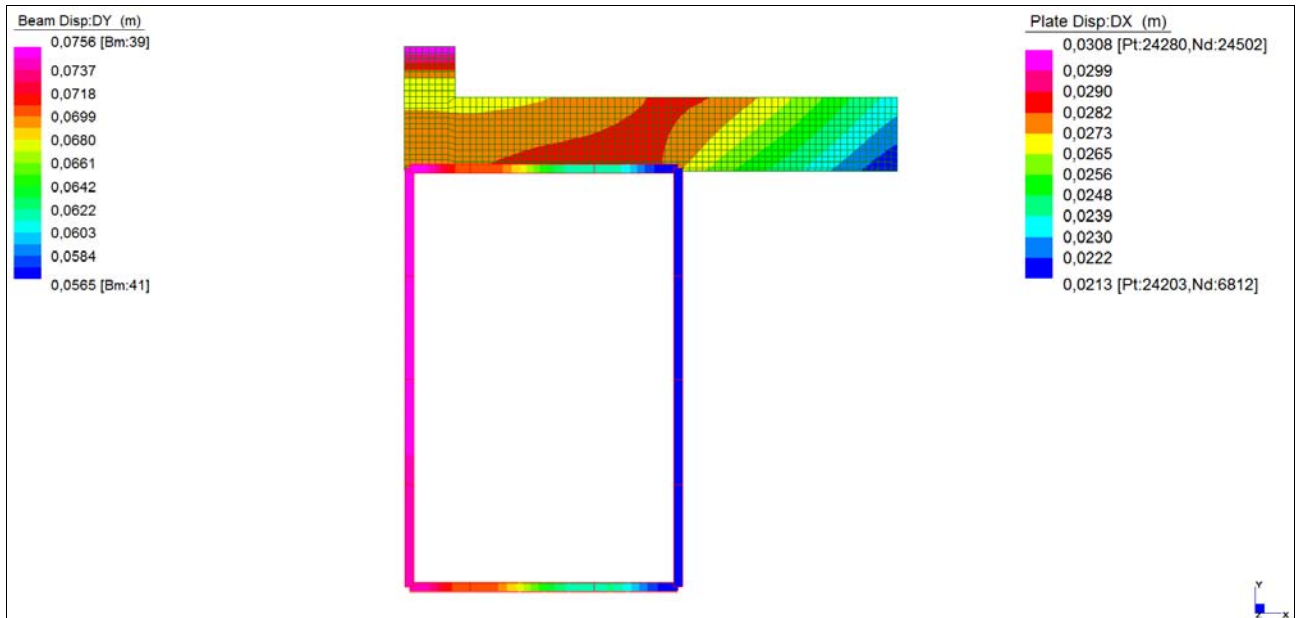
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO D**



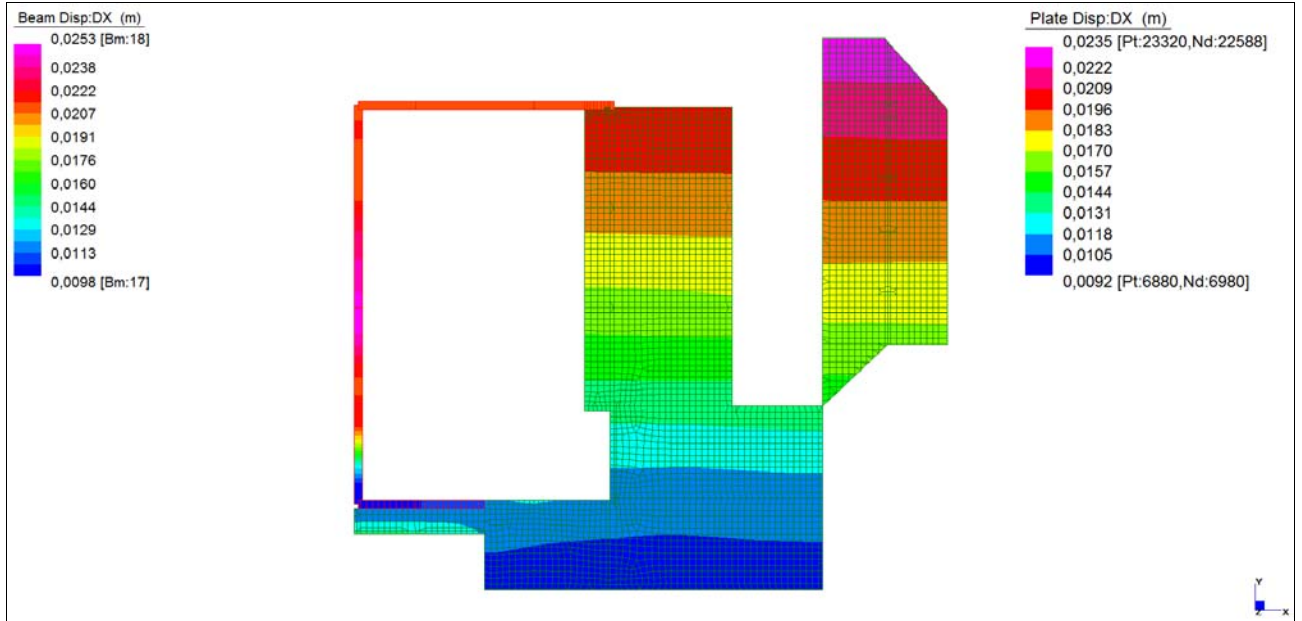
*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 680*



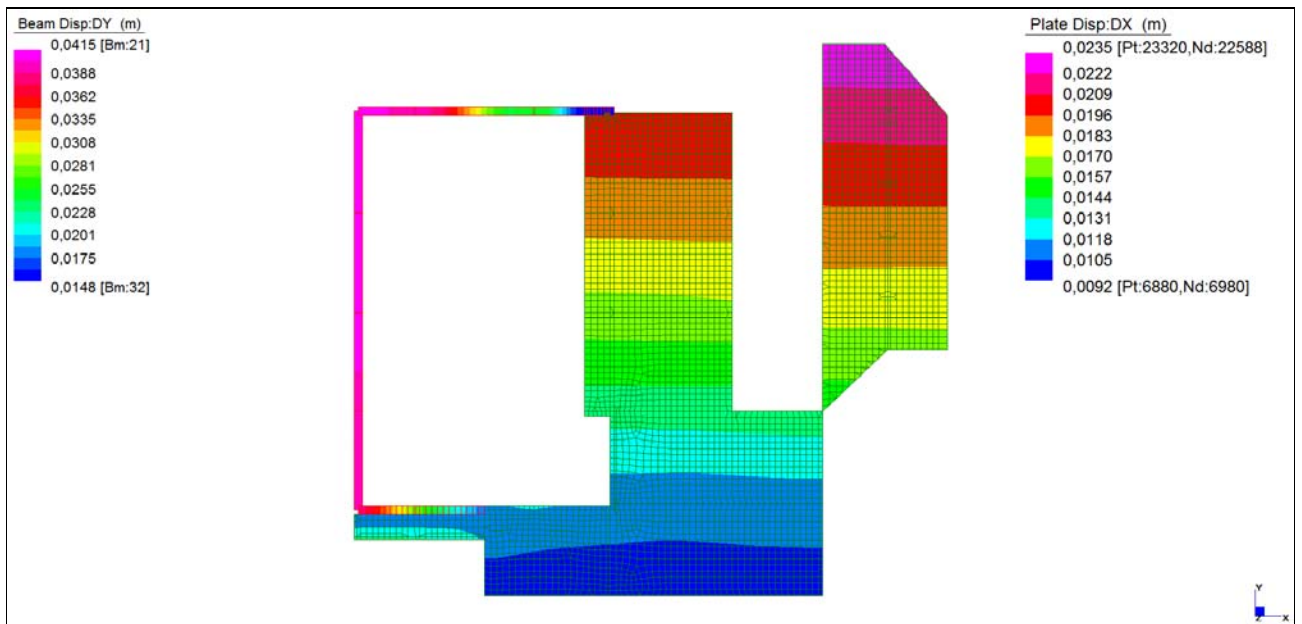
*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 680*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



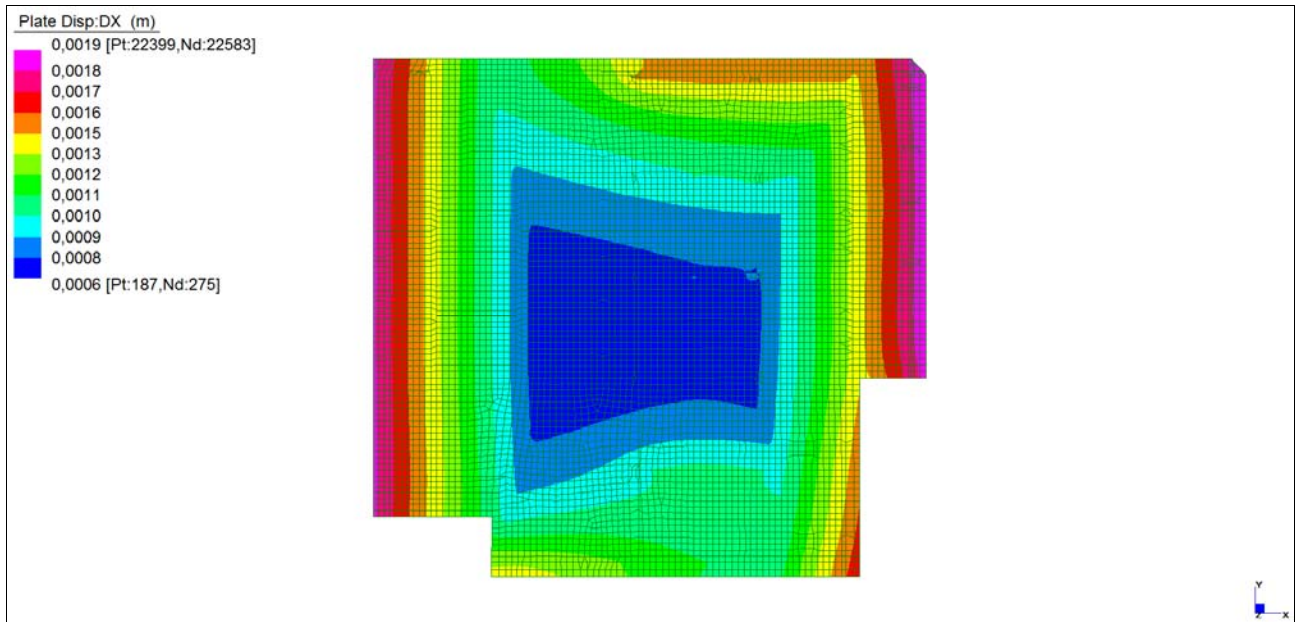
*Spostamenti DX – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 675*



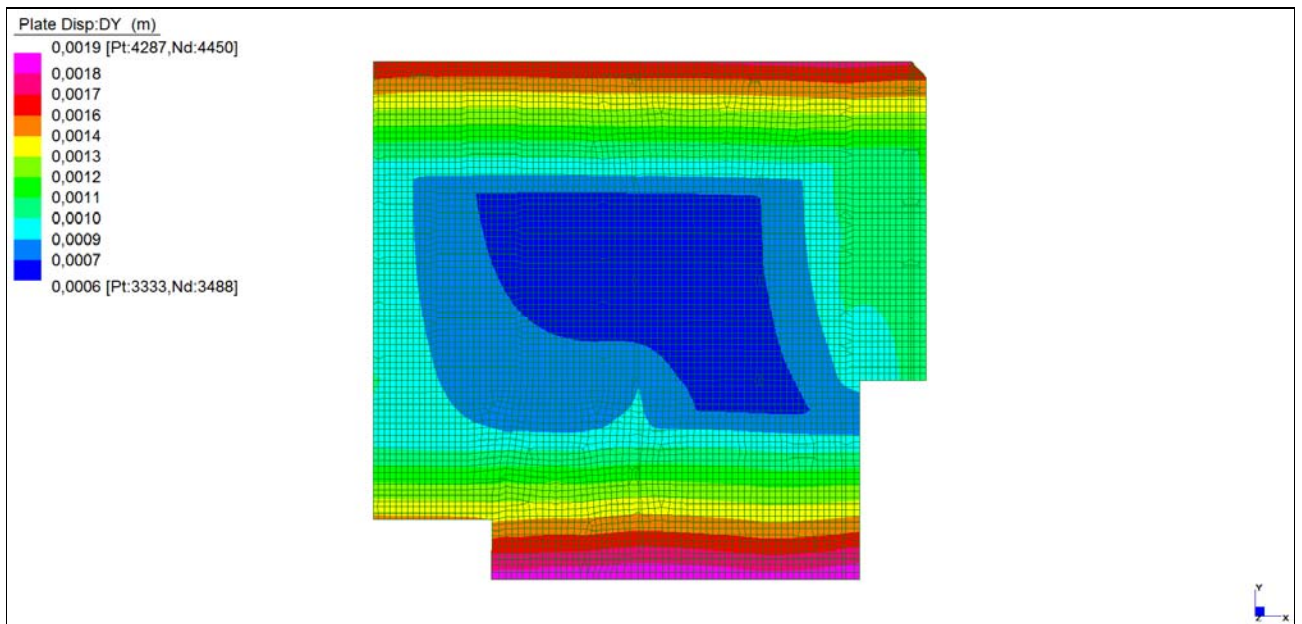
*Spostamenti DY – Involuppo assoluto SLV q=1 – Livello 675*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Spostamenti DX – Inviluppo assoluto SLV  $q=1$  – Platea*

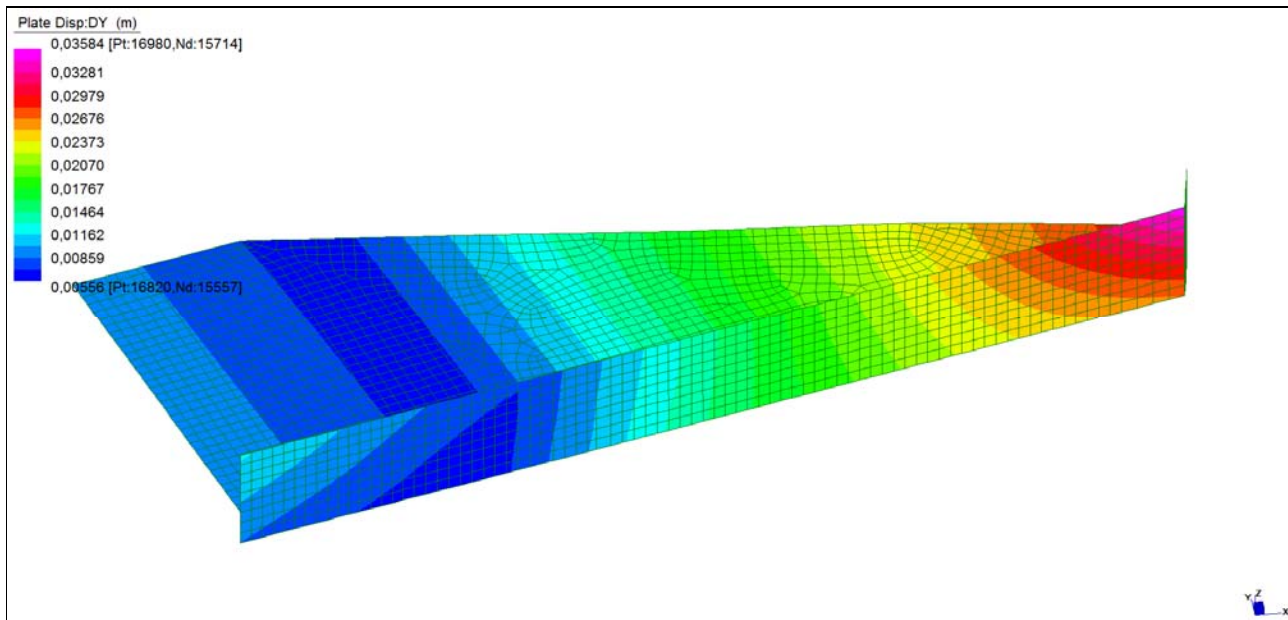


*Spostamenti DY – Inviluppo assoluto SLV  $q=1$  - Platea*

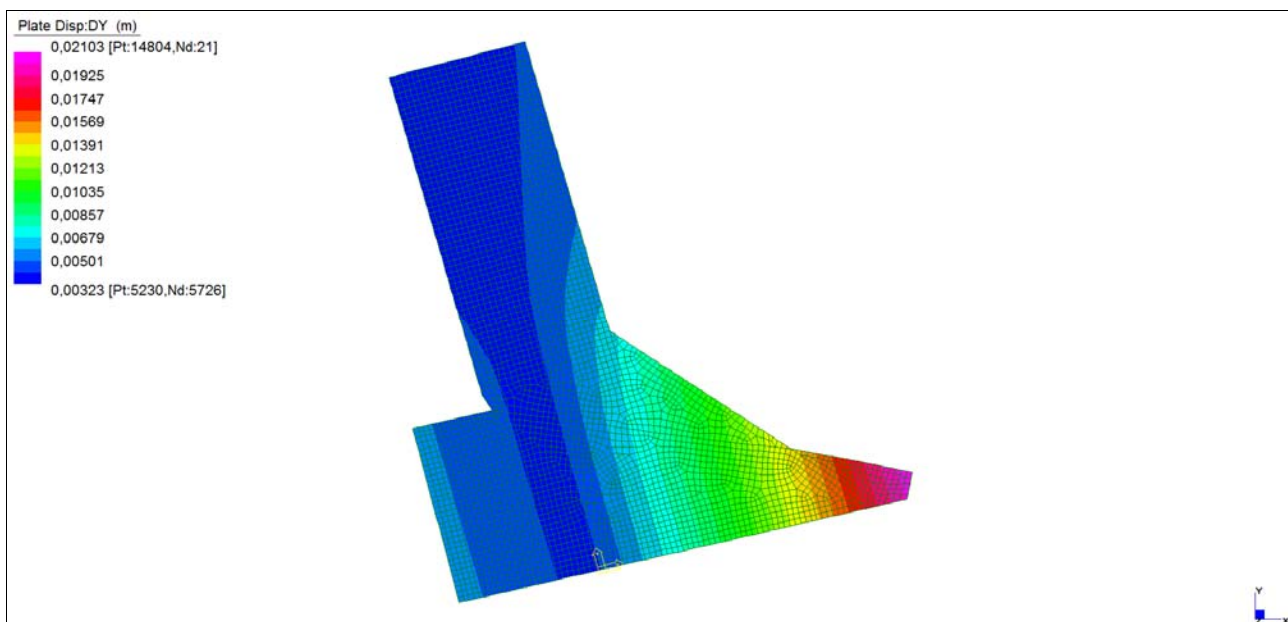
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**RACCORDO 1**



*Spostamenti DY\* (perpendicolare) – Involuppo assoluto SLV q=1 – livello 683*

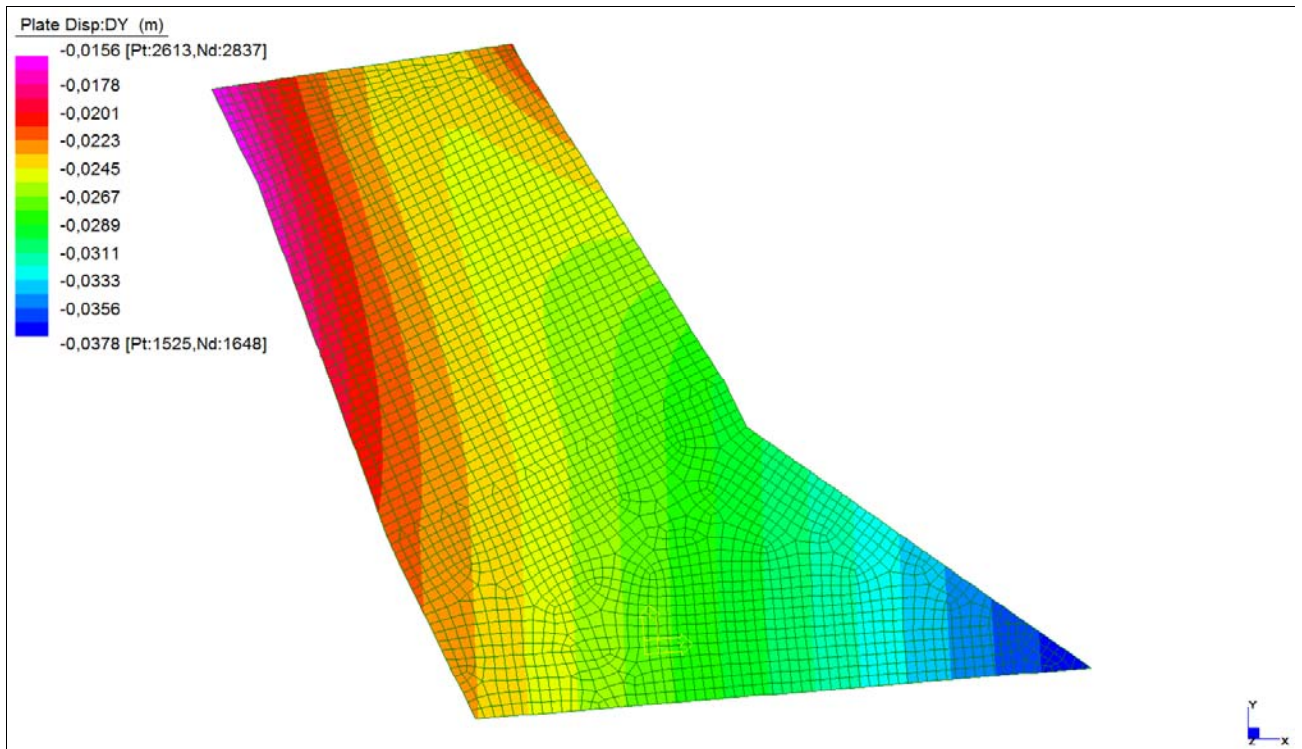


*Spostamenti DY\* (perpendicolare) – Involuppo assoluto SLV q=1 – livello 680*

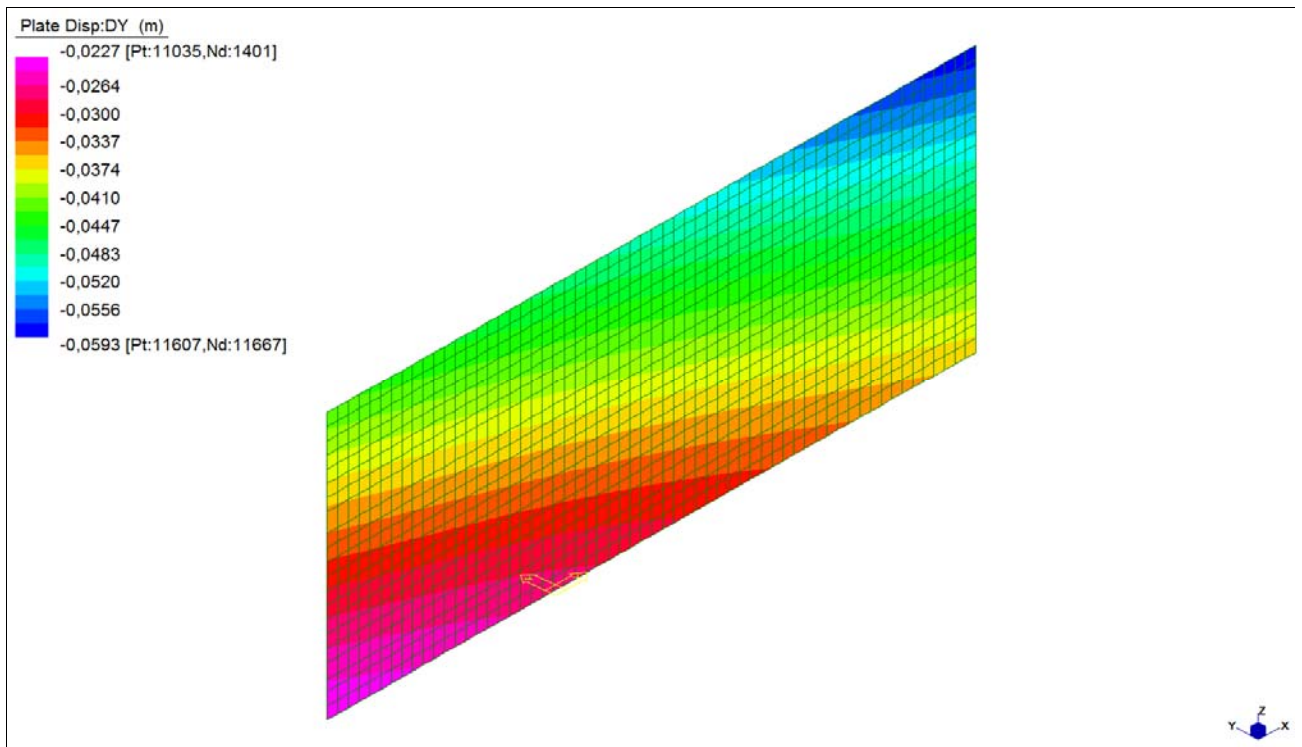
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**RACCORDO 2**



*Spostamenti DY (perpendicolare) – Involuppo assoluto SLV q=1 – livello 675*



*Spostamenti DY (perpendicolare) – Involuppo assoluto SLV q=1 – livello 680*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Nelle tabelle sottostanti gli spostamenti misurati sono stati confrontati con la larghezza del giunto presente.

*Giunto direzione YY*

Blocco	A	B	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DX	DX	DX		
	mm	mm	mm	mm	
livello 680	27,6	17,7	45,3	50	Si

*Tabella verifica a martellamento giunto (S.L.V.)\_ Blocco A - Blocco B\_Dir. YY*

*Giunto direzione 45°*

Blocco	A	A	$\sqrt{Dx^2+Dy^2}$
Spostamento	DX	DY	DXY
	mm	mm	mm
livello 680	20,8	18,5	27,8

Blocco	B	B	$\sqrt{Dx^2+Dy^2}$
Spostamento	DX	DY	DXY
	mm	mm	mm
livello 680	11,7	11,4	16,3

TOTALE	GIUNTO	Verifica
mm	mm	
44,2	50	Si

*Tabella verifica a martellamento giunto (S.L.V.)\_ Blocco A - Blocco B\_Dir. 45°*

*Giunto direzione YY*

Blocco	B	C	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DX	DX	DX		
	mm	mm	mm	mm	
livello 680	17,7	24,8	42,5	50	Si

Blocco	B	C	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DX	DX	DX		
	mm	mm	mm	mm	
livello 675	4,6	13,8	18,4	50	Si

*Tabella verifica a martellamento giunto (S.L.V.)\_ Blocco B - Blocco C*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

*Giunto direzione YY*

Blocco	C	D	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DX	DX	DX		
	mm	mm	mm	mm	
livello 680	24,8	30,8	55,6	60	Sì

Blocco	C	D	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DX	DX	DX		
	mm	mm	mm	mm	
livello 675	13,8	25,3	39,1	60	Sì

*Tabella verifica a martellamento giunto (S.L.V.)\_ Blocco C - Blocco D*

Blocco	Raccordo 1	A	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DY*	DY*	DY*		
	mm	mm	mm	mm	
livello 683	26,7	40,0	66,7	80	Sì
livello 680	21,0	40,0	61,0	80	Sì

*Tabella verifica a martellamento giunto (S.L.V.)\_ Blocco A - Raccordo 1*

Blocco	Raccordo 2	B	TOTALE	GIUNTO	Verifica
Spostamento	DY*	DY	DY*		
	mm	mm	mm	mm	
livello 680	59,3	17,0	76,3	80	Sì
livello 675	37,8	22,0	59,8	80	Sì

*Tabella verifica a martellamento giunto (S.L.V.)\_ Blocco B - Raccordo 2*

Le verifiche di martellamento risultano soddisfatte.



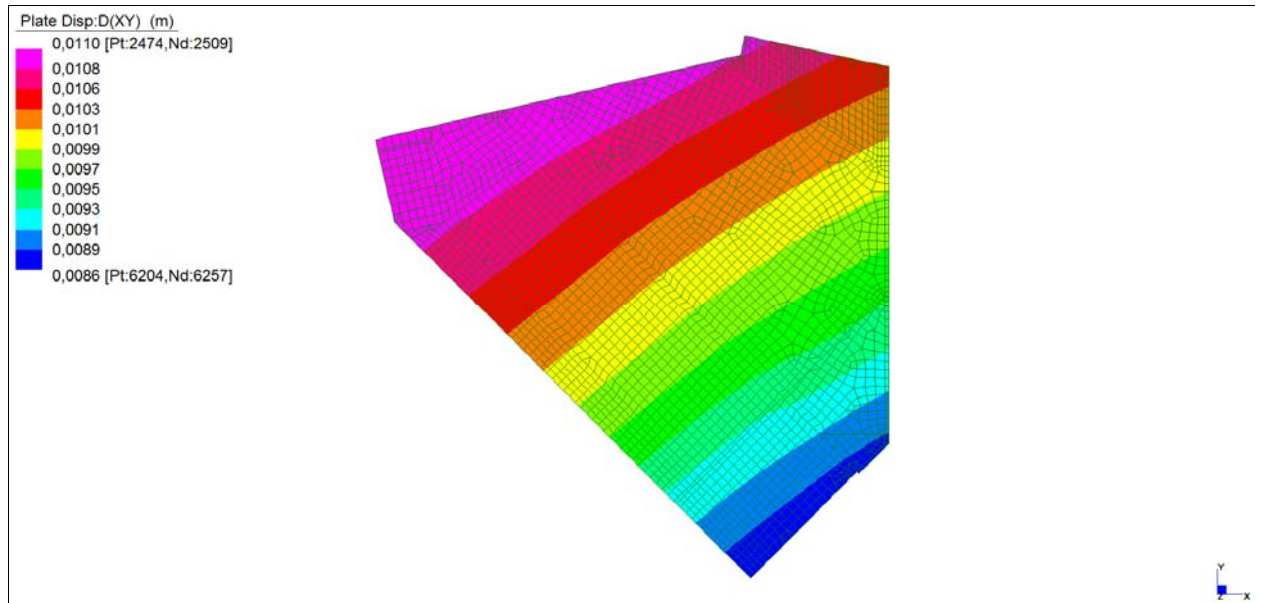
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 19. VERIFICHE SPOSTAMENTI D'INTERPIANO

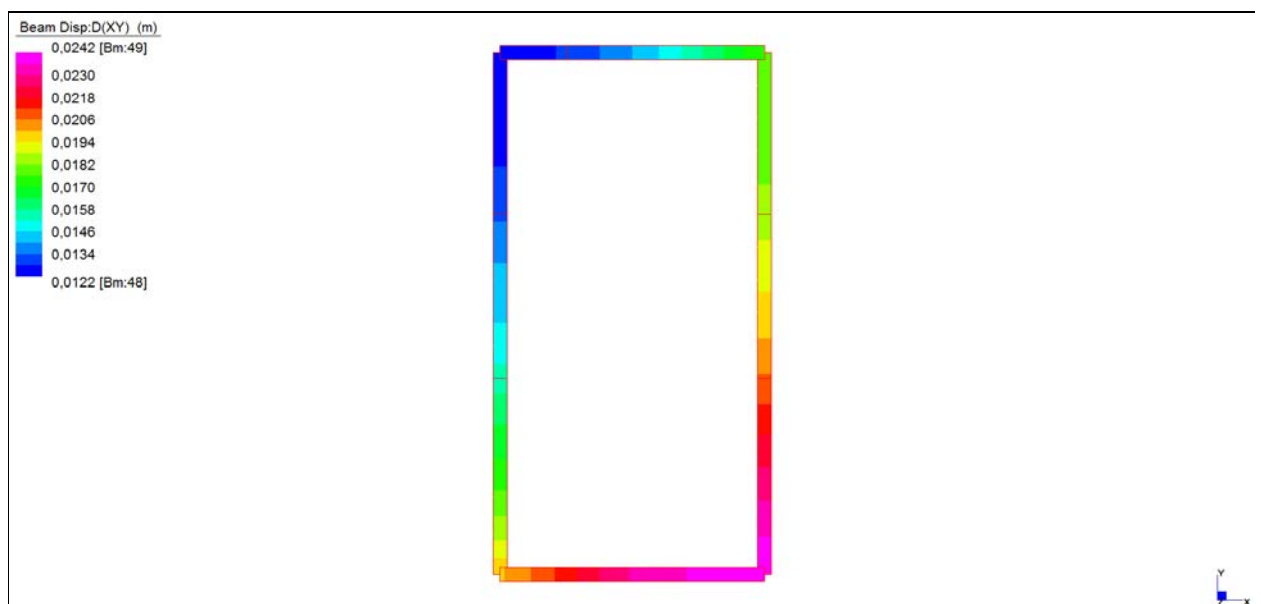
Sono stati analizzati gli spostamenti reciproci d'interpiano tra i vari orizzontamenti. Di seguito si riportano i grafici di spostamento.

### BLOCCO A



*Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO - Soletta quota 680m*

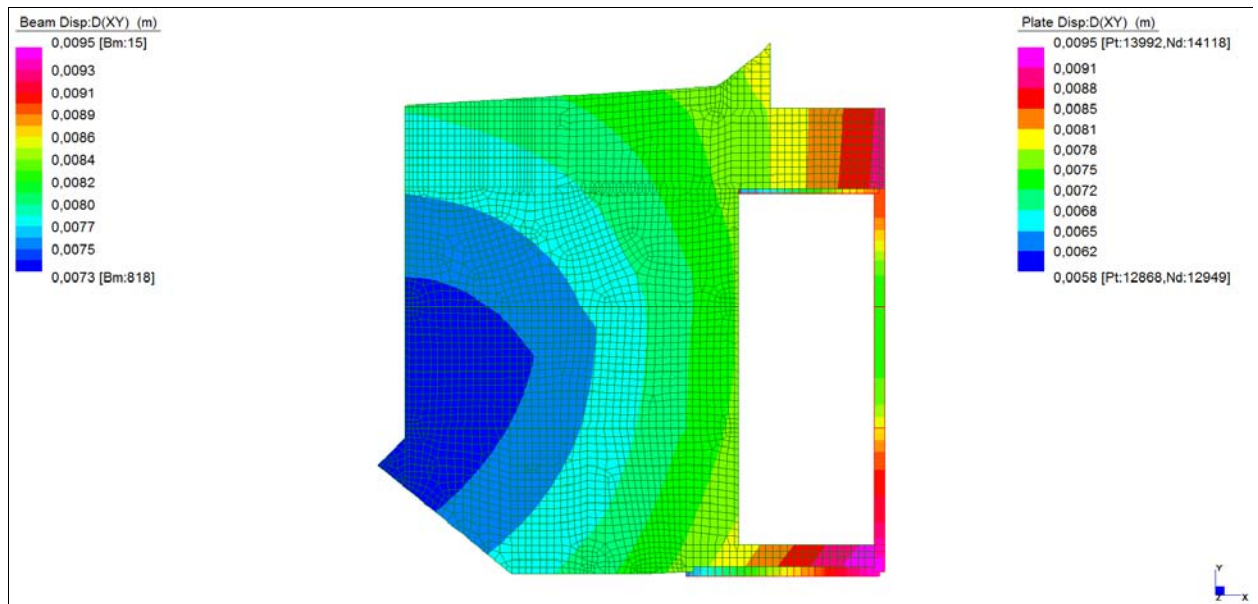
### BLOCCO B



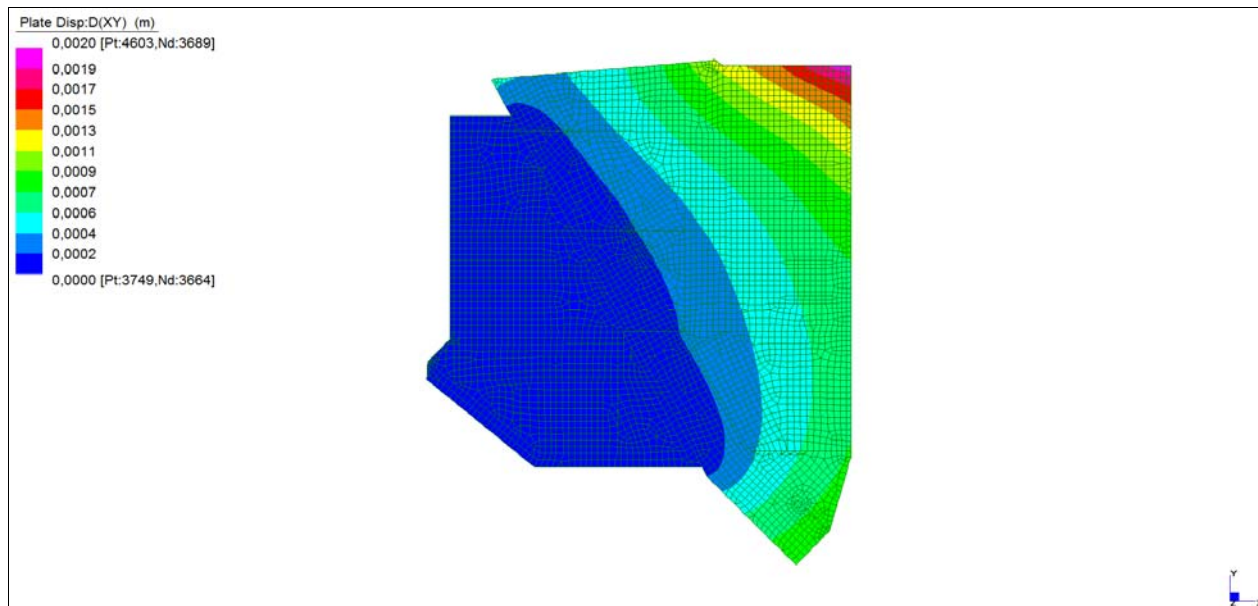
*Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO - Solaio quota 685m*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



*Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO - Soletta quota 680m*

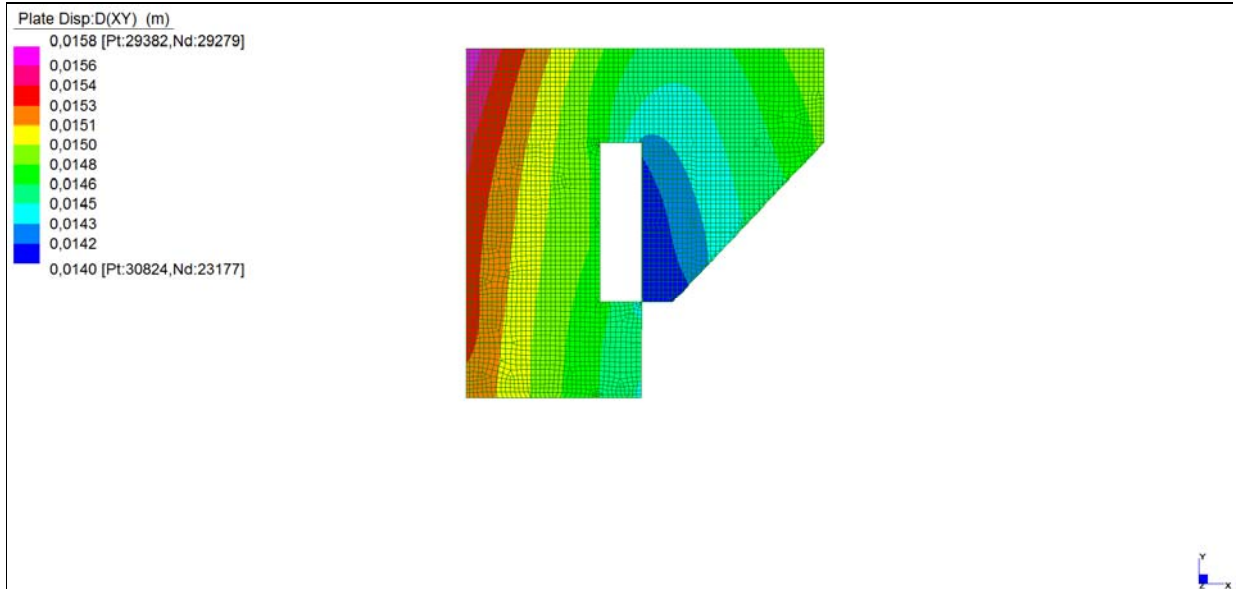


*Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO - Soletta quota 675m*

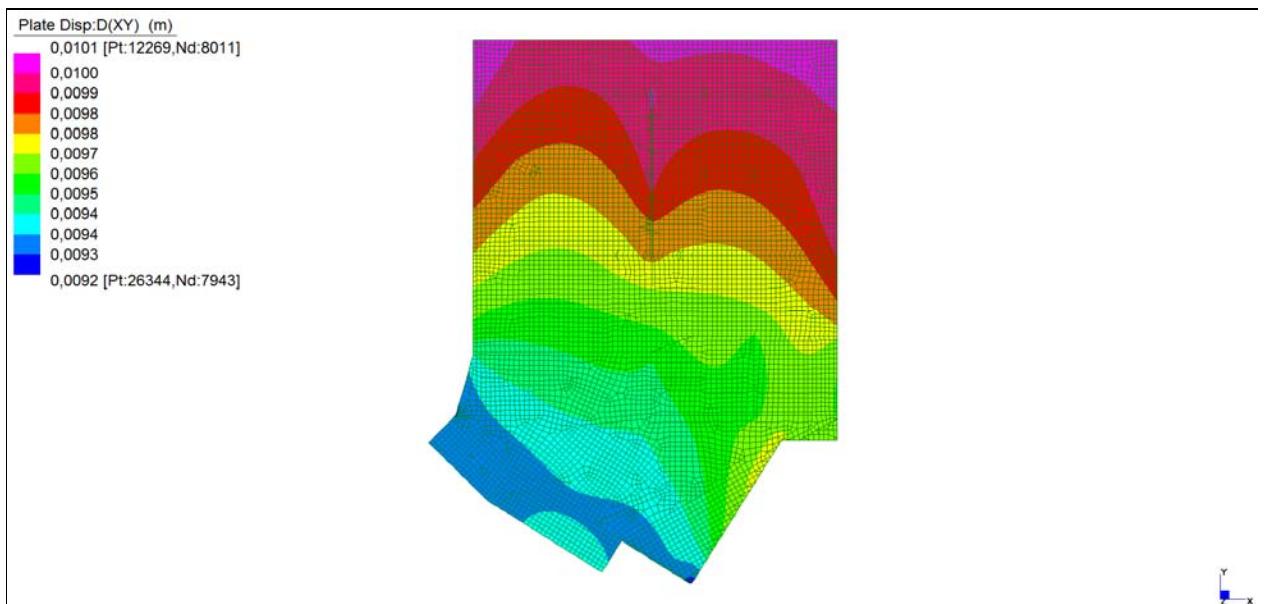
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO C**



*Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO – Soletta quota 680m*

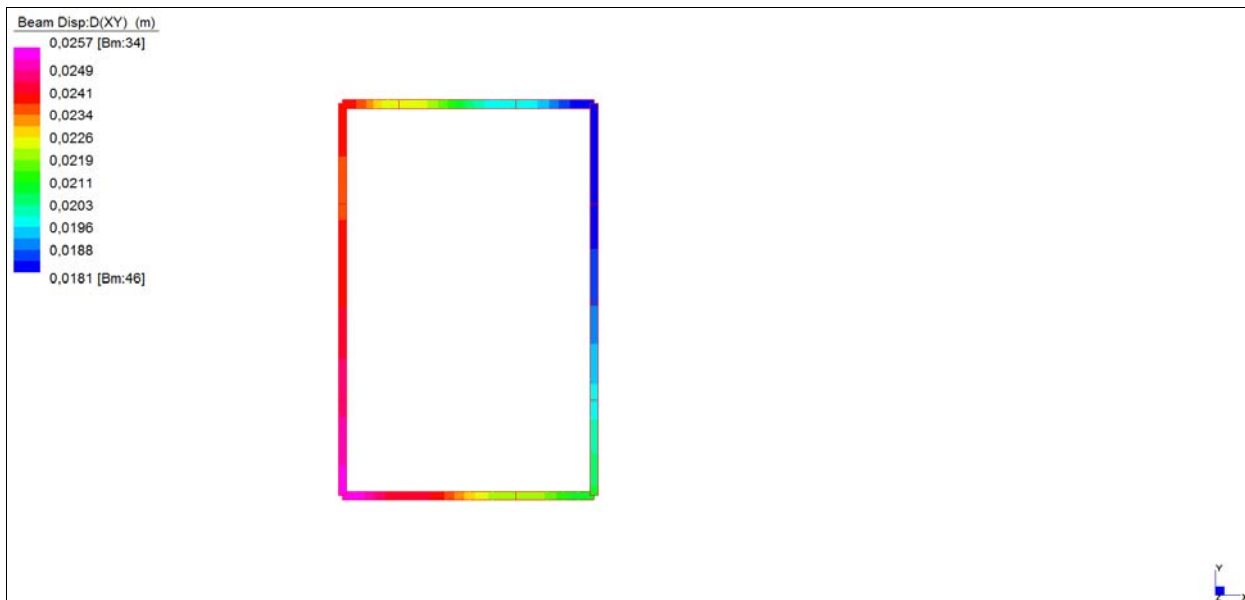


*Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO – Soletta quota 675m*

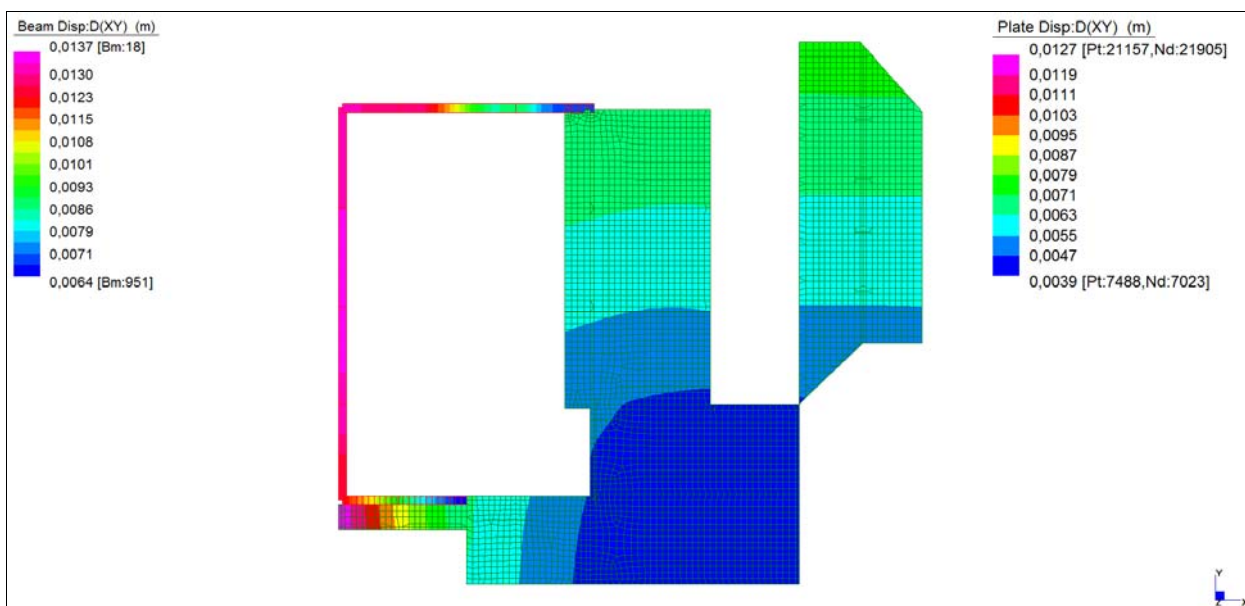
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO D**



*Spostamenti Dxy – Involuppo assoluto SLO – Solaio quota 682m*



*Spostamenti Dxy – Involuppo assoluto SLO – Soletta quota 675m*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Nelle tabelle sottostanti si riporta la verifica degli spostamenti d'interpiano:

<b>H</b>	<b>5,00</b>	m	
Dxy	0	mm	quota 675m
Dxy	11	mm	quota 680m
<b>Δ xy</b>	<b>11</b>	mm	
	<		
<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>17</b>	mm	2/3 * 0,005 H
<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>		

*Tabella verifica spostamento d'interpiano (S.L.O.)\_ Blocco A*

<b>H</b>	<b>7,20</b>	m		<b>H</b>	<b>5,00</b>	m		<b>H</b>	<b>5,66</b>	m	
Dxy	0	mm	quota 667m	Dxy	1	mm	quota 675m	Dxy	9	mm	quota 680m
Dxy	2	mm	quota 675m	Dxy	10	mm	quota 680m	Dxy	24	mm	quota 685m
<b>Δ xy</b>	<b>2</b>	mm		<b>Δ xy</b>	<b>9</b>	mm		<b>Δ xy</b>	<b>15</b>	mm	
	<				<				<		
<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>24</b>	mm	2/3 * 0,005 H	<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>17</b>	mm	2/3 * 0,005 H	<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>19</b>	mm	2/3 * 0,005 H
<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>			<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>			<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>		

*Tabella verifica spostamento d'interpiano (S.L.O.)\_ Blocco B*

<b>H</b>	<b>7,20</b>	m		<b>H</b>	<b>5,00</b>	m	
Dxy	0	mm	quota 667m	Dxy	10	mm	quota 675m
Dxy	10	mm	quota 675m	Dxy	16	mm	quota 680m
<b>Δ xy</b>	<b>10</b>	mm		<b>Δ xy</b>	<b>6</b>	mm	
	<				<		
<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>24</b>	mm	2/3 * 0,005 H	<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>17</b>	mm	2/3 * 0,005 H
<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>			<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>		

*Tabella verifica spostamento d'interpiano (S.L.O.)\_ Blocco C*

<b>H</b>	<b>7,20</b>	m		<b>H</b>	<b>7,00</b>	m	
Dxy	0	mm	quota 667m	Dxy	12	mm	quota 675m
Dxy	14	mm	quota 675m	Dxy	26	mm	quota 682m
<b>Δ xy</b>	<b>14</b>	mm		<b>Δ xy</b>	<b>13</b>	mm	
	<				<		
<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>24</b>	mm	2/3 * 0,005 H	<b>d<sub>r,limite</sub></b>	<b>23</b>	mm	2/3 * 0,005 H
<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>			<b>Verifica</b>	<b>Sì</b>		

*Tabella verifica spostamento d'interpiano (S.L.O.)\_ Blocco D*

Le verifiche risultano soddisfatte.

## 20. VERIFICHE GEOTECNICHE

### 20.1 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

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

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

$$\text{per } \phi = 0 \quad b_c = 1 - \frac{2 \eta}{\pi + 2}$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$b_q = (1 - \eta \operatorname{tg} \phi)^2$$

$$b_\gamma = b_q$$



### 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:

$$H < V \operatorname{tg} \delta + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

## 20.2 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.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

20.3 PLATEA (+667,95 m)

**PREMESSA**

E' stata analizzata la platea di fondazione (a quota +667,95 m) avente spessore pari a 90 cm. Dato il suo particolare sviluppo in pianta, è stata modellata, ragionando a favore di sicurezza, semplificandola ad una fondazione a base rettangolare di dimensioni: 45,50 m di base e 100,00 m di altezza. Nel suo baricentro sono state applicate le risultanti dei carichi che provocano i massimi cedimenti.

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	45,50	100,00	0,90	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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

### 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 uniassiale delle rocce

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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 (SLU)

<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	673862,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

Condizione n° 2 (Rara)

<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	504120,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

**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

	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
SLU	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLE Rara - Approccio 2

	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
Rara	1.00	1.00	1.00

## 20.4 Verifica a capacità portante (+667,95 m)

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Combinazione n° 1 SLU

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 39,40$	[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	$B' = B - 2 e_x = 45,50$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 100,00$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,27$	$s_q = 1,14$	$s_\gamma = 1,14$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,01$	$d_q = 1,01$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 379 + 7655 = 8033 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 3493 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 36550556,1391 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 15891546,1474 \text{ [kN]}$$

$$V = 673862,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 365505561391 / 68713708,14 = 54,24$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 106,48$$

La verifica a capacità portante della platea risulta soddisfatta.



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 20.5 Verifica cedimenti (+667,95 m)

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 impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale impostata 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>
2	2,94	3,11	50,40	0,00	0,00
2	0,34	0,51	50,40	-22,75	-50,00
2	0,34	0,51	50,40	22,75	-50,00
2	0,34	0,51	50,40	22,75	50,00
2	0,34	0,51	50,40	-22,75	50,00

### Cedimento dei singoli strati

*Simbologia adottata*

<i>Strato</i>	Identificativo dello strato
<i>Terreno</i>	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° 2) RARA

<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	49,50	2,9402	3,1093
<b>Totale</b>		<b>49,50</b>	<b>2,9402</b>	<b>3,1093</b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

NOTA: si sottolinea che, a favore di sicurezza, non è stato tenuto in conto del concetto di fondazione compensata che ridurrebbe sensibilmente i cedimenti (affondamento medio del piano di posa di circa 5 m).

### 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° 2) RARA

$n^{\circ}$	$z$	$\Delta H$	$\Delta\sigma_v$	$E$	$\Delta w$
1	-2,55	3,30	111	100000	-0,0858
2	-5,85	3,30	110	100000	0,0929
3	-9,15	3,30	109	100000	0,2214
4	-12,45	3,30	106	100000	0,2580
5	-15,75	3,30	102	100000	0,2668
6	-19,05	3,30	97	100000	0,2657
7	-22,35	3,30	91	100000	0,2593
8	-25,65	3,30	86	100000	0,2498
9	-28,95	3,30	80	100000	0,2385
10	-32,25	3,30	75	100000	0,2262
11	-35,55	3,30	69	100000	0,2136
12	-38,85	3,30	65	100000	0,2011
13	-42,15	3,30	60	100000	0,1890
14	-45,45	3,30	56	100000	0,1773
15	-48,75	3,30	52	100000	0,1663
<b>Totale</b>		<b>49,50</b>			<b>2,9402</b>

La verifica dei cedimenti della platea risulta soddisfatta.

## 20.6 PLATEA (+675,05 m)

### PREMESSA

E' stata analizzata la platea di fondazione (a quota +675,05 m) avente spessore pari a 70 cm. Dato il suo particolare sviluppo in pianta, è stata modellata, ragionando a favore di sicurezza, semplificandola ad una fondazione a base rettangolare di dimensioni: 27,00m di base e 35,00 m di altezza. Nel suo baricentro sono state applicate 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*

*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	27,00	35,00	0,70	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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

### 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 uniassiale delle rocce

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**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

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

### 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>M<sub>x</sub></i>	Momento in direzione X espressa in [kNm]
<i>M<sub>y</sub></i>	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
<i>e<sub>x</sub></i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>e<sub>y</sub></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 (SLU)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>M<sub>x</sub></b>	<b>M<sub>y</sub></b>	<b>e<sub>x</sub></b>	<b>e<sub>y</sub></b>	<b>β</b>	<b>T</b>
Fondazione	123169,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

#### Condizione n° 2 (Rara)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>M<sub>x</sub></b>	<b>M<sub>y</sub></b>	<b>e<sub>x</sub></b>	<b>e<sub>y</sub></b>	<b>β</b>	<b>T</b>
Fondazione	92767,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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>
SLU	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 2 SLE Rara - Approccio 2

	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>C</b>
Rara	1.00	1.00	1.00

## 20.7 Verifica a capacità portante (+675,05 m)

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 du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Combinazione n° 1 SLU

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 23,38$	[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	$B' = B - 2 e_x = 27,00$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 35,00$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,46$	$s_q = 1,23$	$s_\gamma = 1,23$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,01$	$d_q = 1,01$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 320 + 5344 = 5663 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 2462 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 5351810,5547 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 2326874,1542 \text{ [kN]}$$

$$V = 123169,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 53518105547 / 12559542,93 = 43,45$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 83,21$$

La verifica a capacità portante della platea risulta soddisfatta.



## 20.8 Verifica cedimenti (+675,05 m)

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 impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale impostata 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>
2	1,61	1,57	32,00	0,00	0,00
2	0,30	0,36	32,00	-13,50	-17,50
2	0,30	0,36	32,00	13,50	-17,50
2	0,30	0,36	32,00	13,50	17,50
2	0,30	0,36	32,00	-13,50	17,50

### Cedimento dei singoli strati

*Simbologia adottata*

<i>Strato</i>	Identificativo dello strato
<i>Terreno</i>	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° 2) RARA

<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	31,30	1,6127	1,5695
<b>Totale</b>		<b>31,30</b>	<b>1,6127</b>	<b>1,5695</b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

NOTA: si sottolinea che, a favore di sicurezza, non è stato tenuto in conto del concetto di fondazione compensata che ridurrebbe sensibilmente i cedimenti (affondamento medio del piano di posa di circa 5 m).

**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° 2) RARA

$n^{\circ}$	$z$	$\Delta H$	$\Delta\sigma_v$	$E$	$\Delta w$
1	-1,74	2,09	98	100000	-0,0351
2	-3,83	2,09	98	100000	0,1206
3	-5,92	2,09	95	100000	0,1460
4	-8,00	2,09	92	100000	0,1526
5	-10,09	2,09	87	100000	0,1526
6	-12,18	2,09	80	100000	0,1480
7	-14,26	2,09	74	100000	0,1404
8	-16,35	2,09	67	100000	0,1310
9	-18,44	2,09	61	100000	0,1210
10	-20,52	2,09	55	100000	0,1109
11	-22,61	2,09	50	100000	0,1013
12	-24,70	2,09	45	100000	0,0924
13	-26,78	2,09	41	100000	0,0842
14	-28,87	2,09	37	100000	0,0767
15	-30,96	2,09	33	100000	0,0700
<b>Totale</b>		<b>31,30</b>			<b>1,6127</b>

La verifica dei cedimenti della platea è soddisfatta.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

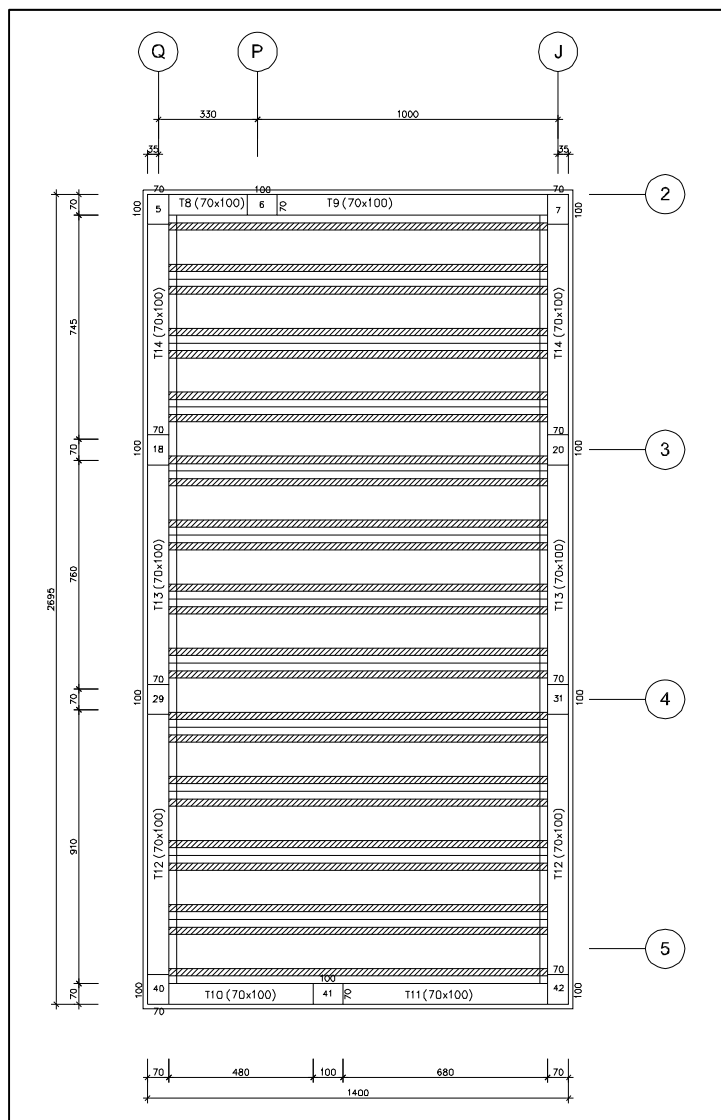
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 21. VERIFICA TRAVI CAP (12,60m)

### 21.1 Oggetto della relazione

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.

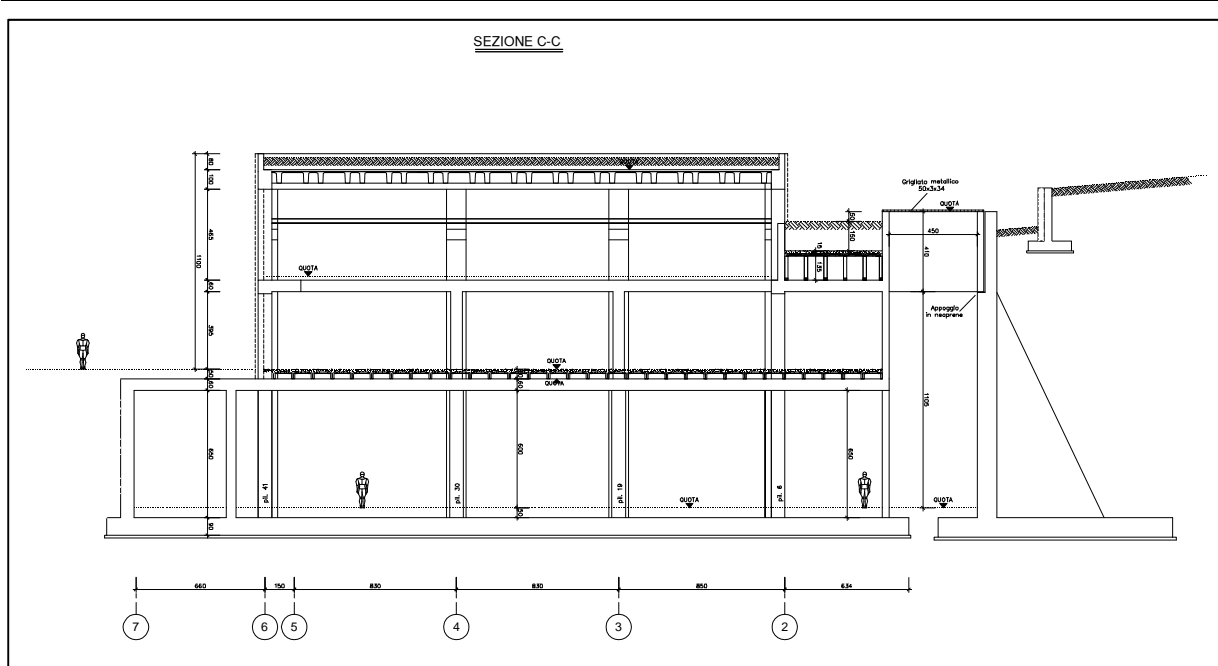
La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.



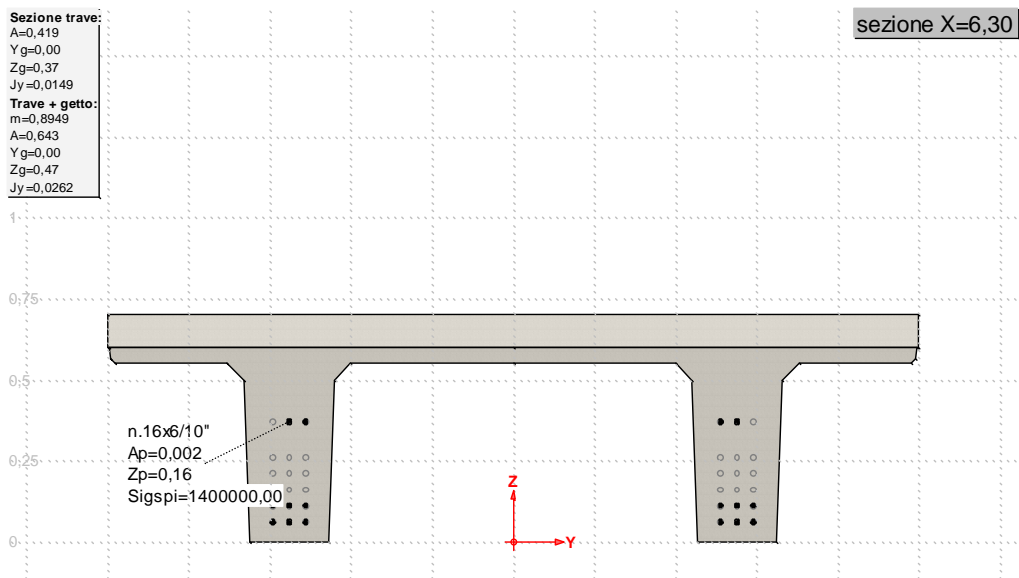
**Pianta solaio +685,75**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Sezione trasversale solaio



Sez. trasversale in mezzeria trave precompressa L=12,60m – n° totale trefoli=16

La sezione è caratterizzata da 16 trefoli di cui 4 inguainati nella parte terminale in prossimità degli appoggi. I trefoli hanno diametro 6/10" ( $A_p=139 \text{ mm}^2$ ) e sono tesati ad una tensione iniziale pari a  $1.400 \text{ N/mm}^2$  (precompressione totale sull'elemento pari a  $3.114 \text{ kN}$ )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

## 21.2 Normative, convenzioni ed ipotesi di base

### Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.

I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione. Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

### Normativa

Sono rispettate le seguenti normative:

- Legge 05/11/1971 n. 1086: *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- D.M. 14/01/2008: *Norme tecniche per le costruzioni - NTC 2008*

### Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[DEG]

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] ( = 25.4 [mm] ).

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

### 21.3 Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.

La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale. Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

#### Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. alfa 8.32 - 04/2014 sviluppato da SIGMAc SOFT - Padova.

Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/3.0 09/11 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT

Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 – SIGMAcSOFT

### 21.4 Dati geometrici

#### *Schemi statici*

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante. Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprio ed a quello del getto eseguito in opera.

SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 0,00

Sbalzo destro = 0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Pila 1	0,00	
2	Pila 2	12,60	12,60

**Armature trave prefabbricata**

**Armature di precompressione pretesate**

Trefoli

trefoli :	6/10"	
area trefolo =	139,000	[mm <sup>2</sup> ]
acciaio :	prec.fpk=1860	
tensione di tesatura =	1400000,00	[KN/m <sup>2</sup> ]
area totale A <sub>p</sub> =	0,002	[m <sup>2</sup> ]
precompressione totale N <sub>p</sub> =	3113,60	[KN]
quota baricentro Z <sub>g,p</sub> =	0,16	[m]

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
0,06	6	4	1,00
0,11	6		
0,16			
0,21			
0,26			
0,37	4		
N. trefoli=	16	L tot guaine=	4,00

**Armatura lenta**

Armatura trasversale :

pos.		armatura	x iniziale	x finale	
P1-S1		4Ø12/0,20	0,00	1,60	trave+colleg. con soletta
P1-S1	(simmetrica)		11,00	12,60	
P1-S2		4Ø12/0,30	1,60	11,00	trave+colleg. con soletta

armatura longit. appoggio :

n. barre	Ø	lunghezza	quota z
6	20	2,00	0,05

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 21.5 Materiali

In questo paragrafo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

### Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	55000,00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	55000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,500
modulo elastico	36416000,00
peso specifico	25,0000
ritiro totale	-0,00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25,5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25,5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2,300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	$f_{ck}$	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 55000,00 = 45650,00$	KN/m <sup>2</sup>
al taglio dei trefoli	$f_{ckj}$	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 55000,00 = 45650,00$	KN/m <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	$f_{cd}$	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 45650,00 / 1,5 = 25868,33$	KN/m <sup>2</sup>
al taglio dei trefoli	$f_{cdj}$	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ckj} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 45650,00 / 1,5 = 25868,33$	KN/m <sup>2</sup>

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :

$$f_{cd} = 25868,33 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	$f_{ct}$	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3831,91 / 1.2 = 3193,26$
al taglio dei trefoli	$f_{ctj}$	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 3831,91 / 1.2 = 3193,26$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

$\sigma_{cj}$	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	$= 31955,00$	KN/m <sup>2</sup>
---------------	------------------------	--------------	-------------------



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

a cadute avvenute :

$\sigma_c$	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 27390,00	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c$	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 20542,50	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. quasi permanente)

**Calcestruzzo gettato in opera**

Calcestruzzo	C28/35
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	35000,00
coefficiente sicurezza del materiale	1,5
modulo elastico	32588000,00
peso specifico	25,0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0,895

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	$f_{ck}$	= $0.83 \cdot R_{ck}$	= $0.83 \cdot 35000,00 = 29050,00$	KN/m <sup>2</sup>
------------------	----------	-----------------------	------------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	$f_{cd}$	= $\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= $0.85 \cdot 29050,00 / 1,5 = 16461,67$	KN/m <sup>2</sup>
------------------	----------	---	--	-------------------

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 16461,67$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	$f_{ct}$	= $f_{ctm} / 1.2$	= $2834,99 / 1.2 = 2362,49$
------------------	----------	-------------------	-----------------------------

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$\sigma_c$	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 17430,00	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c$	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 13072,50	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. quasi permanente)

**Acciaio per c.a.p.**

Acciaio prec.  $f_{pk}=1860$  :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000,00
Modulo elastico	195000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6
coefficiente di sicurezza	1,15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41,4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25,9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32,7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

$\sigma_{spi}$	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	= $0.80 \cdot 1841400,00 = 1473120,00$	KN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{spi}$	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	= $0.90 \cdot 1674000,00 = 1506600,00$	KN/m <sup>2</sup>

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a  $0.05 f_{p(1)k}$ .

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

$\sigma_{sp}$	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	1339200,00	KN/m <sup>2</sup>
---------------	-----------------------------	------------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{ptd}$	$= f_{p(1)k} / \gamma_s$	$= 1674000,00 / 1,15 = 1455652,17$	KN/m <sup>2</sup>
-----------	--------------------------	------------------------------------	-------------------

**Acciaio per armatura lenta**

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento $f_{yk}$	450000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,15
modulo elastico	210000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

$\sigma_s$	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 450000,00 = 360000,00$	KN/m <sup>2</sup>
------------	--------------------------	--------------------------------------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{yd}$	$= f_{yk} / \gamma_s$	$= 450000,00 / 1,15 = 391304,35$	KN/m <sup>2</sup>
----------	-----------------------	----------------------------------	-------------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 21.6 Cadute di tensione

### Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.

Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione  $\Delta\sigma_{pr}$  per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot [0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1\mu} \cdot (t/1000)^{0.75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

- $\sigma_{pi}$  è la tensione iniziale nel cavo;
- $\rho_{1000}$  è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza  $f_p$  del campione provato:

Acciaio	classe	$\rho_{1000}$
1	2	2.5

- $\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$ ;
- $f_{pk}$  è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
- t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore. Si ottiene così:

Armatura	classe	$\mu$	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0,760	0,051	5,10%

### Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

$$\begin{aligned} \text{prefabbricati } \varepsilon_{cs1} &= -0,00030 \\ \text{getto in opera } \varepsilon_{cs2} &= -0,00030 \end{aligned}$$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$		
Trave 1 - gruppo 1	-0,00030·195000000,00=	-58500,00	4,18%

### Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$$\phi_{inf,1} = 2,3 \quad (\text{cavi pretesi nei prefabbricati})$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione**

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41,40	25,50	0,00
dal taglio trefoli al getto in opera	25,90	25,50	33,00
dal getto in opera a tempo infinito	32,70	49,00	67,00

**21.7 Stati limite di esercizio**

**Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo**

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

**PRIMA FASE**

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto in opera
- c) subito dopo il getto in opera

**SECONDA FASE**

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:

- G<sub>1</sub> = permanenti strutturali
- G<sub>2</sub> = permanenti non strutturali
- P = precompressione
- Q = azioni variabili

**Stato limite di fessurazione travi prefabbricate**

Per garantire la durabilità della struttura il calcolo di verifica tensionale agli Stati Limite di esercizio viene condotto con opportune limitazioni che preservano le travi principali da una eccessiva fessurazione.

A questo scopo, facendo riferimento alla normativa (tab. 4.1.IV) ed adottando le limitazioni relative alle armature *sensibili* nel caso di ambiente molto aggressivo, andrebbero verificate le seguenti condizioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	<nessuna verifica>	formazione fessure	decompressione

Per una maggiore tutela della durabilità dell'opera vengono invece rispettate nelle verifiche le seguenti limitazioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	formazione fessure	decompressione	<nessuna verifica>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
	$\sigma_{traz.} \leq f_{ctm}/1.2$		

**Stato Limite di deformazione**

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.

La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:

$$E_{travi} = 36416000,00$$

$$E_{soletta} = 32588000,00$$

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

$$\varphi_{inf} = 2,3$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0,5

Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

**Prima fase**

trave 1 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [DEG]	rotaz. testata destra [DEG]	freccia in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0,0020	0,25439	-0,25439	0,0165
al getto soletta	-0,0036	0,26295	-0,26295	0,0175
dopo maturazione	-0,0036	0,26352	-0,26352	0,0175

**Seconda fase**

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0,0000	0,0000	0,0000
Pila 2	0,0000	0,0000	-0,0010

Rotazioni in asse appoggi [DEG] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0,00000	0,00000	0,22681
Pila 2	0,00000	0,00000	-0,22681

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	6,30	0,0175	0,0175	0,0291	0,0192

## 21.8 Stati limite ultimi

### Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma  $\sigma$ - $\varepsilon$  parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).

Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.

Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione  $\varepsilon_{sp}$  dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

### Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot ((100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (\text{taglio ultimo in assenza di armatura trasversale})$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (\cotan \alpha + \cotan \theta) / (1 + \cotan^2 \theta) \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw} / s) \cdot f_{yd} \cdot (\cotan \alpha + \cotan \theta) \cdot \sin \alpha \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle staffe})$$

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cotan \theta / (1 + \cotan^2 \theta) \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw, parete} / s) \cdot f_{yd} \cdot \cotan \theta \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle staffe})$$

Dove:

d: altezza utile della sezione

$b_w$ : larghezza minima della sezione

$A_{sw}$ : area armatura trasversale nella sezione

$A_{sw, parete}$ : area armatura trasversale minima nelle pareti

s: passo staffe

$\alpha$ : inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])

$\theta$ : inclinazione bielle compresse in cls

$\alpha_c$ : coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale

$A_{sl}$ : area acciaio in zona tesa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_{cls}$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$$

$A_k$ : area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precomprese, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.

L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti**

Viene calcolato lo sforzo di scorrimento di progetto  $S_{Edi}$  tra il calcestruzzo delle travi prefabbricate e quello gettato in opera, e viene confrontato con quello ultimo di interfaccia  $S_{Rdi}$ , utilizzando le indicazioni della normativa EN1991-1-1-6.2.5

$$S_{Edi} = \beta \cdot V_{Ed}/z$$

in cui:

- $\beta$  è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata, assunto = 1.0
- $V_{Ed}$  è la forza di taglio trasversale di 2<sup>a</sup> fase
- $z$  è il braccio della coppia interna della sezione composta

$$S_{Rdi} = b_i \cdot (c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n) + A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot \mu \leq 0.5 \cdot b_i \cdot v \cdot f_{cd}$$

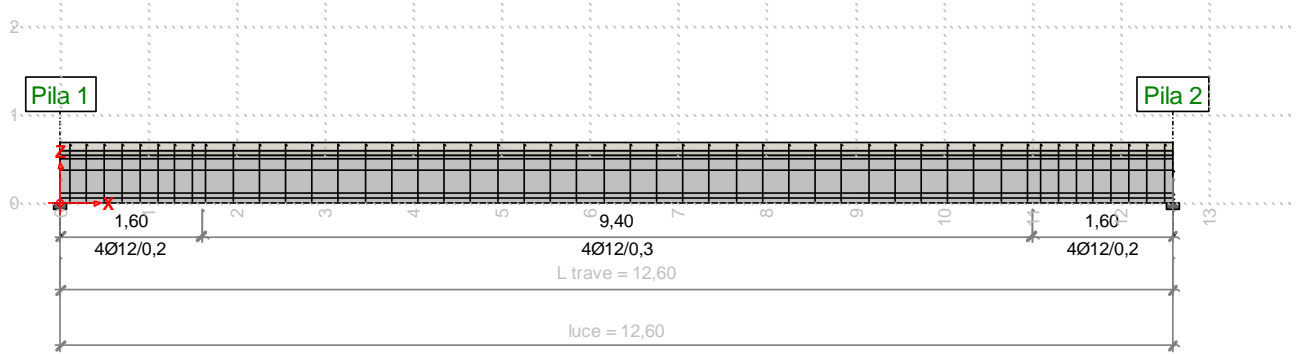
in cui:

Larghezza superficie contatto / spess. tot. anime	$b_i/b_w$	1,000	[-]
Fattore di coesione tra le superfici	$c$	0,350	[-]
Resistenza a trazione di progetto	$f_{ctd}$	2834,99	[KN/m <sup>2</sup> ]
Coefficiente di attrito tra le superfici	$\mu$	0,600	[-]
Compressione normale alle superfici di contatto	$\sigma_n$	140,00	[KN/m <sup>2</sup> ]
Area complessiva staffa di collegamento	$A_{sw}$	<variabile>	[m <sup>2</sup> ]
Passo staffe di collegamento	$s$	<variabile>	[m]
Resistenza calcestruzzo più debole	$f_{cd}$	16461,67	[KN/m <sup>2</sup> ]

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

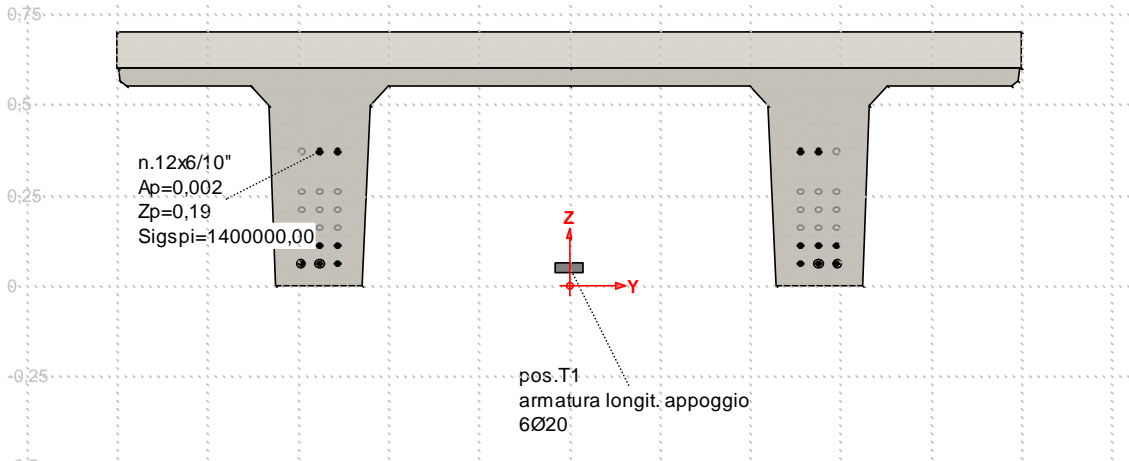
21.9 Diagrammi delle sollecitazioni



Sez. longitudinale trave precompressa L=12,60m

Sezione trave:  
 A=0,419  
 Yg=0,00  
 Zg=0,37  
 Jy=0,0149  
 Trave + getto:  
 m=0,8949  
 A=0,643  
 Yg=0,00  
 Zg=0,47  
 Jy=0,0262

sezione X=0,01

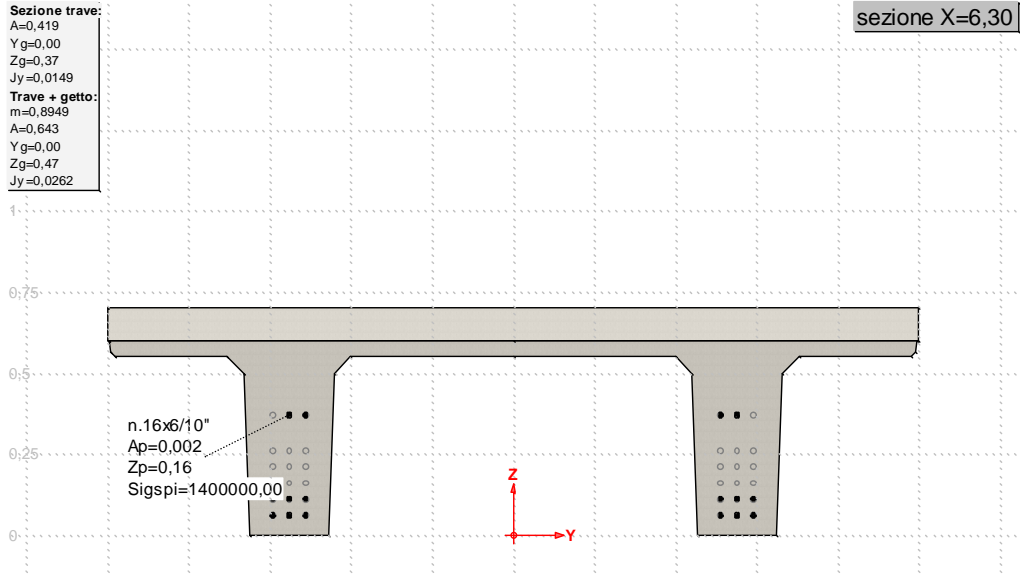


Sez. trasversale all'appoggio trave precompressa L=12,60m



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Sez. trasversale in mezzera trave precompressa L=12,60m

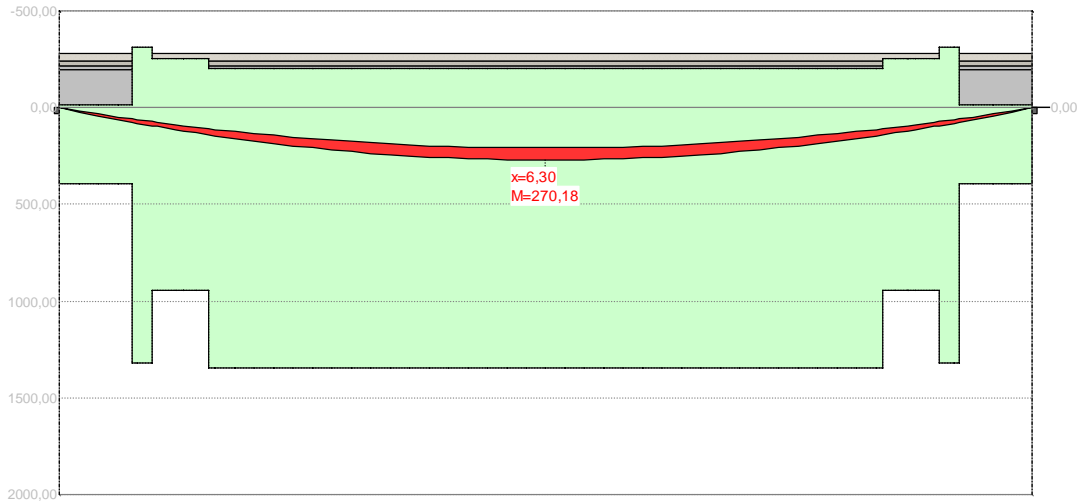


Grafico momento flettente (t=0 dopo taglio trefoli)

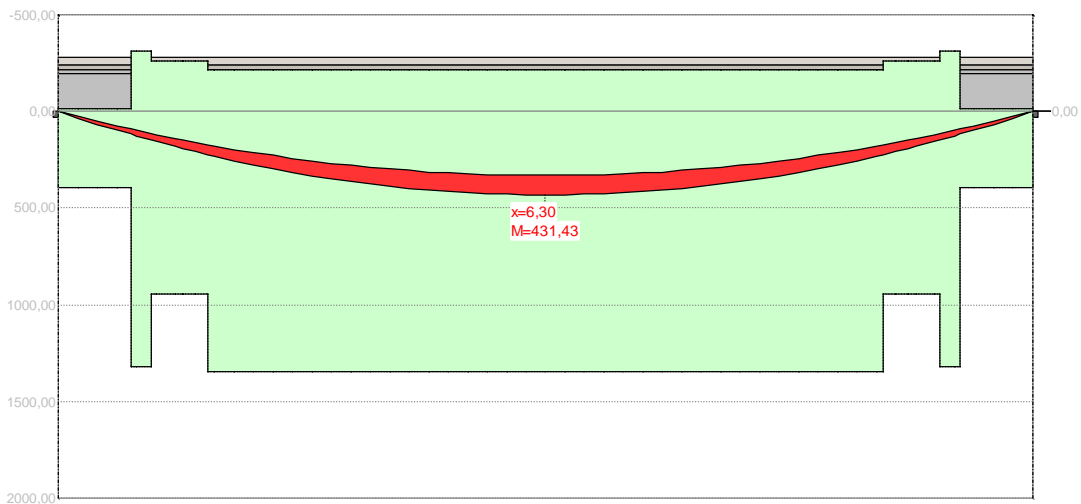


Grafico momento flettente (t=42gg dopo getto 2^fase)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

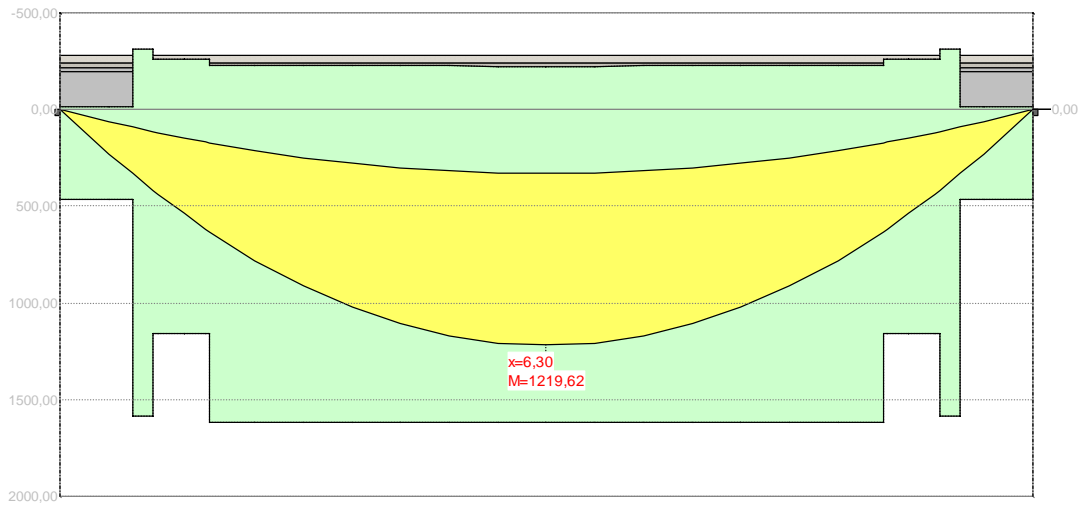


Grafico momento flettente (t=inf)

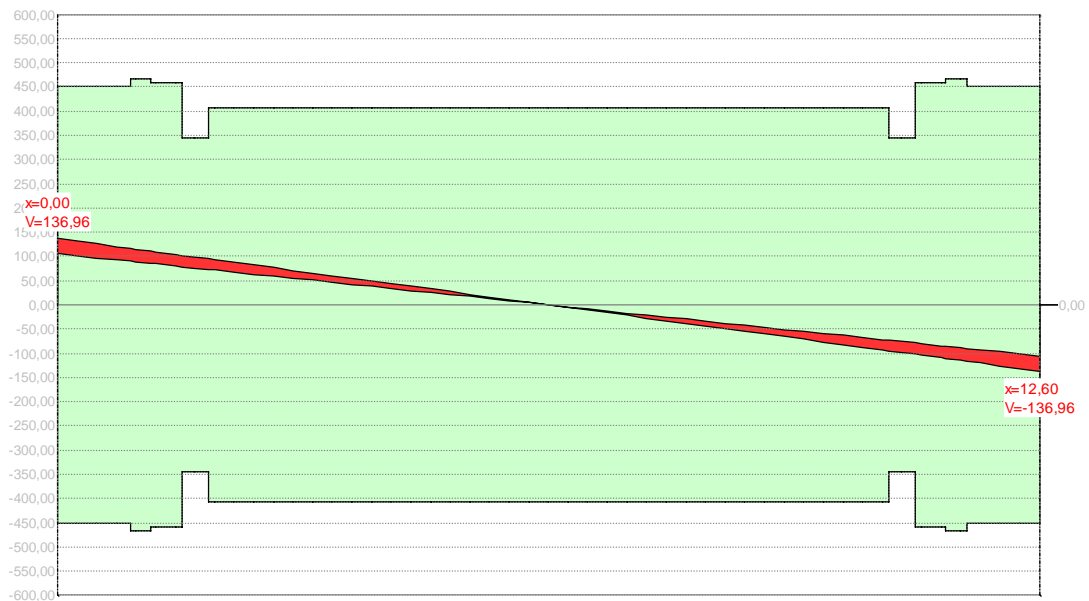


Grafico taglio (t=42gg dopo getto 2^fase)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

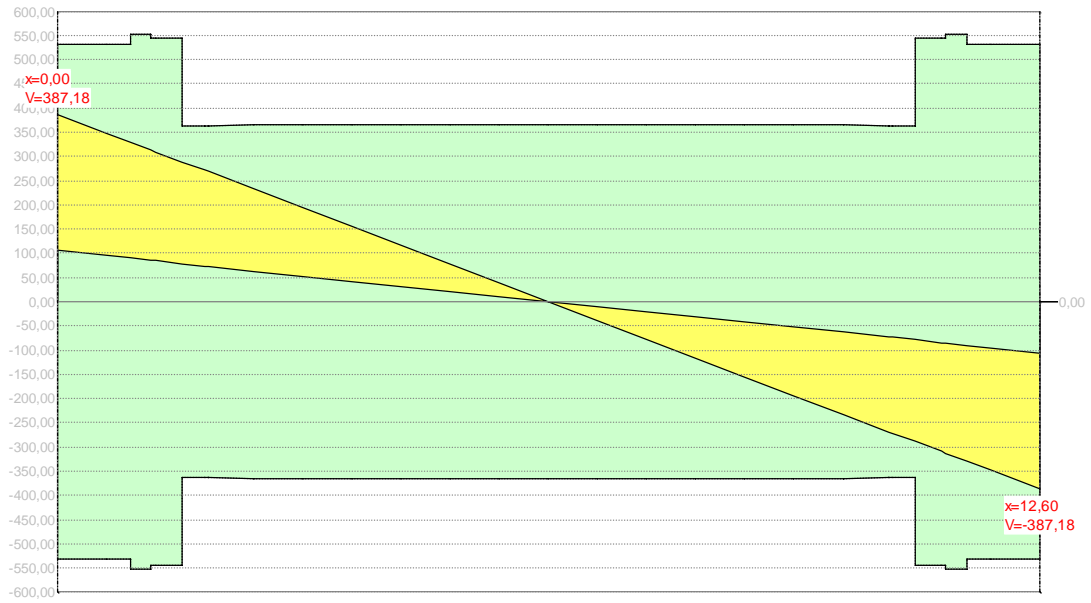


Grafico taglio (t=inf)

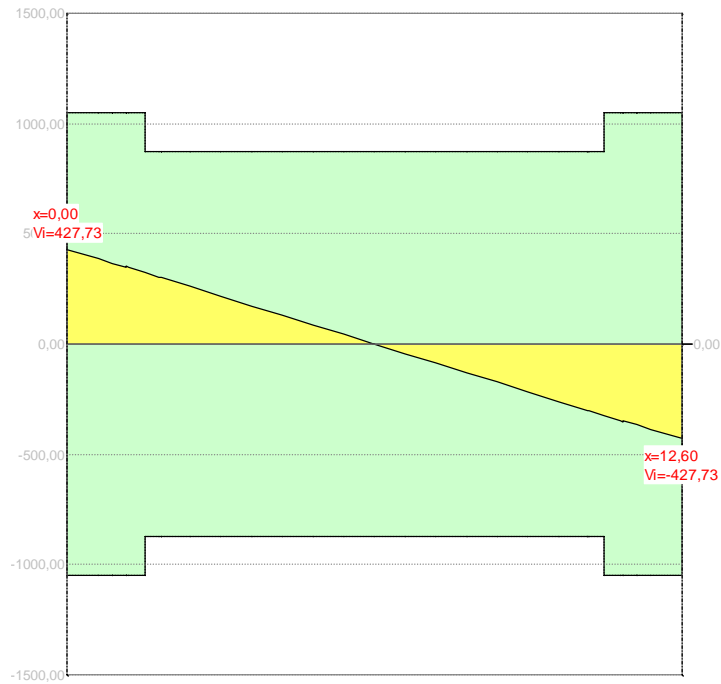


Grafico scorrimento interfaccia getti

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

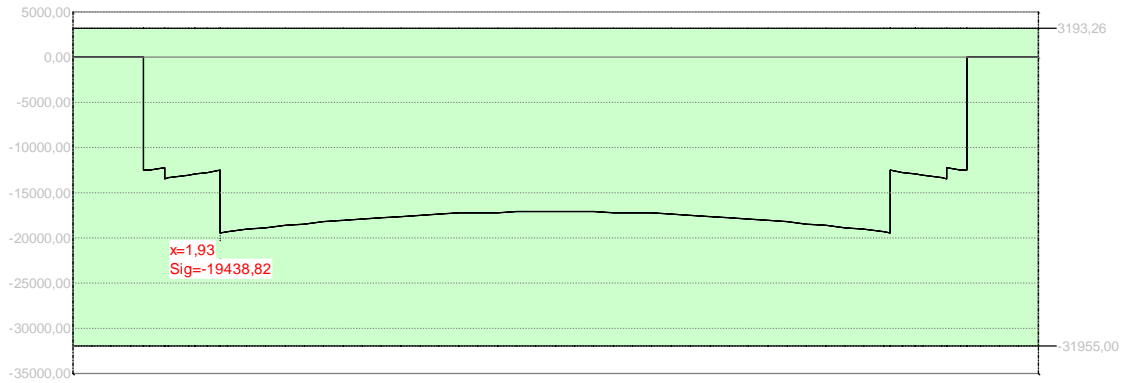


Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (t=0 dopo taglio trefoli)

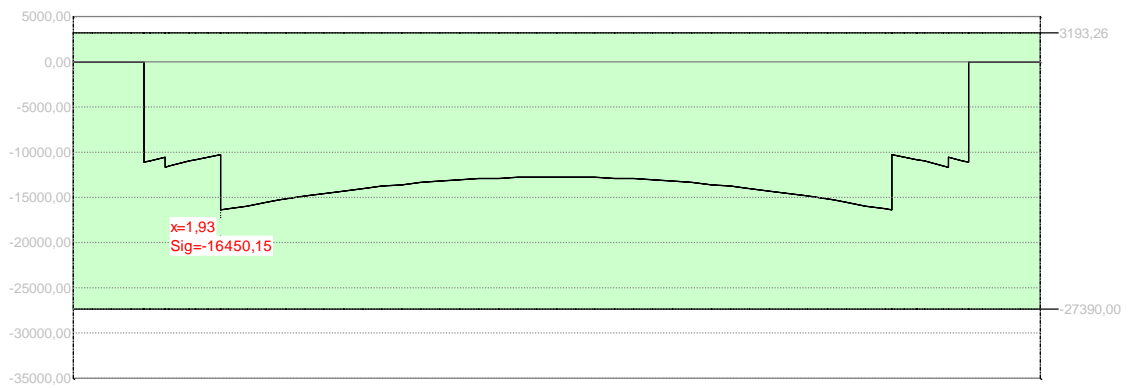


Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (t=42 dopo getto 2^fase)

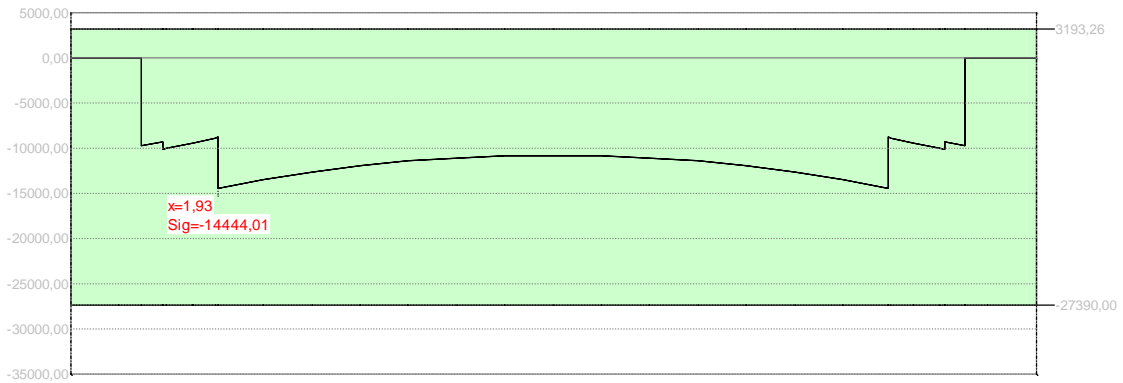


Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (t=inf)

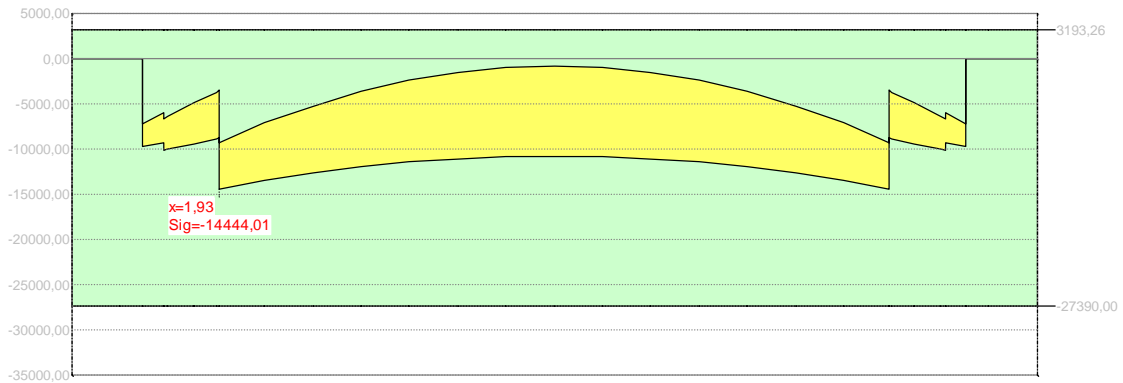
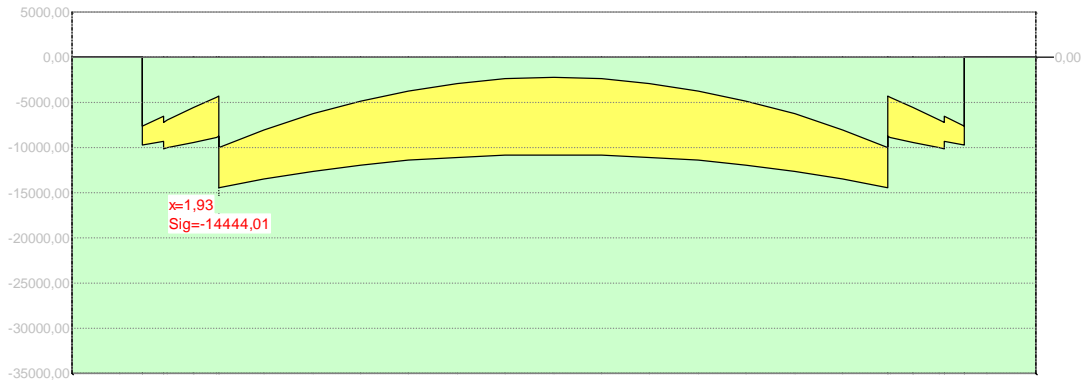


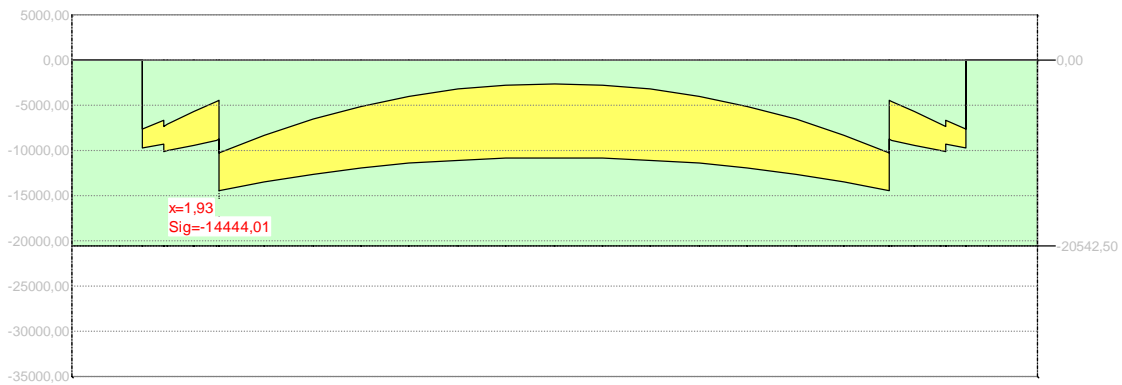
Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (SLE rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

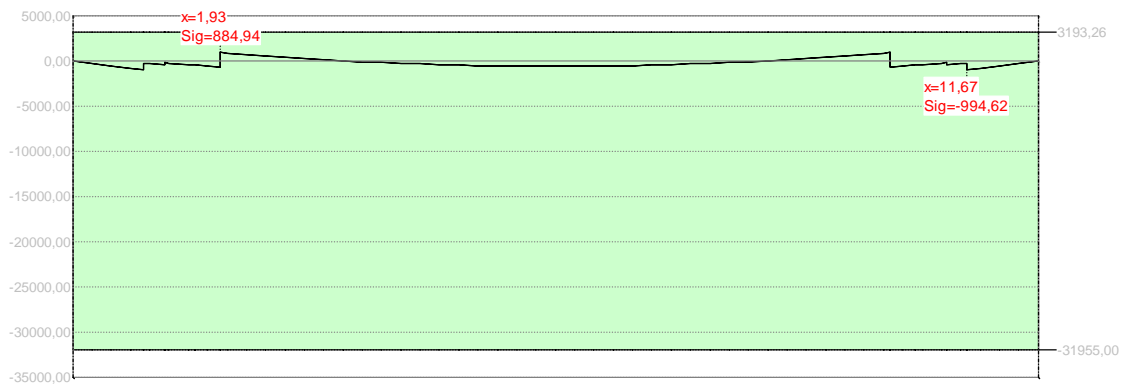
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



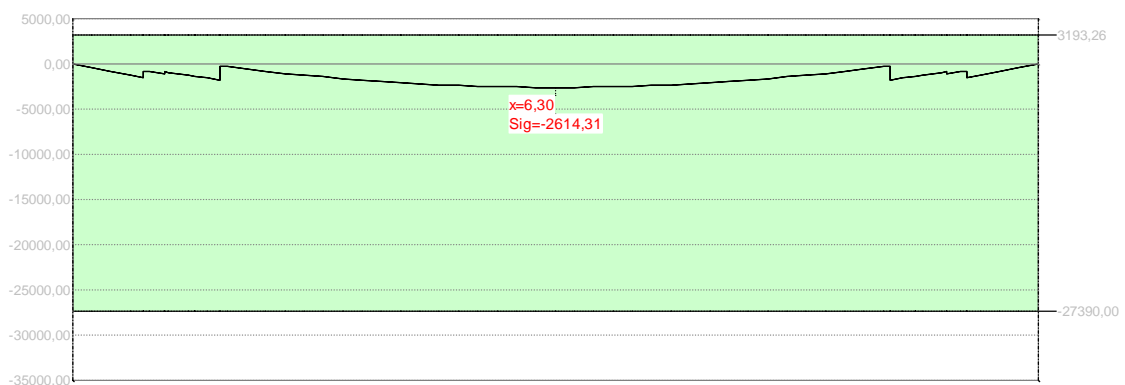
**Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (SLE frequente)**



**Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (SLE quasi permanente)**



**Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (t=0 dopo taglio trefoli)**



**Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (t=42 dopo getto 2^ fase)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

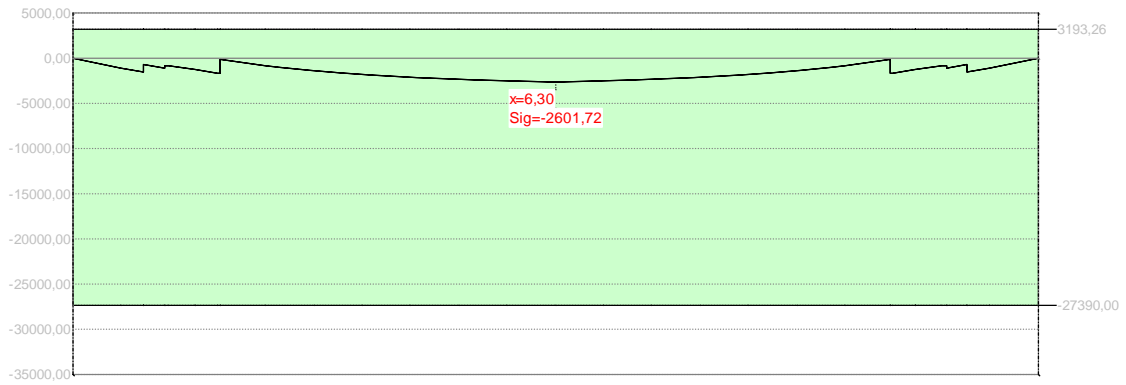


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave ( $t = \infty$ )

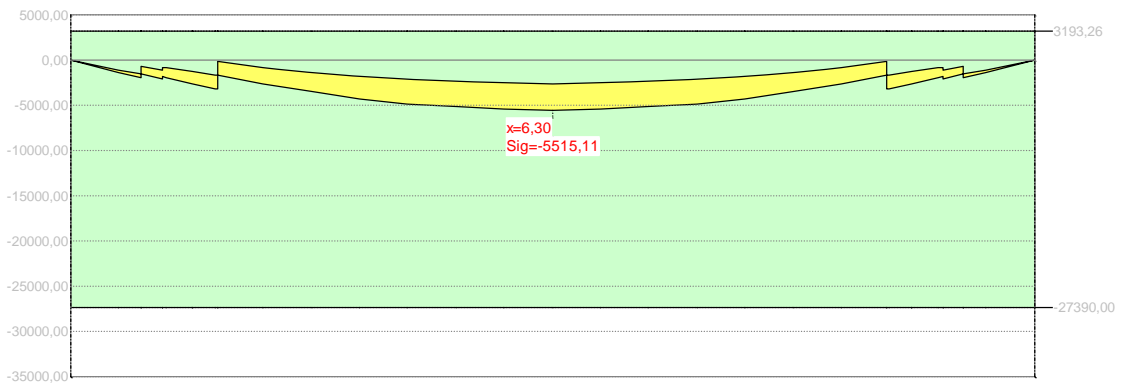


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (SLE rara)

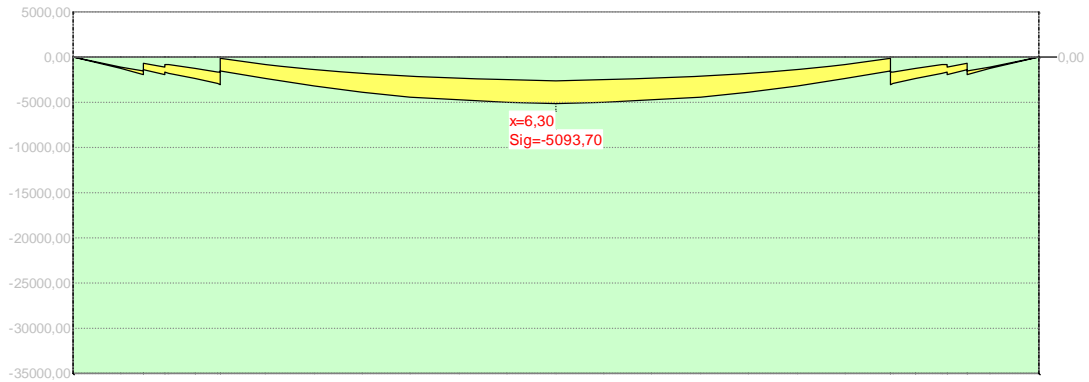


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (SLE frequente)

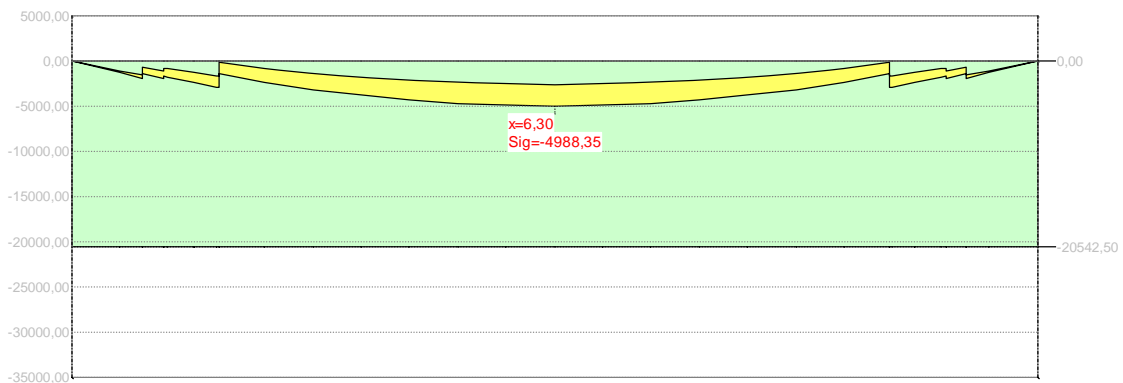


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (SLE quasi permanente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

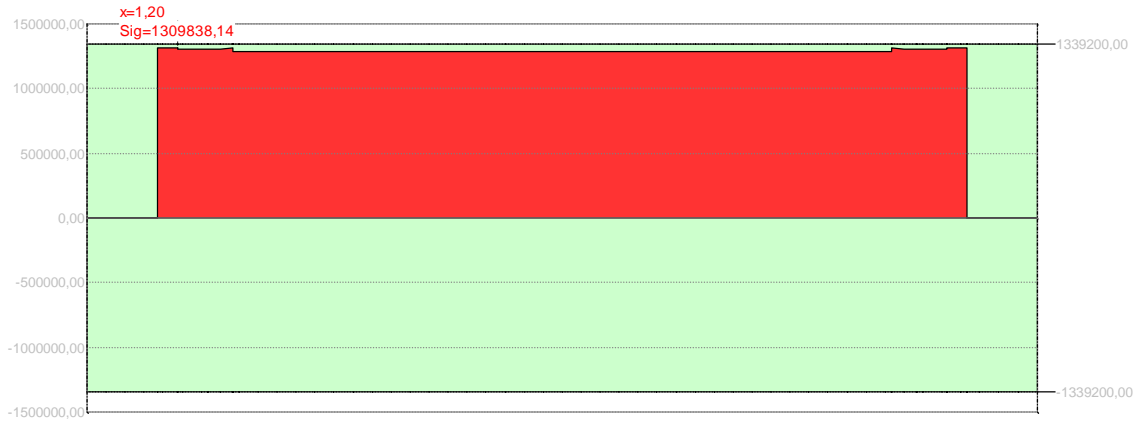


Grafico tensioni acciaio (t=0 dopo taglio trefoli)

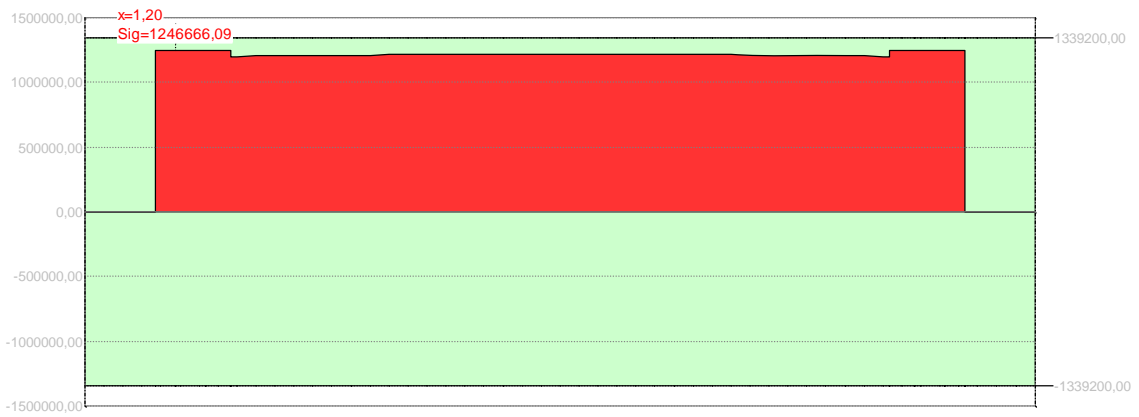


Grafico tensioni acciaio (t=42gg dopo getto 2^fase)

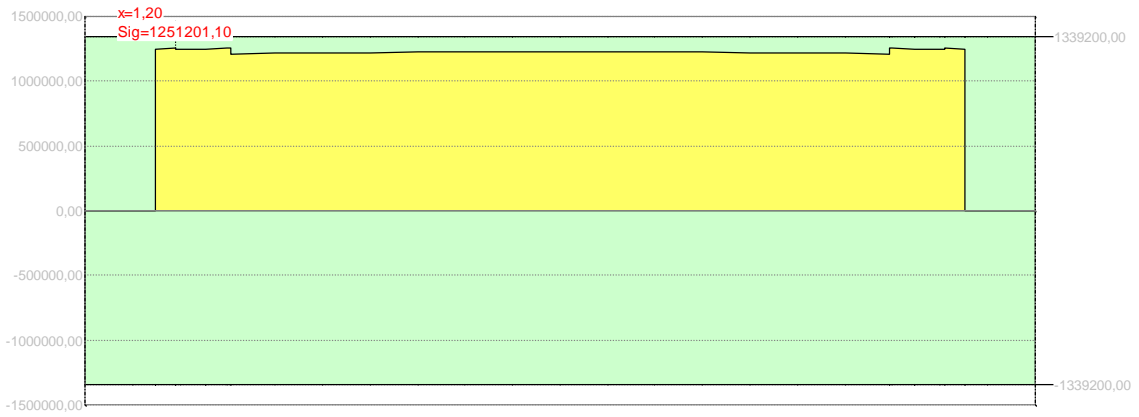
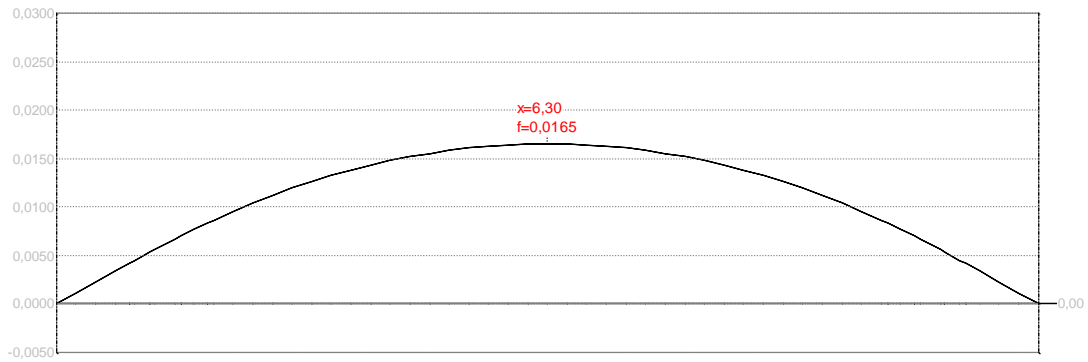


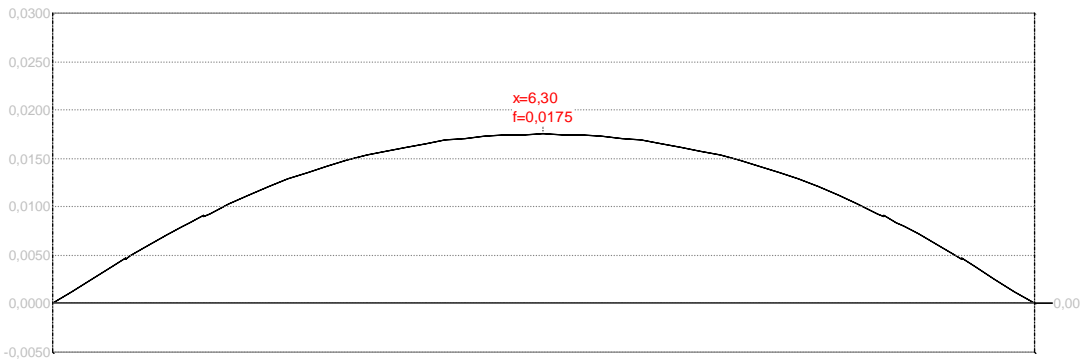
Grafico tensioni acciaio (t=inf)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

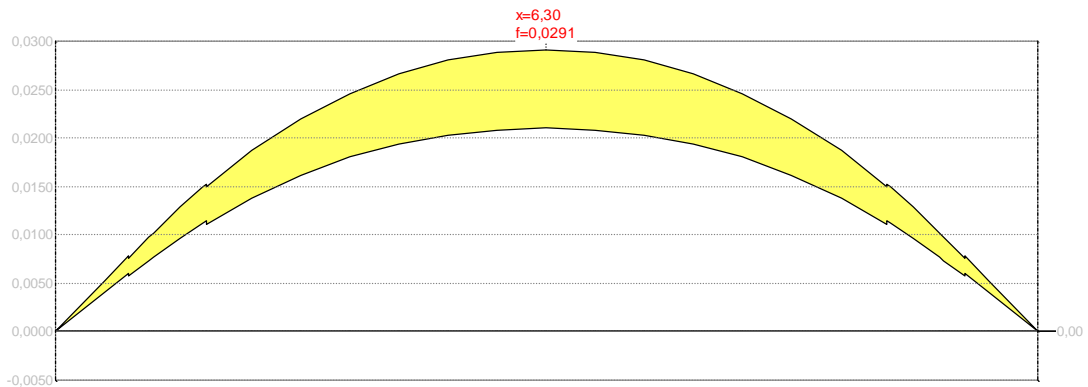
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



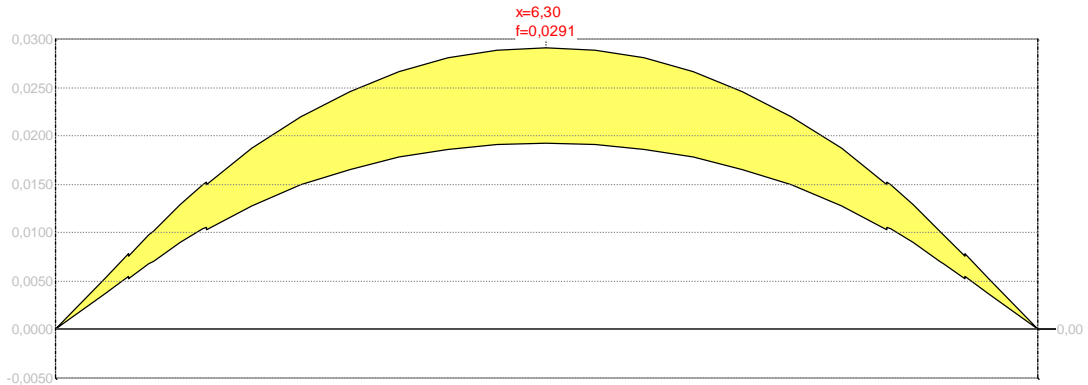
Freccia trave (t=0 dopo taglio trefoli)



Freccia trave (dopo getto 2<sup>a</sup> fase)



Freccia trave (t= $\infty$  SLE quasi permanente)



Freccia trave (t= $\infty$  SLE rara)



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

21.10 Verifica delle sezioni

Verifica sezione X=0,01 - Sez. appoggio

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	non reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,419	0,0149	0,37

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,05	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=15,000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,447	0,0176	0,35

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>
prima del getto	0,65
dopo getto 2a fase	1,03

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>i,max</sub>
prima del getto	-11,32	0,00
dopo getto 2a fase	-18,07	0,00

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>long,max</sub>	pos.	σ <sub>long,min</sub>	pos.
prima del getto	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	0,00	0,00		0,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,00}=0,00000$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	Z <sub>gsup</sub>	$\varepsilon_{inf}$	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0,56	396,38	-0,00071	0,60	0,01000	0,05
(-)	0,04	-13,30	0,00099	0,05	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 1,34 < 396,38 \quad K_r=295,320$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	b <sub>w</sub>	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	45,000	0,48		0,00226

d	K	A <sub>sl</sub>	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,55	1,603	0,002	0,0071	0,00	1,000

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
162,22	449,97	1536,58

$$V_{Ed,max} = 136,74 < 449,97$$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	non reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,643	0,0262	0,47

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>	
1	0,05	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø20

<b>Sezione ideale (n=15,000)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,671	0,0310	0,45

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
trave prefabbricata	-17,48	0,00
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	100,0%	84581,04	6,0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

<b>n.</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	non reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z
25	1,25	0,60
26	-1,25	0,60

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,05	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=15,000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,671	0,0310	0,45

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-17,48	-17,48	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-17,48	-17,48	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-17,48	-21,79	0,00	0,00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-17,48	-21,06	0,00	0,00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	-20,97	0,00	-3,86
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-17,21	0,00	-3,21

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	0,00	1014,96		1014,96	
t=inf.-senza carichi	0,00	1014,96		1014,96	
t=inf.-SLE Rare	0,00	2527,47		1014,96	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	2252,16		1014,96	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Trefoli	0,00	0,00000

fless.	Z asse neutro	Mr	ε <sub>sup</sub>	Z <sub>g<sup>sup</sup></sub>	ε <sub>inf</sub>	Z <sub>g<sup>inf</sup></sub>
(+)	0,65	466,64	-0,00083	0,70	0,01000	0,05
(-)	0,04	-13,30	0,00099	0,05	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 3,72 < 466,64 \quad K_r=125,465$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	θ [DEG]	b <sub>w</sub>	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	0,014	0,48		0,00226

d	K	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	σ <sub>cp</sub>	α <sub>c</sub>
---	---	-----------------	----------------	-----------------	----------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

d	K	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	σ <sub>cp</sub>	α <sub>c</sub>
0,65	1,555	0,002	0,0060	0,00	1,000

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
175,86	531,79	1815,96

$$V_{Ed,max} = 386,57 < 531,79$$

$$\text{Trazione per taglio (V=386,57)} = 193,28 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0,01 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	427,05	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1047,66	[KN/m]

**Verifica sezione X=1,00 - sez. 1m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,419	0,0149	0,37

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,19	0,002

Armature lente longitudinali :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>	
1	0,05	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø20

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,438	0,0163	0,36

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	29550,76	2,1%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	60,73	-2261,03	-418,20
prima del getto	60,73	-2146,68	-397,05
dopo getto 2a fase	96,98	-2146,14	-396,95

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-342,32	-12447,36
prima del getto	-369,67	-11750,17
dopo getto 2a fase	-896,77	-10951,14

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b>σ<sub>sp</sub></b>	<b>σ<sub>long,max</sub></b>	<b>pos.</b>	<b>σ<sub>long,min</sub></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1309225,02	0,00		0,00	
prima del getto	1243189,15	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1245238,80	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	18487,07	1,3%
viscosità cls	29,3%	35146,80	2,5%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	65,63	0,0%
viscosità cls	0,2%	180,87	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Δε armature pretese: ε<sub>sp,z=0,19</sub>=0,00660

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	<b>ε<sub>sup</sub></b>	<b>Z<sub>gsup</sub></b>	<b>ε<sub>inf</sub></b>	<b>Z<sub>ginf</sub></b>
(+)	0,51	1319,09	-0,00196	0,60	0,01000	0,05
(-)	0,13	-315,58	0,00639	0,37	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 126,07 < 1319,09 \quad K_r=10,463$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,55	1,603	0,001	0,0053	-5124,39	1,198

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
349,48	467,99	1269,63

$$V_{Ed,max} = 115,22 < 467,99$$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	$J_f$	$Z_g$
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Z	area
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,19	0,002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,05	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,662	0,0288	0,46

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecchia
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-893,89	-10952,32
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	70,5%	84581,04	6,0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	
2	0,00	0,60	prefabb.:
3	1,25	0,60	reag.trazione
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,19	0,002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,05	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,662	0,0288	0,46

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-893,89	-893,89	-10952,32	-10952,32
t=inf.-senza carichi	-839,28	-839,28	-9658,27	-9658,27
t=inf.-SLE Rare	-839,28	-1680,99	-6941,60	-9658,27
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-839,28	-1530,17	-7432,31	-9658,27

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-135,99	-135,99	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-135,99	-1419,94	0,00	-704,36
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-135,99	-1189,30	0,00	-569,40

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	1244906,59	-58325,04		-58325,04	
t=inf.-senza carichi	1249752,68	-51458,29		-51458,29	
t=inf.-SLE Rare	1258318,92	-37502,08		-51458,29	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1256769,58	-40023,53		-51458,29	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Trefoli	0,19	0,00638

fless.	Z asse neutro	Mr	ε <sub>sup</sub>	Z <sub>gsup</sub>	ε <sub>inf</sub>	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0,59	1586,84	-0,00210	0,70	0,01000	0,05
(-)	0,13	-315,92	0,00664	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 354,52 < 1586,84 \quad K_r=4,476$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,65	1,555	0,002	0,0062	-2985,43	1,115

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
313,53	553,08	1396,92

$$V_{Ed,max} = 325,72 < 553,08$$

$$\text{Trazione per taglio } (V=325,72) = 407,15 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=1,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	359,83	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1047,66	[KN/m]

Verifica sezione X=2,00 - sez. 2m appoggio

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

A	$J_f$	$Z_g$
0,419	0,0149	0,37

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

$Z_{g,p}$	$A_p$
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	$A_{id}$	$J_{f,id}$	$Z_{g,id}$
	0,431	0,0156	0,37

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	29550,76	2,1%

Sollecitazioni	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	110,99	-3014,70	-654,32
prima del getto	110,99	-2812,93	-610,53
dopo getto 2a fase	177,23	-2811,98	-610,32

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	837,57	-19364,05
prima del getto	670,70	-17893,13
dopo getto 2a fase	-317,39	-16333,59

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1280012,02	0,00		0,00	
prima del getto	1194880,56	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1199679,00	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	18487,07	1,3%
viscosità cls	40,3%	57319,47	4,1%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	65,63	0,0%
viscosità cls	0,2%	282,20	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,16}=0,00649$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,51	1347,34	-0,00204	0,60	0,01000	0,06

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\epsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(-)	0,22	-218,72	0,00243	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 230,40 < 1347,34 \quad K_r=5,848$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,54	1,609	0,001	0,0054	-6714,80	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
406,35	306,32	1300,55

$$V_{Ed,max} = 93,48 < 406,35$$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	$J_f$	$Z_g$
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,655	0,0276	0,46

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecchia
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-312,65	-16335,19
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	59,5%	84581,04	6,0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,16	0,002

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,655	0,0276	0,46

Tensioni sul cls - trave 1 :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>e,min</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,min</sub></b>
dopo maturazione getto in opera	-312,65	-312,65	-16335,19	-16335,19
t=inf.-senza carichi	-299,36	-299,36	-14336,02	-14336,02
t=inf.-SLE Rare	-299,36	-1851,45	-9045,47	-14336,02
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-299,36	-1570,84	-10002,12	-14336,02

Tensioni sul cls - getto in opera :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>e,min</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,min</sub></b>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-284,29	-284,29	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-284,29	-2693,79	0,00	-1377,04
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-284,29	-2258,15	0,00	-1125,93

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b>σ<sub>sp</sub></b>	<b>σ<sub>sl,max</sub></b>	<b>pos.</b>	<b>σ<sub>sl,min</sub></b>	<b>pos.</b>
dopo maturazione getto in opera	1199237,89	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1207173,76	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1225961,63	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1222564,33	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	<b>Z cavo risult.</b>	<b>Δε<sub>sp</sub></b>
Trefoli	0,16	0,00615

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	<b>ε<sub>sup</sub></b>	<b>Z<sub>gsup</sub></b>	<b>ε<sub>inf</sub></b>	<b>Z<sub>ginf</sub></b>
(+)	0,59	1620,36	-0,00216	0,70	0,01000	0,06
(-)	0,21	-227,56	0,00268	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 650,27 < 1620,36 \quad K_r=2,492$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

<b>Calcestruzzo:</b>	<b>θ [DEG]</b>	<b>b<sub>w</sub></b>	<b>Staffe:</b>	<b>A<sub>sw</sub></b>
	0,007	0,48		0,00151

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

d	K	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	σ <sub>cp</sub>	α <sub>c</sub>
0,64	1,559	0,002	0,0072	-3903,47	1,151

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
364,30	363,05	1419,19

$$V_{Ed,max} = 264,27 < 364,30$$

$$\text{Trazione per taglio (V=264,27)} = 330,33 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=2,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	296,50	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±870,64	[KN/m]

**Verifica sezione X=3,00 - sez. 3m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,419	0,0149	0,37

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,16	0,002

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,431	0,0156	0,37

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	29550,76	2,1%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	150,78	-3014,70	-654,32
prima del getto	150,78	-2817,80	-611,58
dopo getto 2a fase	240,76	-2816,89	-611,38

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	244,04	-18427,26
prima del getto	81,20	-16991,81
dopo getto 2a fase	-1261,10	-14873,20

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1282894,35	0,00		0,00	
prima del getto	1199815,72	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1206334,27	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	18487,07	1,3%
viscosità cls	39,4%	55131,78	3,9%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	65,63	0,0%
viscosità cls	0,2%	262,84	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,16}=0,00650$

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	<b><math>\varepsilon_{sup}</math></b>	<b>Z<sub>gsup</sub></b>	<b><math>\varepsilon_{inf}</math></b>	<b>Z<sub>ginf</sub></b>
(+)	0,51	1347,34	-0,00204	0,60	0,01000	0,06
(-)	0,22	-218,46	0,00243	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 312,99 < 1347,34 \quad K_r=4,305$$



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

<b>Calcestruzzo:</b>	<b><math>\theta</math> [DEG]</b>	<b><math>b_w</math></b>	<b>Staffe:</b>	<b><math>A_{sw}</math></b>
	0,007	0,48		0,00151

<b>d</b>	<b>K</b>	<b><math>A_{sl}</math></b>	<b><math>\rho_l</math></b>	<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	<b><math>\alpha_c</math></b>
0,54	1,609	0,001	0,0054	-6726,42	1,250

<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b><math>V_{Rsd}</math></b>	<b><math>V_{Rcd}</math></b>
406,80	306,32	1300,55

$$V_{Ed,max} = 71,74 < 406,80$$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

<b>A</b>	<b><math>J_f</math></b>	<b><math>Z_g</math></b>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

<b><math>Z_{g,p}</math></b>	<b><math>A_p</math></b>
0,16	0,002

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,655	0,0276	0,46

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecchia</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>
trave prefabbricata	-1252,08	-14881,68
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	60,4%	84581,04	6,0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

<b>n.</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>
1	0,06	0,001

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Z	area
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,655	0,0276	0,46

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-1252,08	-1252,08	-14881,68	-14881,68
t=inf.-senza carichi	-1238,79	-1238,79	-12882,51	-12882,51
t=inf.-SLE Rare	-1238,79	-3347,61	-5693,96	-12882,51
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-1238,79	-2966,34	-6993,81	-12882,51

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-284,29	-284,29	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-284,29	-3558,11	0,00	-1875,25
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-284,29	-2966,18	0,00	-1534,05

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1205881,36	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1213817,23	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1239345,44	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1234729,32	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Trefoli	0,16	0,00618

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>gsup</sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0,59	1620,36	-0,00216	0,70	0,01000	0,06
(-)	0,21	-226,69	0,00266	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 883,49 < 1620,36 \quad K_r=1,834$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	b <sub>w</sub>	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	0,007	0,48		0,00151

d	K	A <sub>sl</sub>	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,64	1,559	0,002	0,0072	-3911,07	1,151

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
364,65	363,05	1419,55

$$V_{Ed,max} = 202,81 < 364,65$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Trazione per taglio ( $V=202,81$ ) = 253,51 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=3,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	227,55	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±870,64	[KN/m]

**Verifica sezione X=4,00 - sez. 4m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,419	0,0149	0,37

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,16	0,002

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,431	0,0156	0,37

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	29550,76	2,1%

Sollecitazioni	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	180,10	-3014,70	-654,32
prima del getto	180,10	-2821,38	-612,36
dopo getto 2a fase	287,57	-2820,50	-612,17

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-193,27	-17737,03
prima del getto	-353,15	-16327,72
dopo getto 2a fase	-1956,42	-13797,20

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1285018,05	0,00		0,00	
prima del getto	1203451,95	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1211237,88	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	18487,07	1,3%
viscosità cls	38,7%	53519,89	3,8%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	65,63	0,0%
viscosità cls	0,2%	248,58	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,16}=0,00651$

fless.	Z asse neutro	$M_r$	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,51	1347,34	-0,00204	0,60	0,01000	0,06
(-)	0,22	-218,16	0,00242	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 373,85 < 1347,34 \quad K_r=3,604$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,54	1,609	0,001	0,0054	-6734,98	1,250

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
407,13	306,32	1300,55

$$V_{Ed,max} = 50,00 < 407,13$$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,16	0,002

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,655	0,0276	0,46

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-1946,13	-13807,84
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	61,1%	84581,04	6,0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
--------------------------	-----------------	-------------------	-------------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,655	0,0276	0,46

Tensioni sul cls - trave 1 :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>e, min</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, min</sub></b>
dopo maturazione getto in opera	-1946,13	-1946,13	-13807,84	-13807,84
t=inf.-senza carichi	-1932,83	-1932,83	-11808,67	-11808,67
t=inf.-SLE Rare	-1932,83	-4451,34	-3223,42	-11808,67
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-1932,83	-3995,99	-4775,82	-11808,67

Tensioni sul cls - getto in opera :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>e, min</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, min</sub></b>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-284,29	-284,29	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-284,29	-4194,15	0,00	-2241,87
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-284,29	-3487,21	0,00	-1834,38

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b>σ<sub>sp</sub></b>	<b>σ<sub>sl, max</sub></b>	<b>pos.</b>	<b>σ<sub>sl, min</sub></b>	<b>pos.</b>
dopo maturazione getto in opera	1210789,50	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1218725,37	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1249213,67	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1243700,65	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	<b>Z cavo risult.</b>	<b>Δε<sub>sp</sub></b>
Trefoli	0,16	0,00621

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	<b>ε<sub>sup</sub></b>	<b>Z<sub>g sup</sub></b>	<b>ε<sub>inf</sub></b>	<b>Z<sub>g inf</sub></b>
(+)	0,59	1620,36	-0,00216	0,70	0,01000	0,06
(-)	0,21	-226,11	0,00264	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d, max} = 1055,20 < 1620,36 \quad K_r = 1,536$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

<b>Calcestruzzo:</b>	<b>θ [DEG]</b>	<b>b<sub>w</sub></b>	<b>Staffe:</b>	<b>A<sub>sw</sub></b>
	0,007	0,48		0,00151

<b>d</b>	<b>K</b>	<b>A<sub>sl</sub></b>	<b>ρ<sub>l</sub></b>	<b>σ<sub>cp</sub></b>	<b>α<sub>c</sub></b>
0,64	1,559	0,002	0,0072	-3916,69	1,151

<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>V<sub>Rsd</sub></b>	<b>V<sub>Rcd</sub></b>
364,91	363,05	1419,82

$$V_{Ed, max} = 141,35 < 364,91$$

Trazione per taglio (V=141,35) = 176,69 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=4,00 risultano:

--	--	--



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

max valore di progetto scorrimento interfaccia	158,59	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±870,64	[KN/m]

Verifica sezione X=5,00 - sez. 5m appoggio

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,419	0,0149	0,37

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,431	0,0156	0,37

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	29550,76	2,1%

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>	N <sub>precomp.</sub>	M <sub>precomp.</sub>
t=0 dopo taglio trefoli	198,94	-3014,70	-654,32
prima del getto	198,94	-2823,69	-612,86

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>	N <sub>precomp.</sub>	M <sub>precomp.</sub>
dopo getto 2a fase	317,66	-2822,83	-612,67

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-474,36	-17293,36
prima del getto	-632,34	-15900,85
dopo getto 2a fase	-2403,36	-13105,56

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1286383,12	0,00		0,00	
prima del getto	1205789,24	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1214389,82	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	18487,07	1,3%
viscosità cls	38,2%	52483,80	3,7%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	65,63	0,0%
viscosità cls	0,2%	239,41	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,16}=0,00651$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	Z <sub>gsup</sub>	$\varepsilon_{inf}$	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0,51	1347,34	-0,00204	0,60	0,01000	0,06
(-)	0,22	-218,02	0,00242	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 412,96 < 1347,34 \quad K_r=3,263$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	b <sub>w</sub>	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	0,007	0,48		0,00151

d	K	A <sub>sl</sub>	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,54	1,609	0,001	0,0054	-6740,48	1,250

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
407,35	306,32	1300,55

$$V_{Ed,max} = 28,26 < 407,35$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,655	0,0276	0,46

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecchia
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>i,max</sub>
trave prefabbricata	-2402,07	-13102,41
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	61,6%	84581,04	6,0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,655	0,0276	0,46

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-2402,07	-2402,07	-13102,41	-13102,41
t=inf.-senza carichi	-2388,77	-2388,77	-11103,24	-11103,24
t=inf.-SLE Rare	-2388,77	-5176,40	-1600,51	-11103,24

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	$\sigma_{e,max}$		$\sigma_{e,min}$		$\sigma_{i,max}$		$\sigma_{i,min}$
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2388,77		-4672,38		-3318,81		-11103,24

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$		$\sigma_{e,min}$		$\sigma_{i,max}$		$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00		0,00		0,00		0,00
t=inf.-senza carichi	-284,29		-284,29		0,00		0,00
t=inf.-SLE Rare	-284,29		-4611,95		0,00		-2482,70
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-284,29		-3829,46		0,00		-2031,66

<b>Tensioni sugli acciai</b>	$\sigma_{sp}$		$\sigma_{sl,max}$		<b>pos.</b>		$\sigma_{sl,min}$		<b>pos.</b>
dopo maturazione getto in opera	1214013,79		0,00				0,00		
t=inf.-senza carichi	1221949,65		0,00				0,00		
t=inf.-SLE Rare	1255696,16		0,00				0,00		
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1249593,98		0,00				0,00		

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	<b>Z cavo risult.</b>	$\Delta \epsilon_{sp}$
Trefoli	0,16	0,00623

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	$\epsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\epsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,59	1620,36	-0,00216	0,70	0,01000	0,06
(-)	0,21	-225,60	0,00262	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 1167,13 < 1620,36 \quad K_r=1,388$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

<b>Calcestruzzo:</b>	$\theta$ [DEG]	$b_w$	<b>Staffe:</b>	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

<b>d</b>	<b>K</b>	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,64	1,559	0,002	0,0072	-3920,38	1,152

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
365,08	363,05	1420,00

$$V_{Ed,max} = 79,89 < 365,08$$

$$\text{Trazione per taglio } (V=79,89) = 99,87 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=5,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	89,64	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±870,64	[KN/m]

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica sezione X=6,30 - mezzeria

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,419	0,0149	0,37

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,431	0,0156	0,37

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	29550,76	2,1%

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>	N <sub>precomp.</sub>	M <sub>precomp.</sub>
t=0 dopo taglio trefoli	207,83	-3014,70	-654,32
prima del getto	207,83	-2824,77	-613,10
dopo getto 2a fase	331,87	-2823,93	-612,91

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-607,03	-17083,96
prima del getto	-764,11	-15699,37

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
dopo getto 2a fase	-2614,31	-12779,11

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1287027,42	0,00		0,00	
prima del getto	1206892,42	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1215877,51	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	18487,07	1,3%
viscosità cls	38,0%	51994,78	3,7%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	65,63	0,0%
viscosità cls	0,2%	235,09	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,16}=0,00651$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,51	1347,34	-0,00204	0,60	0,01000	0,06
(-)	0,22	-218,02	0,00241	0,37	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 431,43 < 1347,34 \quad K_r=3,123$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,54	1,609	0,001	0,0054	-6743,07	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
407,45	306,32	1300,55

$V_{Ed,max} = 0,00 < 407,45$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,655	0,0276	0,46

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>i,max</sub>
trave prefabbricata	-2615,01	-12772,93
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	Δσ <sub>sp</sub>	Δσ <sub>sp</sub> /σ <sub>spi</sub>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	23275,19	1,7%
viscosità cls	61,8%	84581,04	6,0%



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	0,60	prefabb.:
2	0,00	0,60	reag.trazione
3	1,25	0,60	
4	1,24	0,56	
5	1,23	0,55	
6	0,88	0,55	
7	0,83	0,50	
8	0,81	0,00	
9	0,57	0,00	
10	0,55	0,50	
11	0,50	0,55	
12	0,00	0,55	
13	-0,50	0,55	
14	-0,55	0,50	
15	-0,57	0,00	
16	-0,81	0,00	
17	-0,83	0,50	
18	-0,88	0,55	
19	-1,23	0,55	
20	-1,24	0,56	fine prefabb.
21	-1,25	0,60	
22	-1,25	0,60	getto in opera
23	-1,25	0,70	(m=0,895)
24	1,25	0,70	non reag.trazione
25	1,25	0,60	
26	-1,25	0,60	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,643	0,0262	0,47

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,37	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,16	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,655	0,0276	0,46

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-2615,01	-2615,01	-12772,93	-12772,93
t=inf.-senza carichi	-2601,72	-2601,72	-10773,76	-10773,76
t=inf.-SLE Rare	-2601,72	-5515,11	-842,25	-10773,76
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2601,72	-4988,35	-2638,09	-10773,76

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-284,29	-284,29	0,00	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

	$\sigma_{e,max}$		$\sigma_{e,min}$		$\sigma_{i,max}$		$\sigma_{i,min}$
t=inf.-SLE Rare	-284,29		-4807,21		0,00		-2595,25
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-284,29		-3989,42		0,00		-2123,86

<b>Tensioni sugli acciai</b>	$\sigma_{sp}$		$\sigma_{sl,max}$		<b>pos.</b>		$\sigma_{sl,min}$		<b>pos.</b>
dopo maturazione getto in opera	1215519,69		0,00				0,00		
t=inf.-senza carichi	1223455,56		0,00				0,00		
t=inf.-SLE Rare	1258724,80		0,00				0,00		
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1252347,27		0,00				0,00		

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	<b>Z cavo risult.</b>	$\Delta \epsilon_{sp}$
Trefoli	0,16	0,00623

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	$\epsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\epsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,59	1620,36	-0,00216	0,70	0,01000	0,06
(-)	0,21	-225,52	0,00262	0,37	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 1219,62 < 1620,36 \quad K_r=1,329$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

<b>Calcestruzzo:</b>	$\theta$ [DEG]	$b_w$	<b>Staffe:</b>	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

<b>d</b>	<b>K</b>	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,64	1,559	0,002	0,0072	-3922,10	1,152

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
365,16	363,05	1420,08

$$V_{Ed,max} = 0,00 < 365,16$$

Trazione per taglio ( $V=0,00$ ) = 0,00 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=6,30 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±516,60	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±870,64	[KN/m]

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

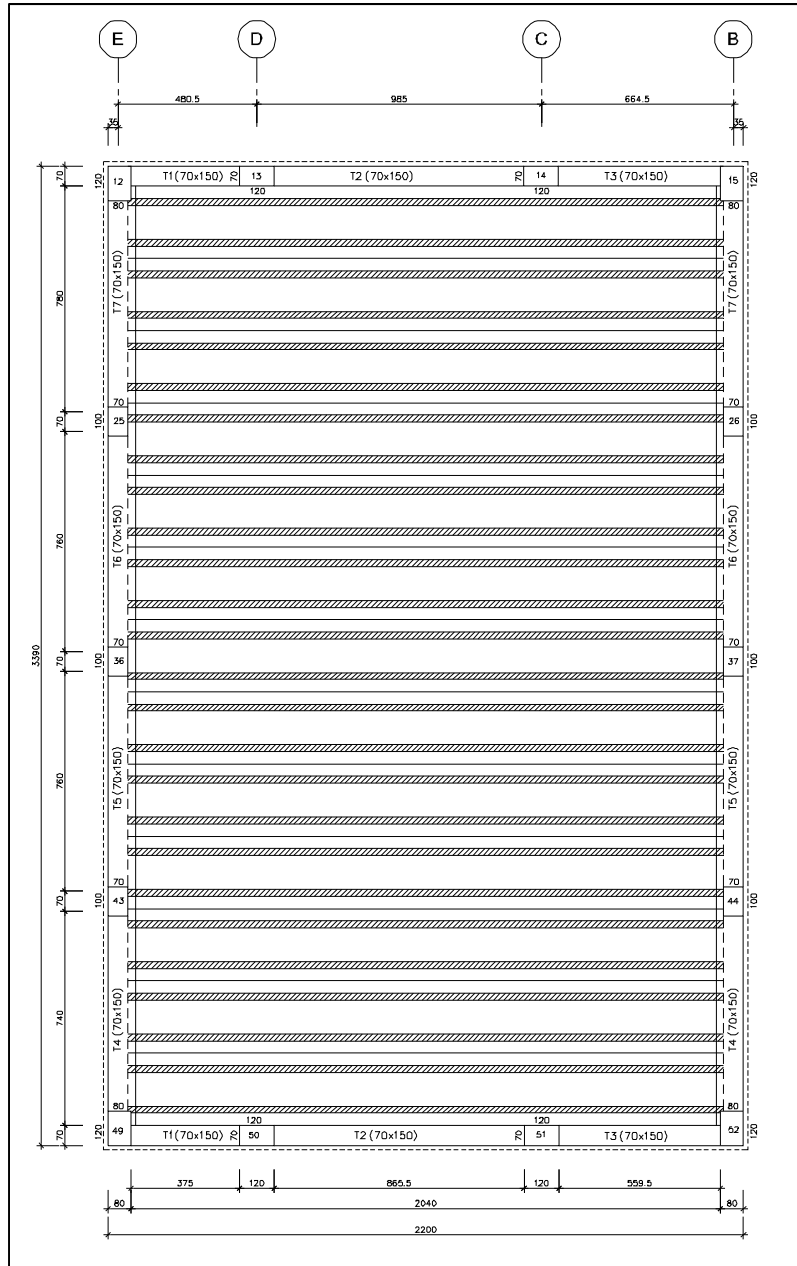
Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 22. VERIFICA TRAVI CAP (20,60m)

### 22.1 Oggetto della relazione

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.

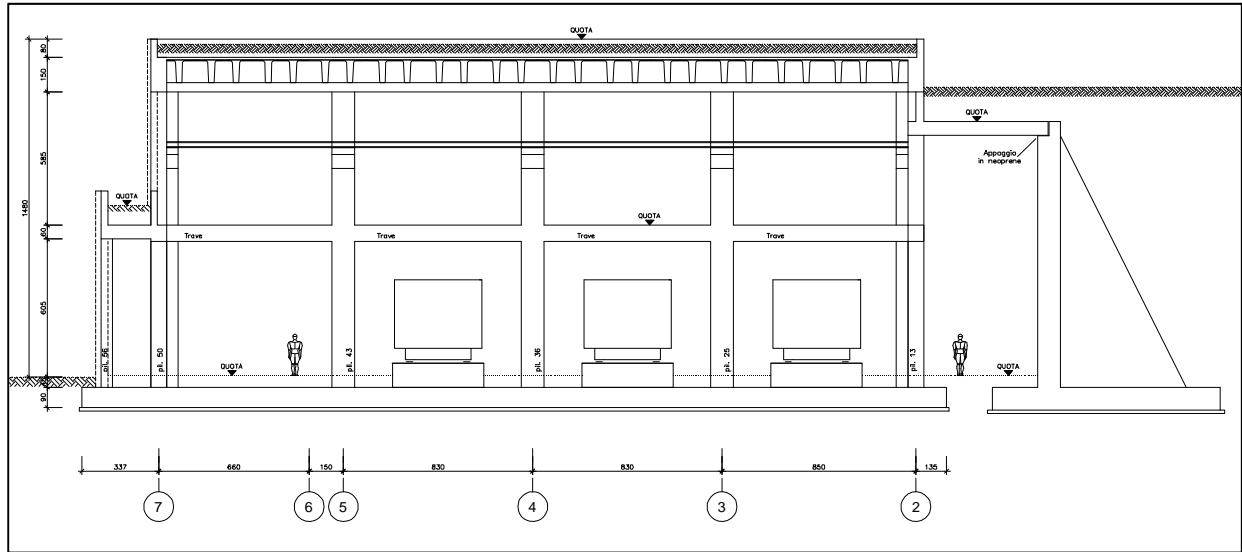
La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.



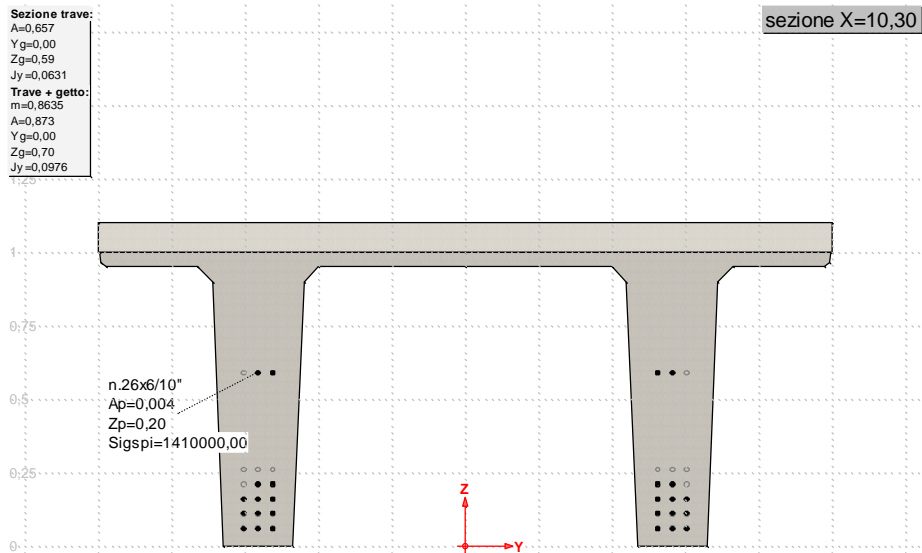
**Pianta solaio +682,40**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Sezione trasversale solaio



Sez. trasversale in mezzeria trave precompressa L=20,60m – n° totale trefoli=26

La sezione è caratterizzata da 26 trefoli di cui 12 inguainati nella parte terminale in prossimità degli appoggi. I trefoli hanno diametro 6/10" ( $A_p=139 \text{ mm}^2$ ) e sono tesati ad una tensione iniziale pari a  $1.410 \text{ N/mm}^2$  (precompressione totale sull'elemento pari a  $5.096 \text{ kN}$ )

## 22.2 Normative, convenzioni ed ipotesi di base

### Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.

I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.

Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

### Normativa

Sono rispettate le seguenti normative:

- Legge 05/11/1971 n. 1086: *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- D.M. 14/01/2008: *Norme tecniche per le costruzioni - NTC 2008*

### Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[DEG]

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] ( = 25.4 [mm] ).

## 22.3 Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.

La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale. Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

**Codice di calcolo**

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. alfa 8.32 - 04/2014 sviluppato da SIGMAc SOFT - Padova.

Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/3.0 09/11 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT

Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 – SIGMAcSOFT

**22.4 Dati geometrici**

**Schemi statici**

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante. Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprio ed a quello del getto eseguito in opera.

SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

**Prima fase**

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 0,00

Sbalzo destro = 0,00

**Seconda fase**

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Pila 1	0,00	
2	Pila 2	20,60	20,60

**Armature trave prefabbricata**

**Armature di precompressione pretesate**

**Set cavi**

trefoli :	6/10"	
area trefolo =	139,000	[mm <sup>2</sup> ]
acciaio :	prec.fpk=1860	
tensione di tesatura =	1410000,00	[KN/m <sup>2</sup> ]
area totale A <sub>p</sub> =	0,004	[m <sup>2</sup> ]
precompressione totale N <sub>p</sub> =	5095,74	[KN]
quota baricentro Z <sub>g,p</sub> =	0,20	[m]

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
0,06	6	6	3,50

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
0,11	6	6	1,20
0,16	6		
0,21	4		
0,26			
0,59	4		
N. trefoli=	26	L tot guaine=	28,20

**Armatura lenta**

Armatura trasversale :

pos.		armatura	x iniziale	x finale	
P1-S1		4Ø12/0,20	0,00	3,60	trave+colleg. con soletta
P1-S1	(simmetrica)		17,00	20,60	
P1-S2		4Ø12/0,30	3,60	10,30	trave+colleg. con soletta
P1-S2	(simmetrica)		10,30	17,00	

armatura longit. appoggio :

n. barre	Ø	lunghezza	quota z
6	22	2,00	0,04

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 22.5 Materiali

In questo paragrafo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

### Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	55000,00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	55000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,500
modulo elastico	36416000,00
peso specifico	25,0000
ritiro totale	-0,00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25,5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25,5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2,300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	$f_{ck}$	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 55000,00 = 45650,00$	KN/m <sup>2</sup>
al taglio dei trefoli	$f_{ckj}$	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 55000,00 = 45650,00$	KN/m <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	$f_{cd}$	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 45650,00 / 1,5 = 25868,33$	KN/m <sup>2</sup>
al taglio dei trefoli	$f_{cdj}$	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ckj} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 45650,00 / 1,5 = 25868,33$	KN/m <sup>2</sup>

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :

$$f_{cd} = 25868,33 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	$f_{ct}$	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3831,91 / 1.2 = 3193,26$
al taglio dei trefoli	$f_{ctj}$	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 3831,91 / 1.2 = 3193,26$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

$\sigma_{cj}$	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	$= 31955,00$	KN/m <sup>2</sup>
---------------	------------------------	--------------	-------------------

a cadute avvenute :



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$\sigma_c$	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 27390,00	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c$	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 20542,50	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. quasi permanente)

**Calcestruzzo gettato in opera**

Calcestruzzo	C25/30
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	30000,00
coefficiente sicurezza del materiale	1,5
modulo elastico	31447000,00
peso specifico	25,0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0,864

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	$f_{ck}$	= $0.83 \cdot R_{ck}$	= $0.83 \cdot 30000,00 = 24900,00$	KN/m <sup>2</sup>
------------------	----------	-----------------------	------------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	$f_{cd}$	= $\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= $0.85 \cdot 24900,00 / 1,5 = 14110,00$	KN/m <sup>2</sup>
------------------	----------	---	--	-------------------

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 14110,00$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	$f_{ct}$	= $f_{ctm} / 1.2$	= $2558,12 / 1.2 = 2131,77$
------------------	----------	-------------------	-----------------------------

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$\sigma_c$	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 14940,00	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c$	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 11205,00	KN/m <sup>2</sup>	(per comb. quasi permanente)

**Acciaio per c.a.p.**

Acciaio prec.  $f_{pk}=1860$  :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000,00
Modulo elastico	195000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6
coefficiente di sicurezza	1,15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41,4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25,9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32,7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

$\sigma_{spi}$	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	= $0.80 \cdot 1841400,00 = 1473120,00$	KN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{spi}$	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	= $0.90 \cdot 1674000,00 = 1506600,00$	KN/m <sup>2</sup>

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a  $0.05 f_{p(1)k}$ .

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

$\sigma_{sp}$	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	1339200,00	KN/m <sup>2</sup>
---------------	-----------------------------	------------	-------------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{ptd}$	$= f_{p(1)k}/\gamma_s$	$= 1674000,00/1,15 = 1455652,17$	KN/m <sup>2</sup>
-----------	------------------------	----------------------------------	-------------------

**Acciaio per armatura lenta**

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento $f_{yk}$	450000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,15
modulo elastico	210000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

$\sigma_s$	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 450000,00 = 360000,00$	KN/m <sup>2</sup>
------------	--------------------------	--------------------------------------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{yd}$	$= f_{yk}/\gamma_s$	$= 450000,00/1,15 = 391304,35$	KN/m <sup>2</sup>
----------	---------------------	--------------------------------	-------------------

**22.6 Cadute di tensione**

**Rilassamento dell'acciaio da precompressione**

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.

Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione  $\Delta\sigma_{pr}$  per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot [0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1\mu} \cdot (t/1000)^{0.75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

- $\sigma_{pi}$  è la tensione iniziale nel cavo;
- $\rho_{1000}$  è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza  $f_p$  del campione provato:

Acciaio	classe	$\rho_{1000}$
1	2	2.5

- $\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$ ;
- $f_{pk}$  è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
- t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore. Si ottiene così:

Armatura	classe	$\mu$	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0,766	0,052	5,22%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Ritiro del calcestruzzo**

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

$$\text{prefabbricati } \varepsilon_{cs1} = -0,00030$$

$$\text{getto in opera } \varepsilon_{cs2} = -0,00030$$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$		
Trave 1 - gruppo 1	-0,00030·195000000,00=	-58500,00	4,15%

**Viscosità del calcestruzzo**

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$$\varphi_{inf,1} = 2,3 \quad (\text{cavi pretesi nei prefabbricati})$$

**Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione**

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41,40	25,50	0,00
dal taglio trefoli al getto in opera	25,90	25,50	33,00
dal getto in opera a tempo infinito	32,70	49,00	67,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 22.7 Stati limite di esercizio

### Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

#### PRIMA FASE

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto in opera
- c) subito dopo il getto in opera

#### SECONDA FASE

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:

- $G_1$  = permanenti strutturali
- $G_2$  = permanenti non strutturali
- P = precompressione
- Q = azioni variabili

### Stato limite di fessurazione travi prefabbricate

Per garantire la durabilità della struttura il calcolo di verifica tensionale agli Stati Limite di esercizio viene condotto con opportune limitazioni che preservano le travi principali da una eccessiva fessurazione.

A questo scopo, facendo riferimento alla normativa (tab. 4.1.IV) ed adottando le limitazioni relative alle armature *sensibili* nel caso di ambiente molto aggressivo, andrebbero verificate le seguenti condizioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	<nessuna verifica>	formazione fessure	decompressione

Per una maggiore tutela della durabilità dell'opera vengono invece rispettate nelle verifiche le seguenti limitazioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	formazione fessure	decompressione	<nessuna verifica>
	$\sigma_{traz.} \leq f_{ctm}/1.2$		

### Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.

La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:

$$E_{travi} = 36416000,00$$

$$E_{soletta} = 31447000,00$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

$$\varphi_{inf} = 2,3$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0,5

Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

**Prima fase**

trave 1 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [DEG]	rotaz. testata destra [DEG]	frecce in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0,0034	0,23232	-0,23232	0,0245
al getto soletta	-0,0060	0,22813	-0,22813	0,0248
dopo maturazione	-0,0060	0,22862	-0,22862	0,0248

**Seconda fase**

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0,0000	0,0000	0,0000
Pila 2	0,0000	0,0000	-0,0020

Rotazioni in asse appoggi [DEG] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0,00000	0,00000	0,25519
Pila 2	0,00000	0,00000	-0,25519

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	10,30	0,0248	0,0248	0,0406	0,0217

## 22.8 Stati limite ultimi

### Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma  $\sigma$ - $\varepsilon$  parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).

Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.

Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione  $\varepsilon_{sp}$  dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

### Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot ((100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (\text{taglio ultimo in assenza di armatura trasversale})$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (\cotan \alpha + \cotan \theta) / (1 + \cotan^2 \theta) \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw} / s) \cdot f_{yd} \cdot (\cotan \alpha + \cotan \theta) \cdot \sin \alpha \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle staffe})$$

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cotan \theta / (1 + \cotan^2 \theta) \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw, parete} / s) \cdot f_{yd} \cdot \cotan \theta \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle staffe})$$

Dove:

d: altezza utile della sezione

$b_w$ : larghezza minima della sezione

$A_{sw}$ : area armatura trasversale nella sezione

$A_{sw, parete}$ : area armatura trasversale minima nelle pareti

s: passo staffe

$\alpha$ : inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])

$\theta$ : inclinazione bielle compresse in cls

$\alpha_c$ : coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale

$A_{sl}$ : area acciaio in zona tesa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_{cls}$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$$

$A_k$ : area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precomprese, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.

L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti**

Viene calcolato lo sforzo di scorrimento di progetto  $S_{Edi}$  tra il calcestruzzo delle travi prefabbricate e quello gettato in opera, e viene confrontato con quello ultimo di interfaccia  $S_{Rdi}$ , utilizzando le indicazioni della normativa EN1991-1-1-6.2.5

$$S_{Edi} = \beta \cdot V_{Ed} / z$$

in cui:

- $\beta$  è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata, assunto = 1.0
- $V_{Ed}$  è la forza di taglio trasversale di 2<sup>a</sup> fase
- $z$  è il braccio della coppia interna della sezione composta

$$S_{Rdi} = b_i \cdot (c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n) + A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot \mu \leq 0.5 \cdot b_i \cdot v \cdot f_{cd}$$

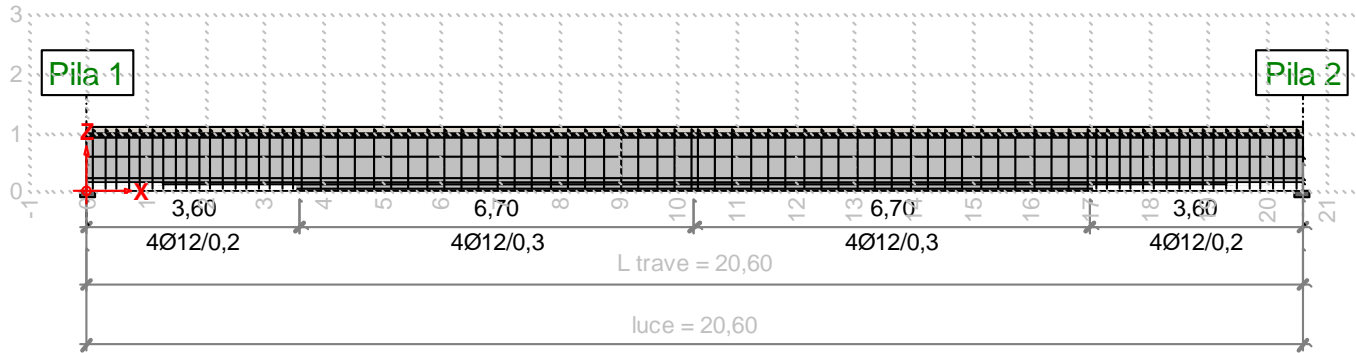
in cui:

Larghezza superficie contatto / spess. tot. anime	$b_i/b_w$	1,000	[-]
Fattore di coesione tra le superfici	$c$	0,350	[-]
Resistenza a trazione di progetto	$f_{ctd}$	2558,12	[KN/m <sup>2</sup> ]
Coefficiente di attrito tra le superfici	$\mu$	0,600	[-]
Compressione normale alle superfici di contatto	$\sigma_n$	140,00	[KN/m <sup>2</sup> ]
Area complessiva staffa di collegamento	$A_{sw}$	<variabile>	[m <sup>2</sup> ]
Passo staffe di collegamento	$s$	<variabile>	[m]
Resistenza calcestruzzo più debole	$f_{cd}$	14110,00	[KN/m <sup>2</sup> ]

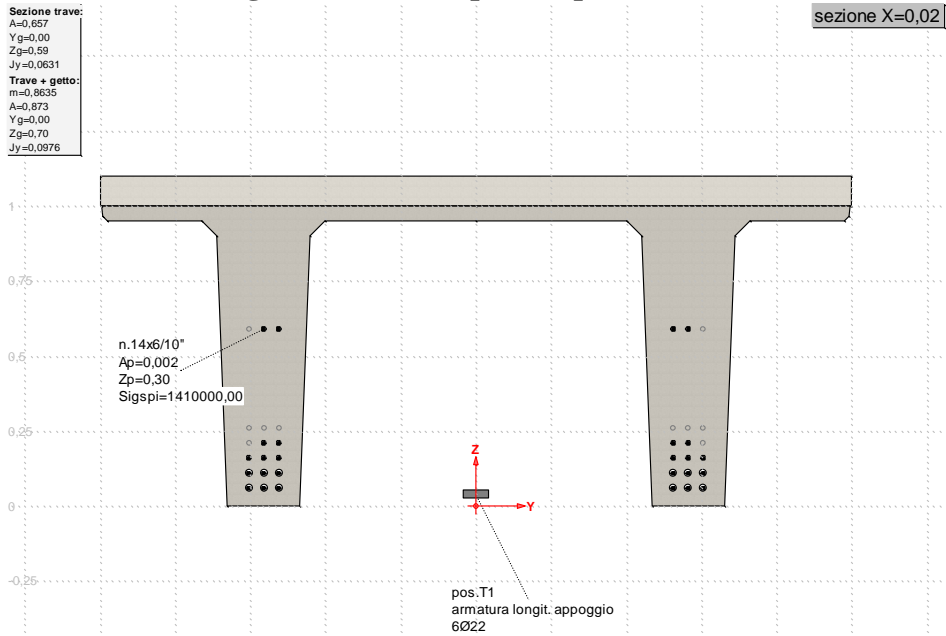
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

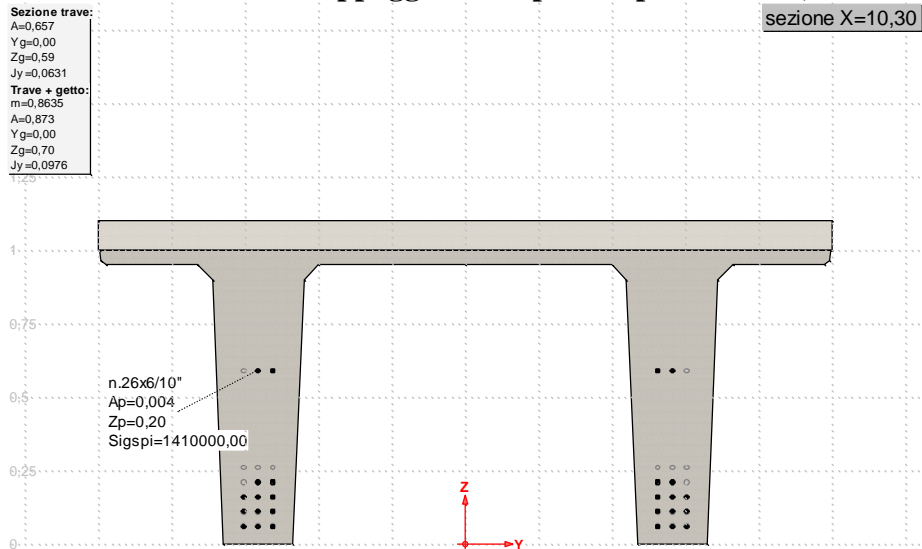
22.9 Diagrammi delle sollecitazioni



Sez. longitudinale trave precompressa L=20,60m



Sez. trasversale all'appoggio trave precompressa L=20,60m

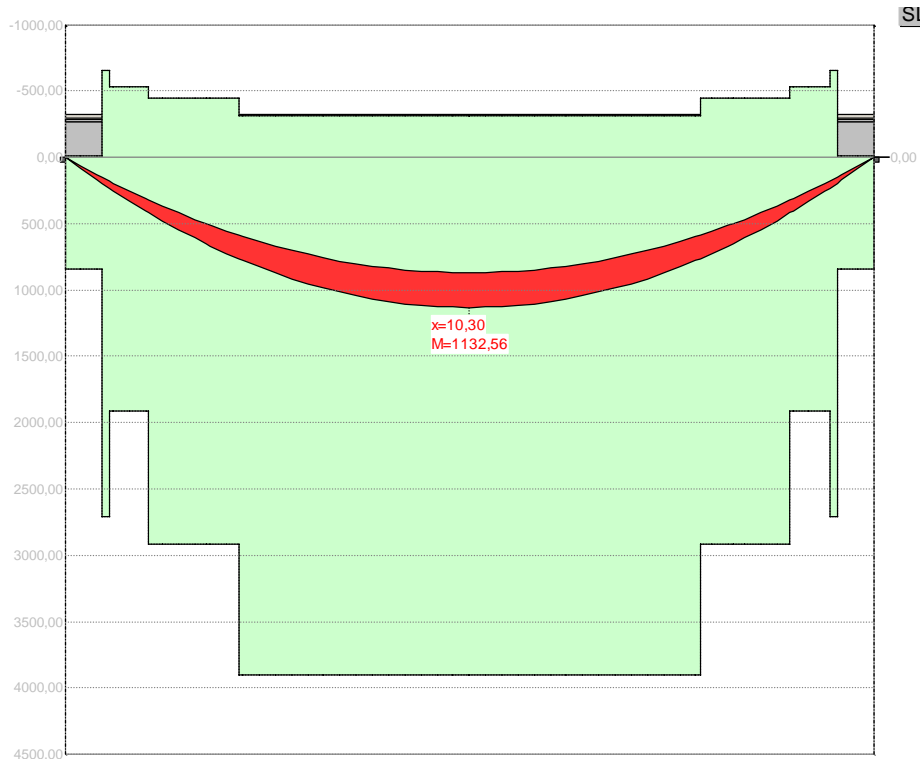


Sez. trasversale in mezzeria trave precompressa L=20,60m

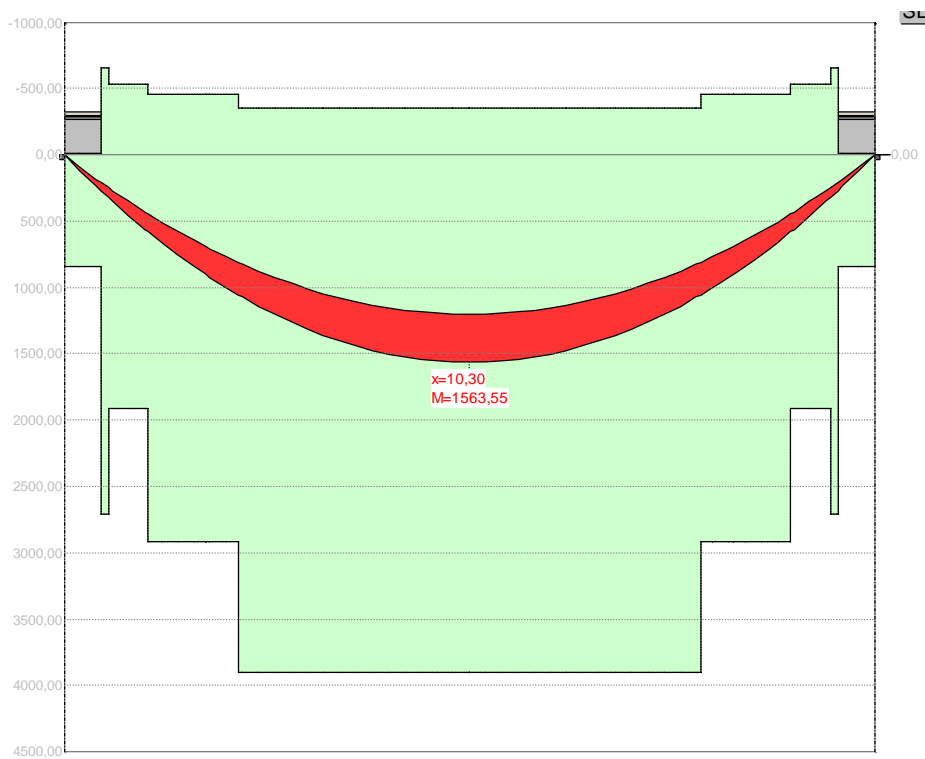


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



**Grafico momento flettente (t=0 dopo taglio trefoli)**



**Grafico momento flettente (t=42gg dopo getto 2<sup>a</sup> fase)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

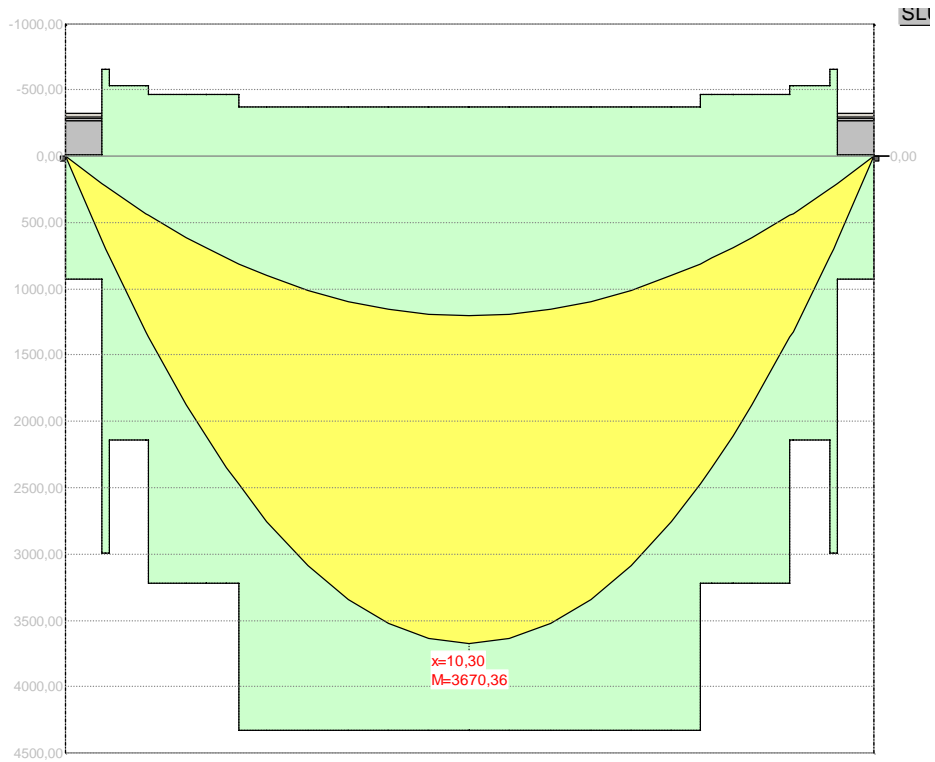


Grafico momento flettente (t=inf)

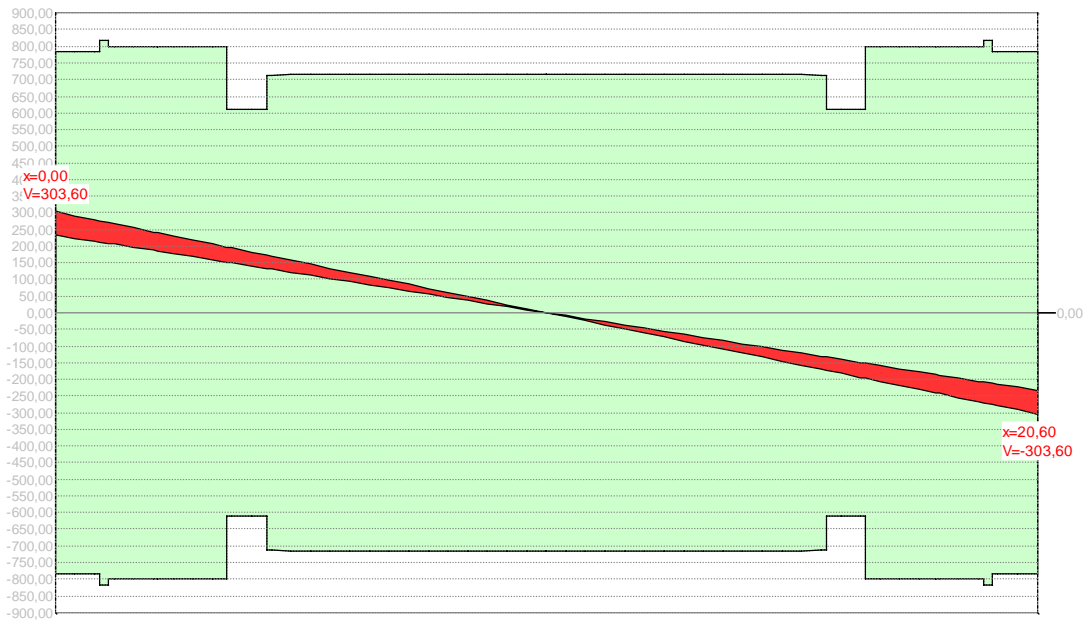


Grafico taglio (t=42gg dopo getto 2^fase)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

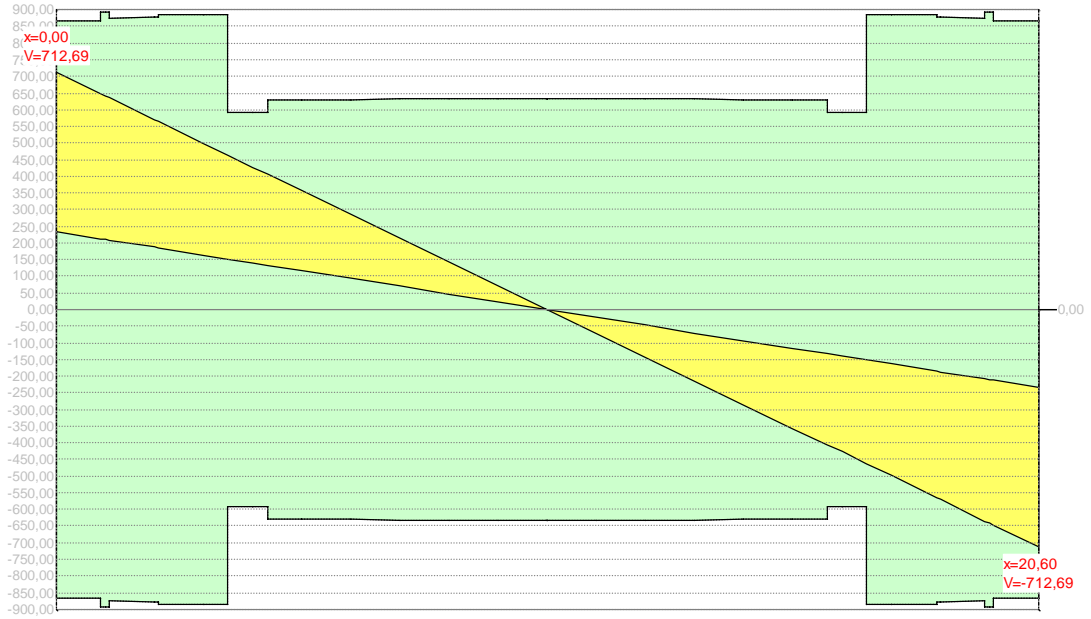


Grafico taglio (t=inf)

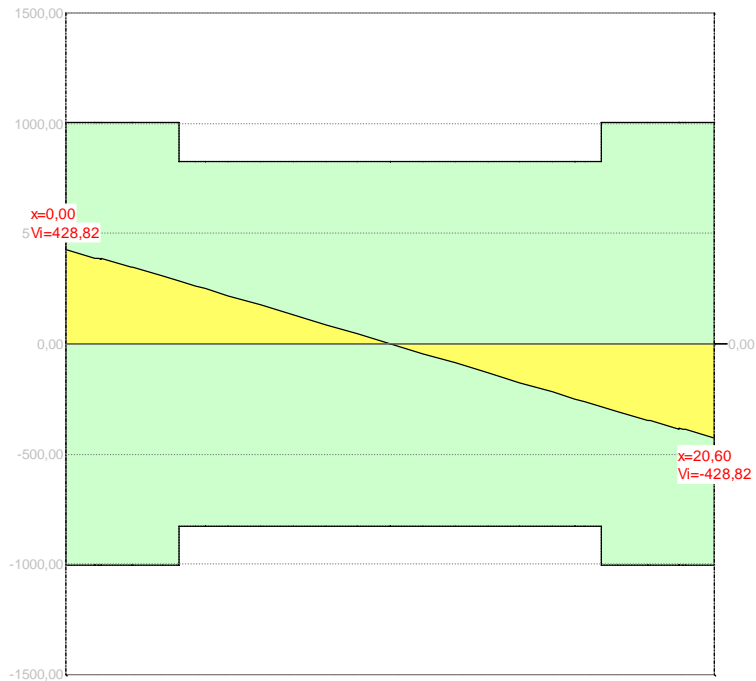
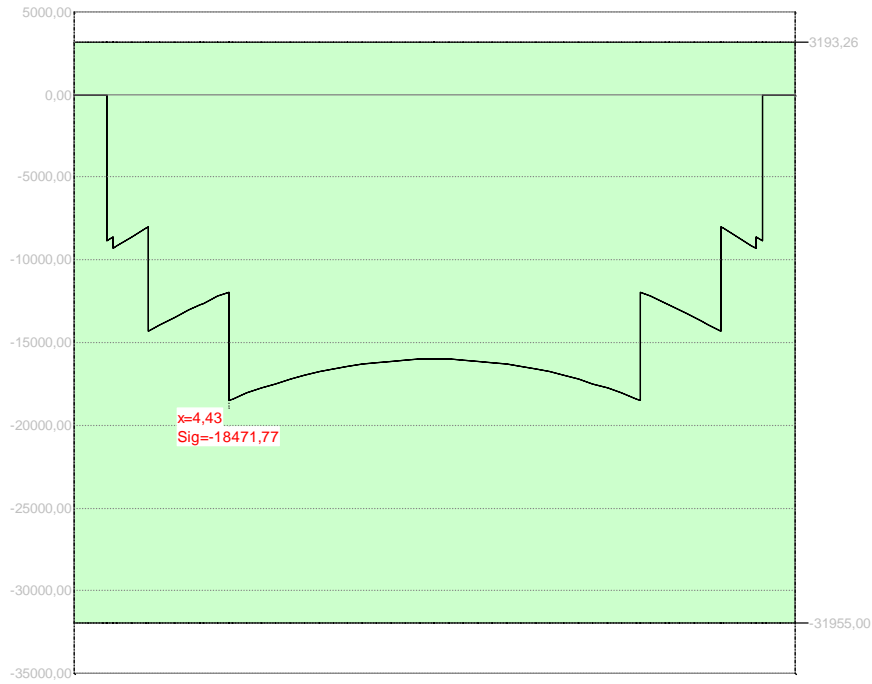


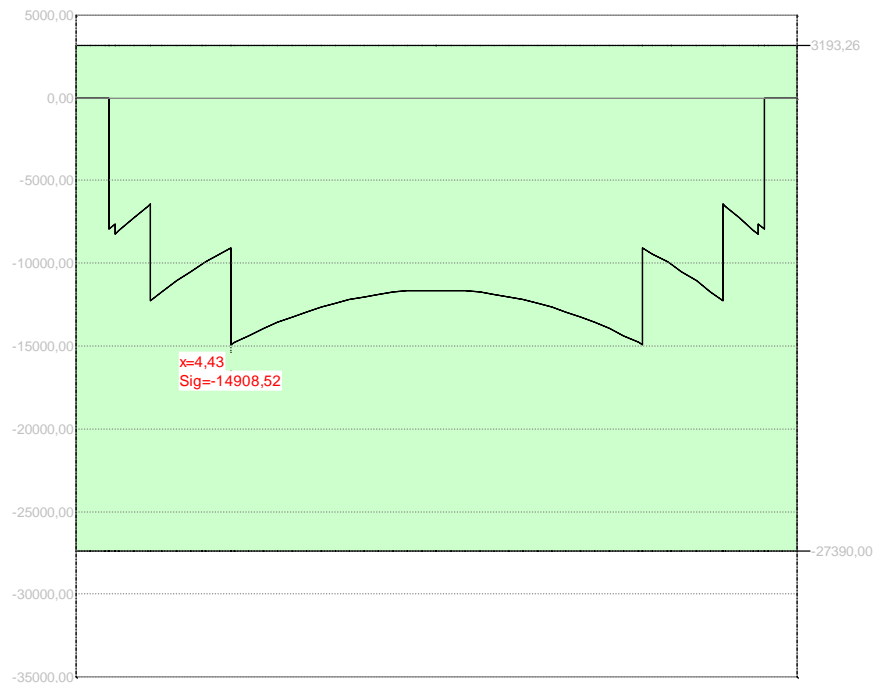
Grafico scorrimento interfaccia getti

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



**Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (t=0 dopo taglio trefoli)**



**Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (t=42 dopo getto 2^fase)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

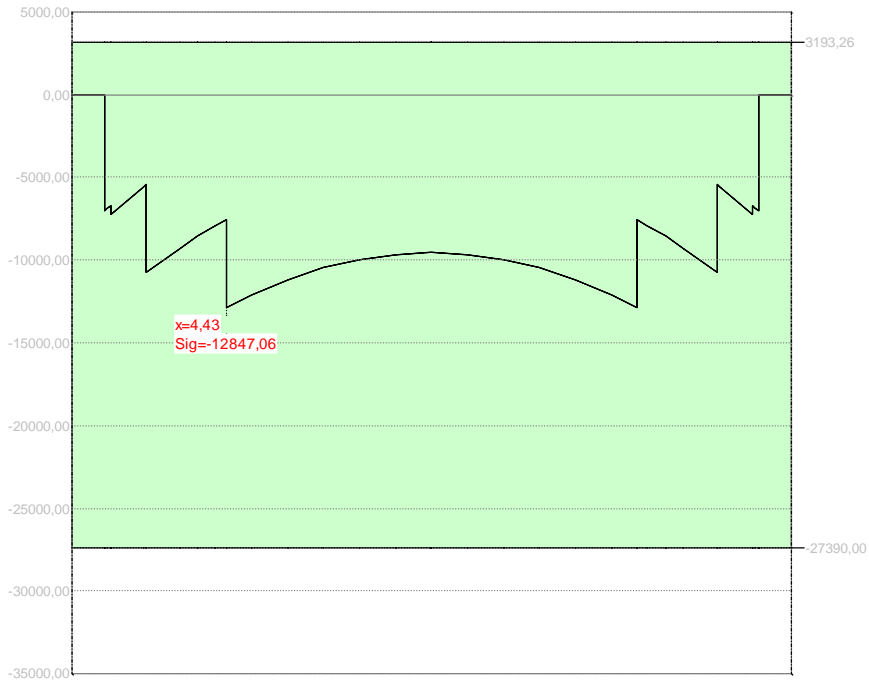


Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (t=inf)

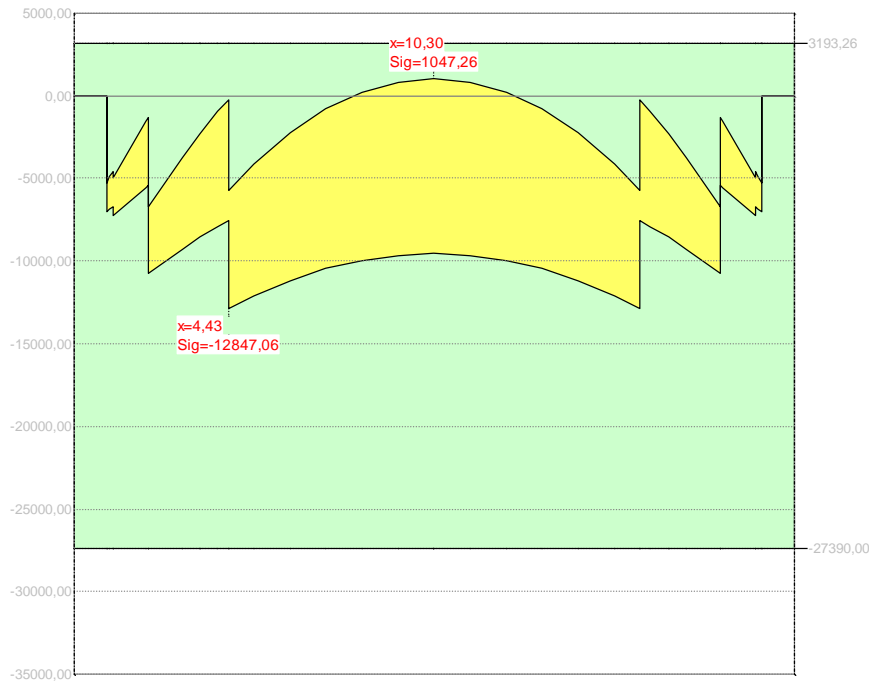
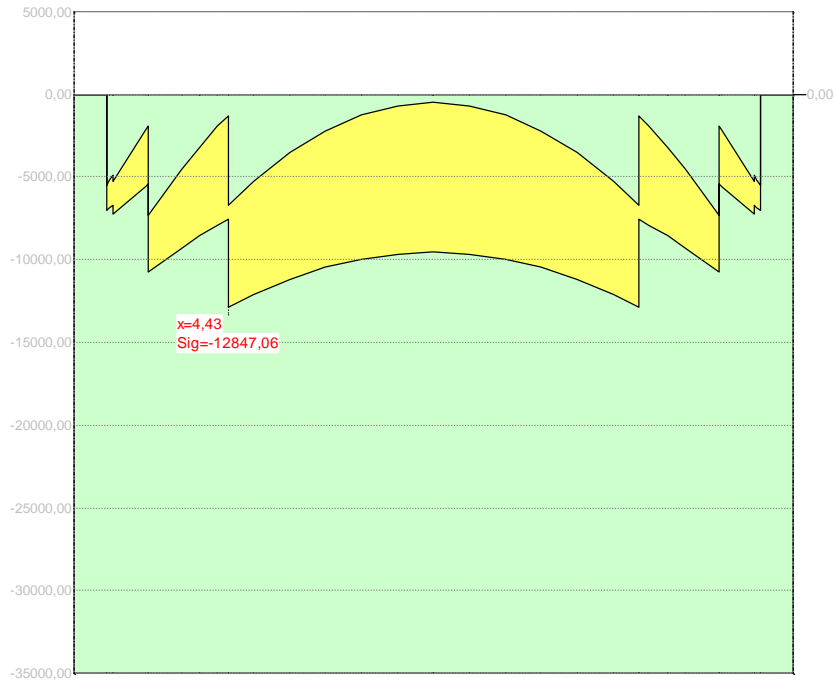


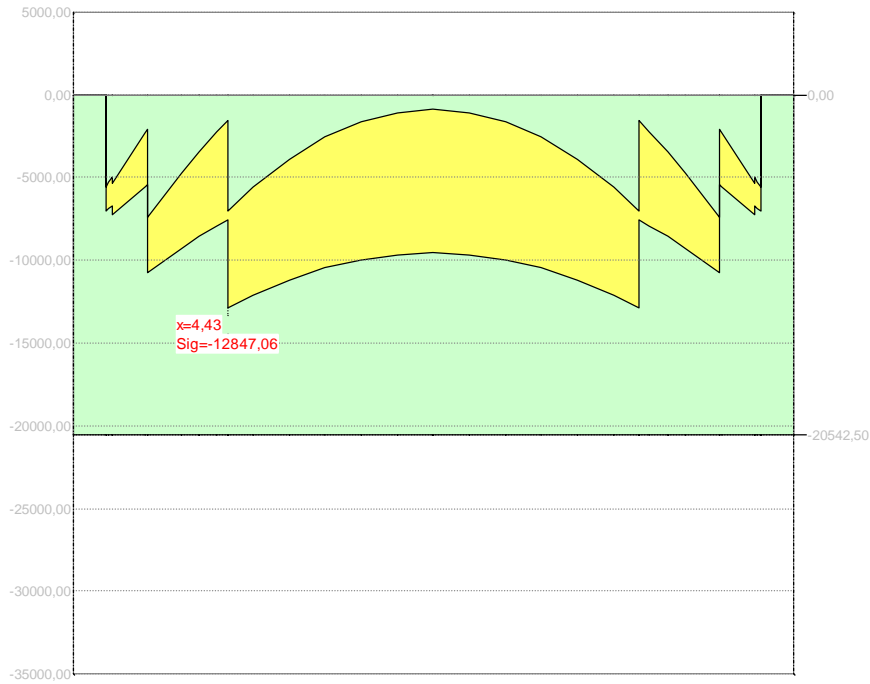
Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (SLE rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



**Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (SLE frequente)**



**Grafico tensioni calcestruzzo – intradosso trave (SLE quasi permanente)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

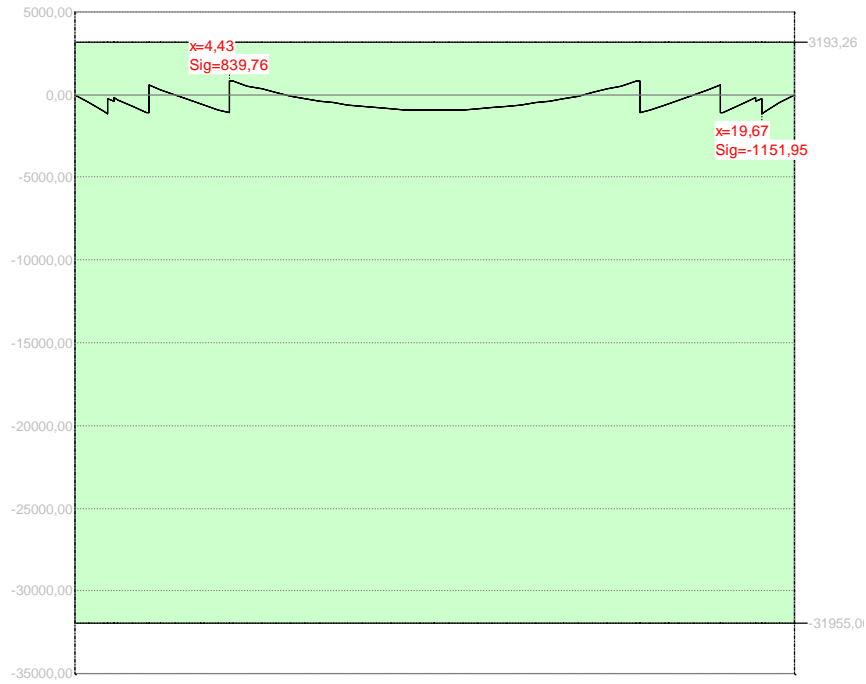


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (t=0 dopo taglio trefoli)

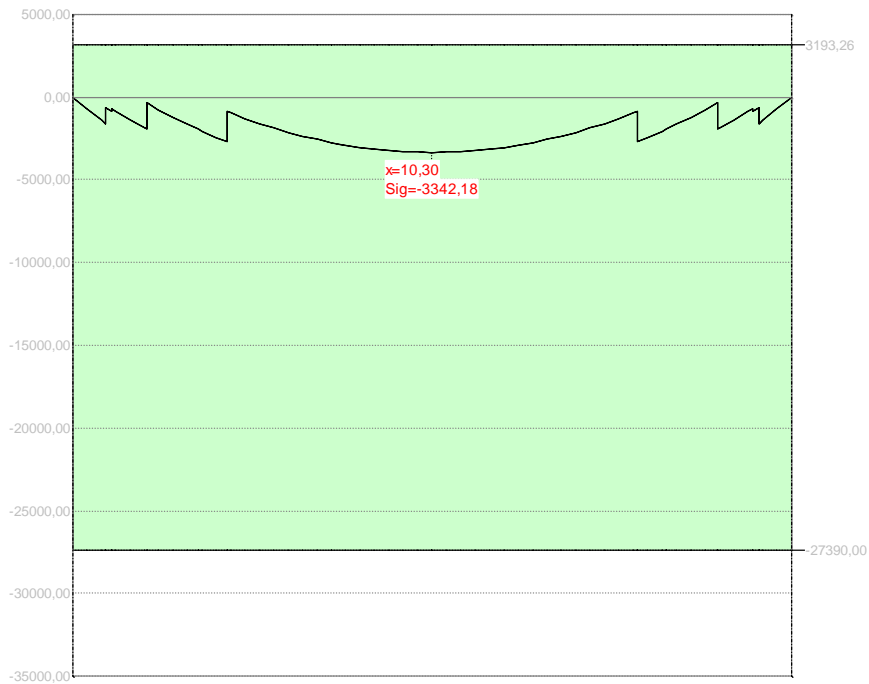


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (t=42 dopo getto 2^fase)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

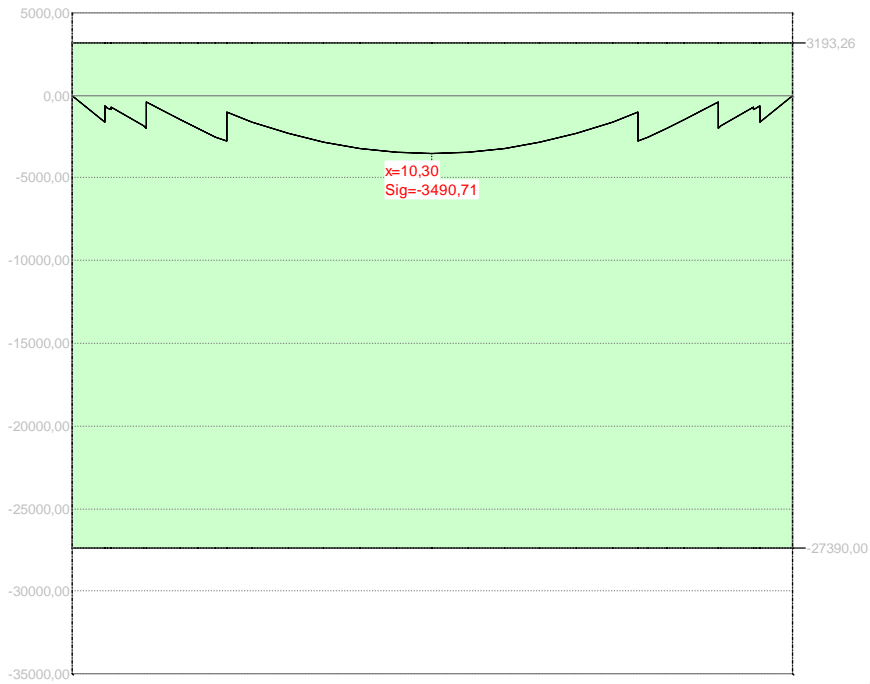


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (t=inf)

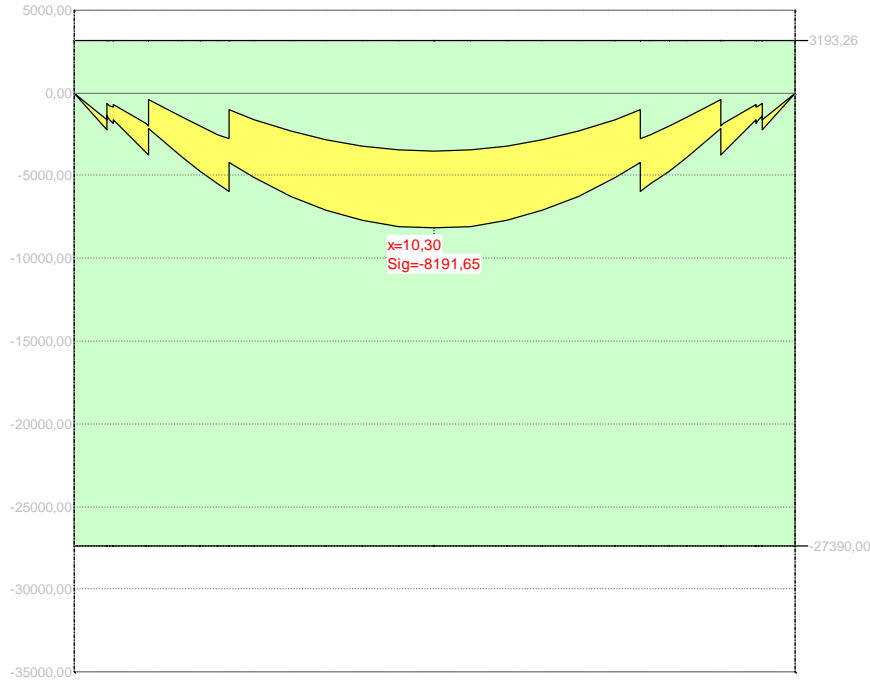
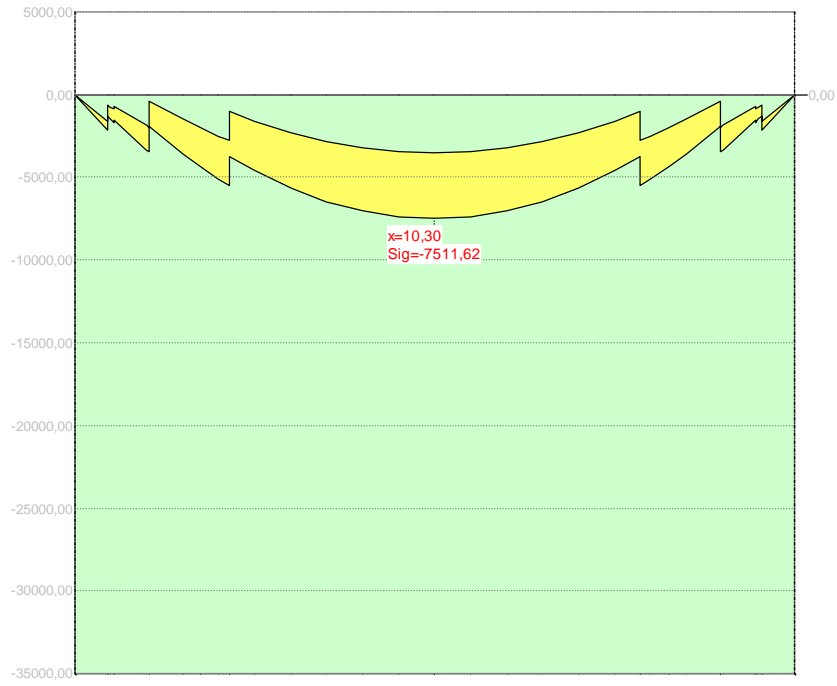


Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (SLE rara)

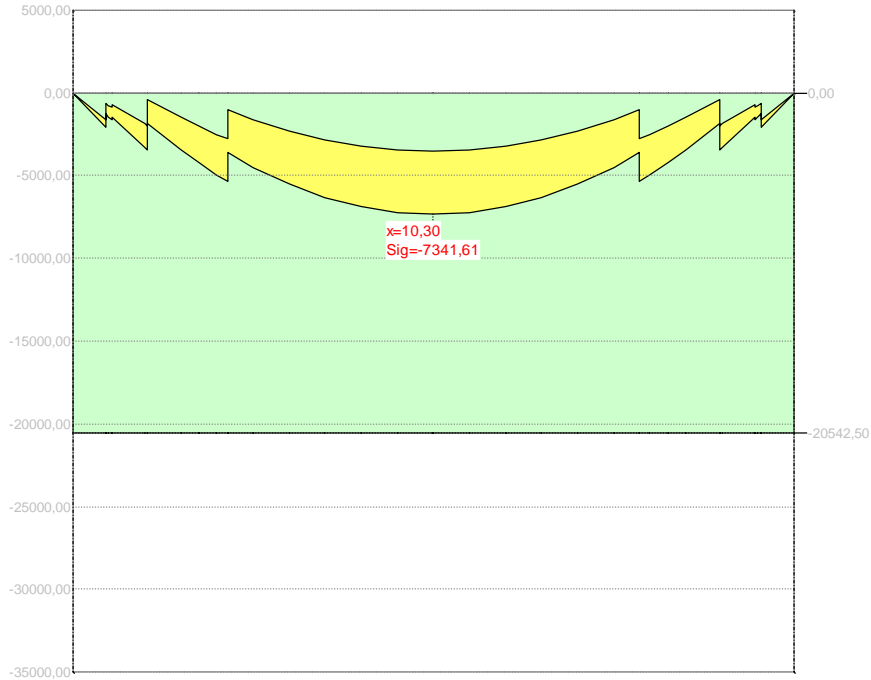


Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



**Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (SLE frequente)**



**Grafico tensioni calcestruzzo – estradosso trave (SLE quasi permanente)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

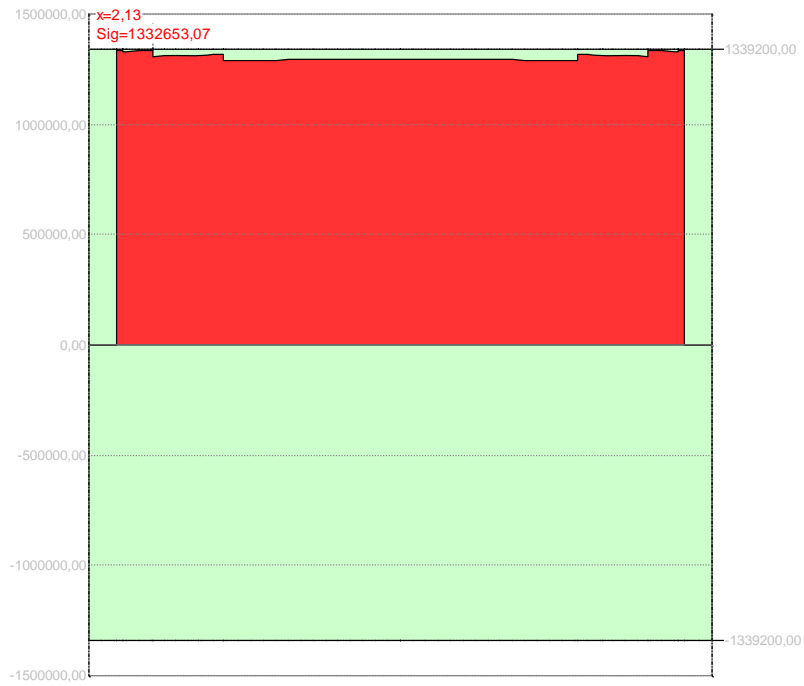


Grafico tensioni acciaio (t=0 dopo taglio trefoli)



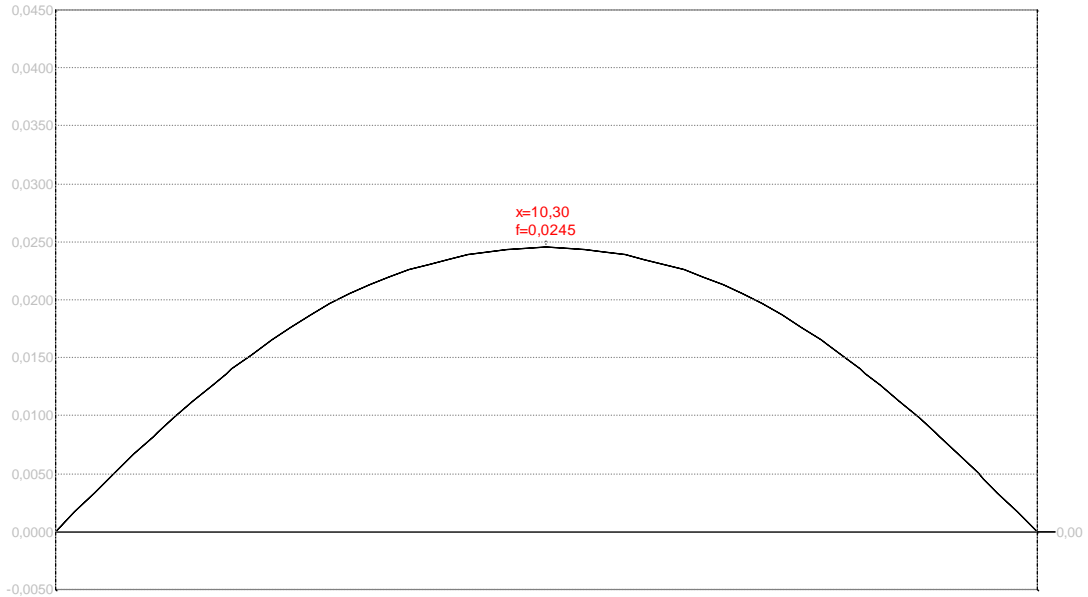
Grafico tensioni acciaio (t=42gg dopo getto 2^fase)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



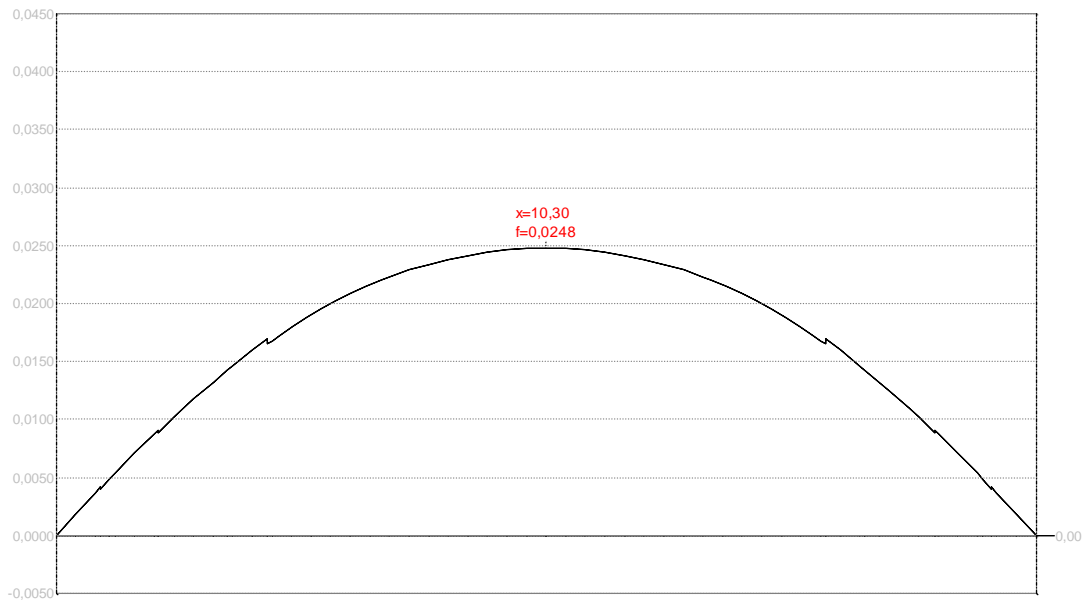
Grafico tensioni acciaio (t=inf)



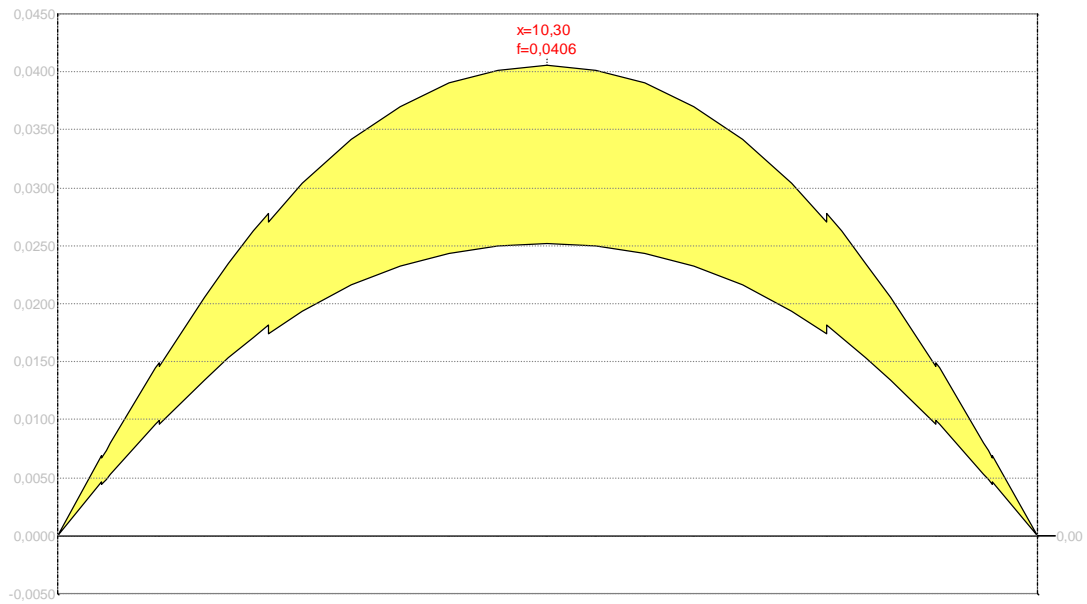
Freccia trave (t=0 dopo taglio trefoli)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



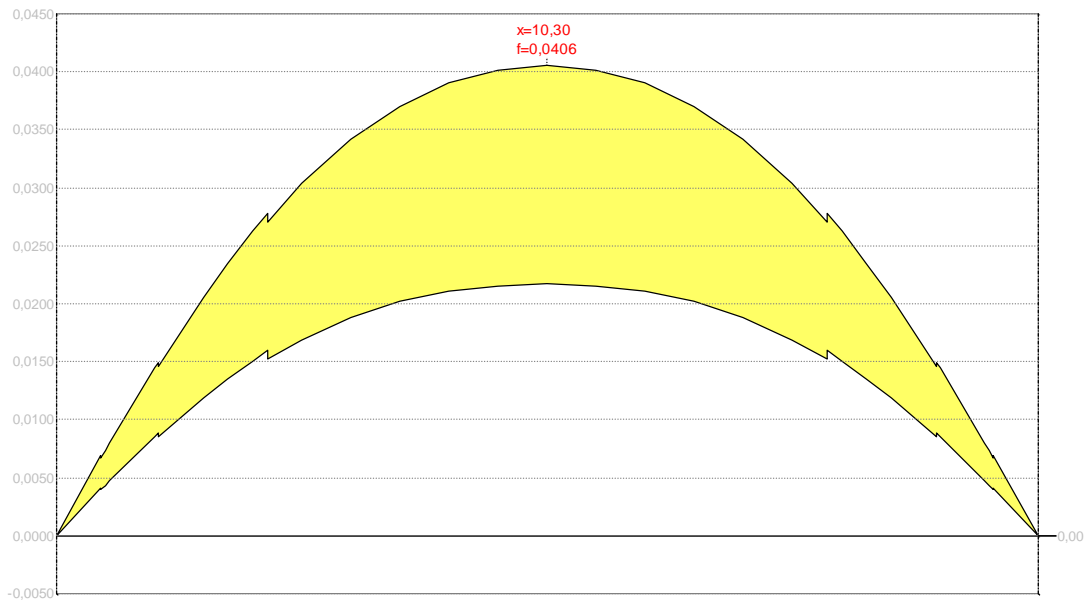
**Freccia trave (dopo getto 2<sup>a</sup> fase)**



**Freccia trave (t=inf SLE quasi permanente)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio



Freccia trave (t=inf SLE rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

22.10 Verifica delle sezioni

Verifica sezione X=0,01 - Appoggio

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	non reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,657	0,0631	0,59

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,04	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø22

Sezione ideale (n=15,000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,691	0,0729	0,56

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>
prima del getto	1,66
dopo getto 2a fase	2,29

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>i,max</sub>
prima del getto	-12,72	0,00
dopo getto 2a fase	-17,56	0,00

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>long,max</sub>	pos.	σ <sub>long,min</sub>	pos.
prima del getto	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	0,00	0,00		0,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,00}=0,00000$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,95	840,74	-0,00058	1,00	0,01000	0,04
(-)	0,03	-8,79	0,00070	0,04	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 2,98 < 840,74$   $K_r=282,572$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	45,000	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,96	1,456	0,002	0,0049	0,00	1,000

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
227,68	785,41	2682,03

$V_{Ed,max} = 303,31 < 785,41$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	non reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>	
1	0,04	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø22

<b>Sezione ideale (n=15,000)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,907	0,1121	0,68

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
trave prefabbricata	-17,08	0,00
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	100,0%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

<b>n.</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	non reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z
25	1,25	1,00
26	-1,25	1,00

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,04	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø22

Sezione ideale (n=15,000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,907	0,1121	0,68

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-17,08	-17,08	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-17,08	-17,08	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-17,08	-23,89	0,00	0,00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-17,08	-22,69	0,00	0,00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	-14,04	0,00	-5,88
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-11,53	0,00	-4,85

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	0,00	1061,18		1061,18	
t=inf.-senza carichi	0,00	1061,18		1061,18	
t=inf.-SLE Rare	0,00	2319,41		1061,18	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	2090,81		1061,18	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Set cavi	0,00	0,00000

fless.	Z asse neutro	Mr	ε <sub>sup</sub>	Z <sub>gsup</sub>	ε <sub>inf</sub>	Z <sub>ginf</sub>
(+)	1,02	922,74	-0,00077	1,10	0,01000	0,04
(-)	0,03	-8,83	0,00070	0,04	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 6,86 < 922,74 \quad K_r=134,478$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	θ [DEG]	b <sub>w</sub>	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	0,014	0,48		0,00226

d	K	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	σ <sub>cp</sub>	α <sub>c</sub>
---	---	-----------------	----------------	-----------------	----------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

d	K	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	σ <sub>cp</sub>	α <sub>c</sub>
1,06	1,434	0,002	0,0045	0,00	1,000

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
239,54	867,22	2961,41

$$V_{Ed,max} = 712,00 < 867,22$$

$$\text{Trazione per taglio (V=712,00) = 356,00 [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0,01 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	428,40	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1001,15	[KN/m]

**Verifica sezione X=1,00 - 1m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,000
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,30	0,002

Armature lente longitudinali :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>	
1	0,04	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø22

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,680	0,0679	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	160,61	-2655,50	-777,94
prima del getto	160,61	-2539,88	-744,07
dopo getto 2a fase	221,73	-2539,33	-743,91

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-301,56	-8773,13
prima del getto	-332,06	-8332,12
dopo getto 2a fase	-713,33	-7816,31

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b>σ<sub>sp</sub></b>	<b>σ<sub>long,max</sub></b>	<b>pos.</b>	<b>σ<sub>long,min</sub></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1331095,64	0,00		0,00	
prima del getto	1273290,40	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1274625,05	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	24,6%	25425,61	1,8%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,1%	132,39	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Δε armature pretese: ε<sub>sp,z=0,30</sub>=0,00669

<b>fless.</b>	<b>Z asse neutro</b>	<b>Mr</b>	<b>ε<sub>sup</sub></b>	<b>Z<sub>g,sup</sub></b>	<b>ε<sub>inf</sub></b>	<b>Z<sub>g,inf</sub></b>
(+)	0,86	2712,98	-0,00175	1,00	0,01000	0,04

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\epsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(-)	0,17	-651,39	0,00835	0,59	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 288,25 < 2712,98 \quad K_r=9,412$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,96	1,456	0,002	0,0042	-3866,16	1,149

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
483,17	816,85	2126,12

$$V_{Ed,max} = 274,13 < 816,85$$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	$J_f$	$Z_g$
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,000
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,30	0,002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,04	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø22

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0,895	0,1049	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>i,max</sub>
trave prefabbricata	-713,48	-7814,23
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	Δσ <sub>sp</sub>	Δσ <sub>sp</sub> /σ <sub>spi</sub>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	75,3%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,000
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,30	0,002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,04	0,002	armatura longit. appoggio 6Ø22

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,895	0,1049	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-713,48	-713,48	-7814,23	-7814,23
t=inf.-senza carichi	-714,28	-714,28	-6900,19	-6900,19
t=inf.-SLE Rare	-714,28	-1572,32	-4995,87	-6900,19
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-714,28	-1417,16	-5340,21	-6900,19

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-79,69	-79,69	-0,69	-0,69
t=inf.-SLE Rare	-79,69	-1059,19	-0,69	-741,65
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-79,69	-882,08	-0,69	-607,67

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	1274351,96	-43424,36		-43424,36	
t=inf.-senza carichi	1277790,82	-38364,40		-38364,40	
t=inf.-SLE Rare	1283592,76	-28019,94		-38364,40	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1282543,63	-29890,47		-38364,40	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Set cavi	0,30	0,00654

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\epsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,93	2994,12	-0,00186	1,10	0,01000	0,04
(-)	0,17	-651,22	0,00848	0,59	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 676,89 < 2994,12 \quad K_r=4,423$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,008	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,06	1,434	0,004	0,0069	-2618,26	1,101

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
473,70	891,54	2569,72

$$V_{Ed,max} = 643,50 < 891,54$$

$$\text{Trazione per taglio } (V=643,50) = 659,72 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=1,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	387,18	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1001,15	[KN/m]

**Verifica sezione X=2,00 - 2m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,000
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,30	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,667	0,0643	0,59

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>	N <sub>precomp.</sub>	M <sub>precomp.</sub>
t=0 dopo taglio trefoli	305,31	-2655,50	-777,94
prima del getto	305,31	-2541,55	-744,56
dopo getto 2a fase	421,49	-2541,02	-744,41

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-1010,46	-8172,72
prima del getto	-1051,56	-7702,70
dopo getto 2a fase	-1800,56	-6644,61

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1332227,40	0,00		0,00	
prima del getto	1275373,48	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1278164,02	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	23,9%	24566,61	1,7%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,1%	120,77	0,0%



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,30}=0,00670$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,90	1909,87	-0,00142	1,00	0,01000	0,16
(-)	0,24	-532,13	0,00528	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 547,94 < 1909,87$   $K_r=3,486$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,002	0,0043	-3868,71	1,150

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
475,48	799,84	2082,01

$V_{Ed,max} = 244,65 < 799,84$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,000
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,30	0,002

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,883	0,0997	0,70

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
trave prefabbricata	-1798,27	-6645,90
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	75,9%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,000
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,30	0,002

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,883	0,0997	0,70

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-1798,27	-1798,27	-6645,90	-6645,90
t=inf.-senza carichi	-1808,97	-1808,97	-5665,45	-5665,45
t=inf.-SLE Rare	-1808,97	-3475,86	-1793,56	-5665,45
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-1808,97	-3174,45	-2493,69	-5665,45

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-94,83	-94,83	-9,24	-9,24
t=inf.-SLE Rare	-94,83	-2012,57	-9,24	-1448,68
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-94,83	-1665,80	-9,24	-1188,39

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1277888,58	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1281561,64	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1293481,85	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1291326,39	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Set cavi	0,30	0,00655

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g<sup>sup</sup></sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g<sup>inf</sup></sub>
(+)	0,97	2135,94	-0,00166	1,10	0,01000	0,16
(-)	0,23	-532,59	0,00538	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 1285,53 < 2135,94 \quad K_r=1,662$$

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,008	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,002	0,0039	-2620,19	1,101

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
421,18	876,96	2447,93

$$V_{Ed,max} = 574,31 < 876,96$$

Trazione per taglio ( $V=574,31$ ) = 616,86 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione  $X=2,00$  risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	352,20	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	$\pm 470,08$	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	$\pm 1001,15$	[KN/m]

**Verifica sezione  $X=3,00$  - 3m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	$J_f$	$Z_g$
---	-------	-------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,24	0,003

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,672	0,0653	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	433,31	-3793,57	-1324,33
prima del getto	433,31	-3584,38	-1251,30
dopo getto 2a fase	598,20	-3583,41	-1250,96

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-135,27	-13331,65
prima del getto	-280,64	-12383,39
dopo getto 2a fase	-1335,29	-10912,75

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1310236,29	0,00		0,00	
prima del getto	1238653,90	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1243269,94	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	34,6%	41257,86	2,9%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	199,65	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,24}=0,00661$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,85	2916,40	-0,00203	1,00	0,01000	0,11
(-)	0,29	-457,44	0,00364	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 777,66 < 2916,40$   $K_r=3,750$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-5456,09	1,211

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
609,88	799,84	2193,14

$V_{Ed,max} = 215,17 < 799,84$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,24	0,003

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,888	0,1012	0,70

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
trave prefabbricata	-1329,86	-10916,73
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	65,3%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,24	0,003

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,888	0,1012	0,70

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-1329,86	-1329,86	-10916,73	-10916,73
t=inf.-senza carichi	-1402,80	-1402,80	-9404,64	-9404,64
t=inf.-SLE Rare	-1402,80	-3755,52	-4015,91	-9404,64
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-1402,80	-3330,09	-4990,33	-9404,64

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-199,86	-199,86	-62,99	-62,99
t=inf.-SLE Rare	-199,86	-2900,06	-62,99	-2094,67
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-199,86	-2411,80	-62,99	-1727,29

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1242897,94	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1248949,41	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1267814,53	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1264403,26	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Set cavi	0,24	0,00637

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g sup</sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g inf</sub>
(+)	0,93	3220,40	-0,00209	1,10	0,01000	0,11
(-)	0,28	-464,59	0,00384	0,59	-0,00350	0,00



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 1824,52 < 3220,40 \quad K_r=1,765$$

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,003	0,0056	-3689,69	1,143

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
529,67	884,93	2289,63

$$V_{Ed,max} = 505,11 < 884,93$$

Trazione per taglio ( $V=505,11$ ) = 631,39 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione  $X=3,00$  risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	309,76	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	$\pm 470,08$	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	$\pm 1001,15$	[KN/m]

**Verifica sezione  $X=4,00$  - 4m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	$J_f$	$Z_g$
---	-------	-------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,24	0,003

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,672	0,0653	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	544,98	-3793,57	-1324,33
prima del getto	544,98	-3590,98	-1253,60
dopo getto 2a fase	752,37	-3590,06	-1253,28

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-849,55	-12335,64
prima del getto	-990,33	-11417,28
dopo getto 2a fase	-2316,80	-9567,63

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1313362,56	0,00		0,00	
prima del getto	1244037,40	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1249843,12	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	33,2%	38885,03	2,8%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	181,45	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,24}=0,00662$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,85	2916,40	-0,00203	1,00	0,01000	0,11
(-)	0,29	-457,07	0,00363	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 978,08 < 2916,40$   $K_r=2,982$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-5466,14	1,211

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
610,56	533,22	2193,85

$V_{Ed,max} = 185,70 < 610,56$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,24	0,003

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,888	0,1012	0,70

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>
trave prefabbricata	-2315,96	-9565,50
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	66,6%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,000
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,24	0,003

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,888	0,1012	0,70

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-2315,96	-2315,96	-9565,50	-9565,50
t=inf.-senza carichi	-2388,90	-2388,90	-8053,40	-8053,40
t=inf.-SLE Rare	-2388,90	-5347,49	-1276,96	-8053,40
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2388,90	-4812,50	-2502,31	-8053,40

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-199,86	-199,86	-62,99	-62,99
t=inf.-SLE Rare	-199,86	-3595,42	-62,99	-2617,87
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-199,86	-2981,42	-62,99	-2155,89

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1249519,48	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1255570,95	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1279294,25	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1275004,51	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Set cavi	0,24	0,00641

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g sup</sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g inf</sub>
(+)	0,93	3220,40	-0,00209	1,10	0,01000	0,11
(-)	0,28	-463,56	0,00381	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 2294,54 < 3220,40 \quad K_r=1,404$$

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,003	0,0056	-3697,34	1,143

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
530,24	589,95	2290,22

$$V_{Ed,max} = 435,92 < 589,95$$

Trazione per taglio ( $V=435,92$ ) = 544,90 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione  $X=4,00$  risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	267,33	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	$\pm 470,08$	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	$\pm 824,13$	[KN/m]

**Verifica sezione  $X=5,00$  - 5m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	$J_f$	$Z_g$
---	-------	-------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,676	0,0665	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	640,36	-4931,64	-1927,62
prima del getto	640,36	-4598,38	-1797,35
dopo getto 2a fase	884,05	-4596,86	-1796,76

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	508,88	-18016,89
prima del getto	200,51	-16422,67
dopo getto 2a fase	-1342,39	-14301,49

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1287881,86	0,00		0,00	
prima del getto	1202172,99	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1209622,50	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	42,7%	58224,88	4,1%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	271,92	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,20}=0,00653$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,78	3903,55	-0,00302	1,00	0,01000	0,06
(-)	0,33	-350,42	0,00273	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 1149,27 < 3903,55$   $K_r=3,397$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-6999,58	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
714,34	533,22	2263,93

$V_{Ed,max} = 156,22 < 714,34$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,892	0,1030	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>
trave prefabbricata	-1336,29	-14304,28
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	57,1%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,20	0,004

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,892	0,1030	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-1336,29	-1336,29	-14304,28	-14304,28
t=inf.-senza carichi	-1483,55	-1483,55	-12250,25	-12250,25
t=inf.-SLE Rare	-1483,55	-4933,95	-4465,07	-12250,25
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-1483,55	-4310,04	-5872,82	-12250,25

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-317,26	-317,26	-127,17	-127,17
t=inf.-SLE Rare	-317,26	-4267,10	-127,17	-3106,76
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-317,26	-3552,87	-127,17	-2567,98

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	1209176,53	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1217827,01	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1247528,47	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1242157,73	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Set cavi	0,20	0,00620

fless.	Z asse neutro	Mr	ε <sub>sup</sub>	Z <sub>g, sup</sub>	ε <sub>inf</sub>	Z <sub>g, inf</sub>
(+)	0,88	4332,28	-0,00275	1,10	0,01000	0,06
(-)	0,32	-373,88	0,00301	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 2695,63 < 4332,28 \quad K_r=1,607$$

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,004	0,0072	-4726,02	1,183

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
630,43	589,95	2369,90

$$V_{Ed,max} = 366,72 < 630,43$$

Trazione per taglio ( $V=366,72$ ) = 458,41 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=5,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	224,90	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±824,13	[KN/m]

**Verifica sezione X=6,00 - 6m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
---	----------------	----------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,676	0,0665	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	719,02	-4931,64	-1927,62
prima del getto	719,02	-4604,97	-1799,93
dopo getto 2a fase	992,64	-4603,50	-1799,36

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	10,89	-17332,23
prima del getto	-291,39	-15769,57
dopo getto 2a fase	-2023,80	-13387,84

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1290286,33	0,00		0,00	
prima del getto	1206273,68	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1214638,21	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	41,9%	56399,88	4,0%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	258,10	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,20}=0,00653$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,78	3903,55	-0,00302	1,00	0,01000	0,06
(-)	0,33	-349,81	0,00272	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 1290,43 < 3903,55$   $K_r=3,025$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-7009,62	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
715,02	533,22	2263,93

$V_{Ed,max} = 126,75 < 715,02$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,892	0,1030	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
trave prefabbricata	-2016,71	-13392,13
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	57,9%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,20	0,004

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,892	0,1030	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-2016,71	-2016,71	-13392,13	-13392,13
t=inf.-senza carichi	-2163,98	-2163,98	-11338,10	-11338,10
t=inf.-SLE Rare	-2163,98	-6038,83	-2595,21	-11338,10
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2163,98	-5338,17	-4176,14	-11338,10

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-317,26	-317,26	-127,17	-127,17
t=inf.-SLE Rare	-317,26	-4752,99	-127,17	-3473,30
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-317,26	-3950,91	-127,17	-2868,24

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	1214198,18	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1222848,66	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1256203,87	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1250172,44	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Set cavi	0,20	0,00623

fless.	Z asse neutro	Mr	ε <sub>sup</sub>	Z <sub>g sup</sub>	ε <sub>inf</sub>	Z <sub>g inf</sub>
(+)	0,88	4332,28	-0,00275	1,10	0,01000	0,06
(-)	0,32	-372,15	0,00299	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 3027,02 < 4332,28 \quad K_r=1,431$$

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,004	0,0072	-4733,62	1,183

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
630,99	589,95	2370,49

$$V_{Ed,max} = 297,53 < 630,99$$

Trazione per taglio ( $V=297,53$ ) = 371,91 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=6,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	182,46	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±824,13	[KN/m]

**Verifica sezione X=7,00 - 7m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
---	----------------	----------------



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,676	0,0665	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	781,76	-4931,64	-1927,62
prima del getto	781,76	-4610,23	-1801,99
dopo getto 2a fase	1079,25	-4608,80	-1801,43

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-386,35	-16786,11
prima del getto	-683,75	-15248,62
dopo getto 2a fase	-2567,33	-12659,06

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1292204,28	0,00		0,00	
prima del getto	1209544,63	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1218639,03	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	41,3%	54944,16	3,9%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	247,07	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,20}=0,00654$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,78	3903,55	-0,00302	1,00	0,01000	0,06
(-)	0,33	-349,03	0,00271	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 1403,03 < 3903,55$   $K_r=2,782$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-7017,63	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
715,57	533,22	2263,93

$V_{Ed,max} = 97,27 < 715,57$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,892	0,1030	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>
trave prefabbricata	-2554,11	-12671,72
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	58,5%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,20	0,004

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,892	0,1030	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-2554,11	-2554,11	-12671,72	-12671,72
t=inf.-senza carichi	-2701,38	-2701,38	-10617,68	-10617,68
t=inf.-SLE Rare	-2701,38	-6912,14	-1116,88	-10617,68
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2701,38	-6150,74	-2834,85	-10617,68

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-317,26	-317,26	-127,17	-127,17
t=inf.-SLE Rare	-317,26	-5137,53	-127,17	-3763,37
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-317,26	-4265,91	-127,17	-3105,86

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1218164,27	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1226814,74	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1263061,53	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1256507,23	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Set cavi	0,20	0,00625

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g<sup>sup</sup></sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g<sup>inf</sup></sub>
(+)	0,88	4332,28	-0,00275	1,10	0,01000	0,06
(-)	0,32	-370,91	0,00297	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 3290,16 < 4332,28 \quad K_r=1,317$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,004	0,0072	-4739,63	1,183

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
631,44	589,95	2370,96

$$V_{Ed,max} = 228,34 < 631,44$$

$$\text{Trazione per taglio } (V=228,34) = 285,42 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=7,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	140,03	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±824,13	[KN/m]

**Verifica sezione X=8,00 - 8m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
---	----------------	----------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,676	0,0665	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	827,42	-4931,64	-1927,62
prima del getto	827,42	-4614,06	-1803,48
dopo getto 2a fase	1142,29	-4612,66	-1802,94

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-675,45	-16388,66
prima del getto	-969,31	-14869,47
dopo getto 2a fase	-2962,90	-12128,67

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1293600,13	0,00		0,00	
prima del getto	1211925,18	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1221550,76	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	40,8%	53884,71	3,8%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	239,04	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,20}=0,00655$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,78	3903,55	-0,00302	1,00	0,01000	0,06
(-)	0,33	-348,68	0,00271	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 1484,98 < 3903,55$   $K_r=2,629$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-7023,46	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
715,96	533,22	2263,93

$V_{Ed,max} = 67,79 < 715,96$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,892	0,1030	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e,max</sub></b>	<b>σ<sub>i,max</sub></b>
trave prefabbricata	-2952,94	-12137,06
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	59,0%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,20	0,004

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,892	0,1030	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	-2952,94	-2952,94	-12137,06	-12137,06
t=inf.-senza carichi	-3100,21	-3100,21	-10083,03	-10083,03
t=inf.-SLE Rare	-3100,21	-7558,34	-24,08	-10083,03
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-3100,21	-6752,20	-1842,98	-10083,03

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>e,min</sub>	σ <sub>i,max</sub>	σ <sub>i,min</sub>
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-317,26	-317,26	-127,17	-127,17
t=inf.-SLE Rare	-317,26	-5420,70	-127,17	-3976,99
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-317,26	-4497,88	-127,17	-3280,85

Tensioni sugli acciai	σ <sub>sp</sub>	σ <sub>sl,max</sub>	pos.	σ <sub>sl,min</sub>	pos.
dopo maturazione getto in opera	1221107,68	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1229758,16	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1268134,34	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1261194,99	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	Δε <sub>sp</sub>
Set cavi	0,20	0,00626

fless.	Z asse neutro	Mr	ε <sub>sup</sub>	Z <sub>g, sup</sub>	ε <sub>inf</sub>	Z <sub>g, inf</sub>
(+)	0,88	4332,28	-0,00275	1,10	0,01000	0,06
(-)	0,32	-369,60	0,00296	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 3482,97 < 4332,28 \quad K_r=1,244$$

Verifica rottura per taglio  $t=inf.$

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,004	0,0072	-4744,08	1,183

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
631,78	589,95	2371,30

$$V_{Ed,max} = 159,14 < 631,78$$

Trazione per taglio ( $V=159,14$ ) = 198,93 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=8,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	97,60	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±824,13	[KN/m]

**Verifica sezione X=9,00 - 9m appoggio**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
---	----------------	----------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,676	0,0665	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	857,14	-4931,64	-1927,62
prima del getto	857,14	-4616,55	-1804,46
dopo getto 2a fase	1183,32	-4615,17	-1803,92

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-863,61	-16129,97
prima del getto	-1155,17	-14622,71
dopo getto 2a fase	-3220,36	-11783,46

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1294508,64	0,00		0,00	
prima del getto	1213474,58	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1223445,89	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	40,5%	53195,15	3,8%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	233,82	0,0%

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,20}=0,00655$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,78	3903,55	-0,00302	1,00	0,01000	0,06
(-)	0,33	-348,52	0,00270	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 1538,31 < 3903,55$   $K_r=2,538$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-7027,25	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
716,22	533,22	2263,93

$V_{Ed,max} = 38,32 < 716,22$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,892	0,1030	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>
trave prefabbricata	-3206,40	-11797,29
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	59,3%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,20	0,004

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,892	0,1030	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-3206,40	-3206,40	-11797,29	-11797,29
t=inf.-senza carichi	-3353,67	-3353,67	-9743,25	-9743,25
t=inf.-SLE Rare	-3353,67	-7970,63	674,06	-9743,25
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-3353,67	-7135,77	-1209,64	-9743,25

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-317,26	-317,26	-127,17	-127,17
t=inf.-SLE Rare	-317,26	-5602,52	-127,17	-4114,15
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-317,26	-4646,82	-127,17	-3393,20

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1222978,25	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1231628,73	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1271372,11	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1264185,54	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Set cavi	0,20	0,00627

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g<sup>sup</sup></sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g<sup>inf</sup></sub>
(+)	0,88	4332,28	-0,00275	1,10	0,01000	0,06
(-)	0,32	-369,02	0,00295	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 3607,49 < 4332,28 \quad K_r=1,201$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,004	0,0072	-4746,92	1,184

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
631,99	589,95	2371,52

$$V_{Ed,max} = 89,95 < 631,99$$

$$\text{Trazione per taglio } (V=89,95) = 112,44 \text{ [KN]}$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=9,00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	55,16	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±824,13	[KN/m]

**Verifica sezione X=10,30 - mezzeria**

**Prima fase: sola trave**

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
---	----------------	----------------

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,657	0,0631	0,59

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f,id</sub></b>	<b>Z<sub>g,id</sub></b>
	0,676	0,0665	0,58

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	41,4%	30488,03	2,2%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	871,20	-4931,64	-1927,62
prima del getto	871,20	-4617,73	-1804,92
dopo getto 2a fase	1202,73	-4616,36	-1804,38

Tensioni nei materiali in prima fase

<b>Tensioni sul calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_{e,max}</math></b>	<b><math>\sigma_{i,max}</math></b>
t=0 dopo taglio trefoli	-952,64	-16007,57
prima del getto	-1243,10	-14505,95
dopo getto 2a fase	-3342,18	-11620,13

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b><math>\sigma_{sp}</math></b>	<b><math>\sigma_{long,max}</math></b>	<b>pos.</b>	<b><math>\sigma_{long,min}</math></b>	<b>pos.</b>
t=0 dopo taglio trefoli	1294938,48	0,00		0,00	
prima del getto	1214207,65	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1224342,54	0,00		0,00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	14917,50	1,1%
rilassamento acciaio	25,9%	19073,43	1,4%
viscosità cls	40,3%	52868,90	3,7%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	80,60	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	67,71	0,0%
viscosità cls	0,2%	231,35	0,0%



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$  armature pretese:  $\varepsilon_{sp,z=0,20}=0,00655$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{gsup}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{ginf}$
(+)	0,78	3903,55	-0,00302	1,00	0,01000	0,06
(-)	0,33	-348,45	0,00270	0,59	-0,00350	0,00

$M_{d,max} = 1563,55 < 3903,55$   $K_r=2,497$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0,94	1,461	0,003	0,0062	-7029,05	1,250

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
716,34	533,22	2263,93

$V_{Ed,max} = 0,00 < 716,34$

**Seconda fase: trave + getto in opera**

dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0,20	0,004

<b>Sezione ideale (n=5,355)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0,892	0,1030	0,69

Sollecitazioni e frecce :

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>V</b>	<b>frecce</b>
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>
trave prefabbricata	-3343,45	-11613,57
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spi</sub></b>
ritiro cls	48,9%	28584,40	2,0%
rilassamento acciaio	32,6%	24013,41	1,7%
viscosità cls	59,5%	77933,14	5,5%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-1,25	1,00	prefabb.:
2	0,00	1,00	reag.trazione
3	1,25	1,00	
4	1,24	0,96	
5	1,23	0,95	
6	0,91	0,95	
7	0,86	0,90	
8	0,83	0,00	
9	0,59	0,00	
10	0,55	0,90	
11	0,50	0,95	
12	0,00	0,95	
13	-0,50	0,95	
14	-0,55	0,90	
15	-0,59	0,00	
16	-0,83	0,00	
17	-0,86	0,90	
18	-0,91	0,95	

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

n.	Y	Z	
19	-1,23	0,95	
20	-1,24	0,96	fine prefabb.
21	-1,25	1,00	
22	-1,25	1,00	getto in opera
23	-1,25	1,10	(m=0,864)
24	1,25	1,10	non reag.trazione
25	1,25	1,00	
26	-1,25	1,00	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0,873	0,0976	0,70

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,06	0,001
2	0,11	0,001
3	0,16	0,001
4	0,21	0,001
5	0,59	0,001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0,20	0,004

Sezione ideale (n=5,355)	A <sub>id</sub>	J <sub>f, id</sub>	Z <sub>g, id</sub>
	0,892	0,1030	0,69

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	-3343,45	-3343,45	-11613,57	-11613,57
t=inf.-senza carichi	-3490,71	-3490,71	-9559,54	-9559,54
t=inf.-SLE Rare	-3490,71	-8191,65	1047,26	-9559,54
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-3490,71	-7341,61	-870,70	-9559,54

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-317,26	-317,26	-127,17	-127,17
t=inf.-SLE Rare	-317,26	-5698,66	-127,17	-4186,66
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-317,26	-4725,57	-127,17	-3452,61

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1223989,67	0,00		0,00	
t=inf.-senza carichi	1232640,15	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Rare	1273106,43	0,00		0,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1265789,14	0,00		0,00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Set cavi	0,20	0,00628

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g<sup>sup</sup></sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g<sup>inf</sup></sub>
(+)	0,88	4332,28	-0,00275	1,10	0,01000	0,06
(-)	0,32	-368,94	0,00294	0,59	-0,00350	0,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

$$M_{d,max} = 3670,36 < 4332,28 \quad K_r=1,180$$

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	$\theta$ [DEG]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0,007	0,48		0,00151

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
1,04	1,439	0,004	0,0072	-4748,45	1,184

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
632,10	589,95	2371,64

$$V_{Ed,max} = 0,00 < 632,10$$

Trazione per taglio ( $V=0,00$ ) = 0,00 [KN]

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,480 [m<sup>2</sup>] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=10,30 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0,00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±470,08	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0015	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±824,13	[KN/m]

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

## 23. MODI DI VIBRARE E MASSE PARTECIPANTI

Di seguito si riportano i modi di vibrare dei vari blocchi in cui è stata divisa la struttura, le rispettive frequenze naturali e la percentuale di massa partecipante nelle tre direzioni (x, y, z).

### BLOCCO A

MODE	PARTICIPATION FOR	TRANSLATIONAL	EXCITATION			
Mode	Frequency	Modal Mass	Modal Stiff	PF-X	PF-Y	PF-Z
	(Hz)	(Eng)	(Eng)	(%)	(%)	(%)
1	2.3254E+00	2.6451E+06	5.6466E+08	46.240	36.772	0.076
2	3.6773E+00	8.1969E+05	4.3758E+08	11.075	19.109	4.149
3	4.3080E+00	3.3955E+05	2.4878E+08	0.636	2.325	54.747
4	4.4282E+00	9.0579E+05	7.0119E+08	7.029	0.067	38.480
5	5.5039E+00	9.9216E+05	1.1865E+09	0.290	6.155	1.881
6	6.2818E+00	3.3518E+05	5.2216E+08	4.406	0.055	0.127
7	6.8146E+00	1.5079E+05	2.7644E+08	0.019	2.827	0.383
8	8.9223E+00	2.0022E+05	6.2927E+08	1.824	0.188	0.076
9	1.0278E+01	1.1941E+05	4.9803E+08	0.030	0.000	0.006
10	1.1393E+01	2.6571E+05	1.3616E+09	0.003	0.274	0.012
11	1.2033E+01	5.5451E+04	3.1699E+08	0.029	0.125	0.000
12	1.2909E+01	5.0559E+05	3.3263E+09	0.277	0.096	0.009
13	1.4383E+01	7.7887E+04	6.3610E+08	0.012	0.008	0.000
14	1.4973E+01	5.8975E+04	5.2196E+08	1.419	0.854	0.003
15	1.5488E+01	6.6206E+04	6.2701E+08	0.003	0.003	0.001
16	1.5776E+01	2.7982E+04	2.7495E+08	2.548	2.017	0.002
17	1.7017E+01	5.3089E+04	6.0689E+08	1.286	2.063	0.005
18	1.7068E+01	4.3612E+04	5.0157E+08	0.138	0.533	0.001
19	1.7450E+01	6.9533E+04	8.3590E+08	0.119	0.239	0.000
20	1.8465E+01	7.1732E+04	9.6557E+08	3.357	4.910	0.002
21	1.8972E+01	8.0997E+04	1.1510E+09	5.044	5.537	0.002
22	1.9241E+01	3.6032E+04	5.2660E+08	0.115	0.932	0.000
23	2.0166E+01	4.9329E+04	7.9193E+08	0.479	0.456	0.002
24	2.0653E+01	4.1580E+04	7.0021E+08	0.008	0.018	0.000
25	2.0802E+01	4.7202E+04	8.0635E+08	2.910	2.789	0.001
26	2.1916E+01	8.1821E+04	1.5515E+09	2.869	3.341	0.002
27	2.2840E+01	6.7122E+04	1.3824E+09	1.491	0.919	0.000
28	2.3277E+01	6.1196E+04	1.3090E+09	0.161	0.057	0.000
29	2.3854E+01	4.5399E+04	1.0199E+09	0.013	0.002	0.000
30	2.4623E+01	6.4516E+04	1.5442E+09	0.108	0.272	0.000
31	2.5926E+01	6.2897E+04	1.6690E+09	0.489	0.163	0.002
32	2.6342E+01	4.5025E+04	1.2334E+09	0.331	0.176	0.002
33	2.7330E+01	2.6638E+04	7.8546E+08	0.021	0.027	0.000
34	2.7735E+01	3.7169E+04	1.1288E+09	0.002	0.010	0.000
35	2.8285E+01	1.0821E+05	3.4176E+09	0.189	0.273	0.000
36	2.9234E+01	3.2433E+04	1.0943E+09	0.006	0.000	0.000
37	2.9354E+01	1.2209E+05	4.1529E+09	0.011	0.007	0.000
38	3.0540E+01	1.4487E+05	5.3345E+09	0.042	0.110	0.000
39	3.0801E+01	5.6253E+04	2.1068E+09	0.152	0.571	0.001
40	3.1958E+01	9.6010E+04	3.8712E+09	0.569	0.867	0.000
TOTAL TRANSLATIONAL MASS PARTICIPATION FACTORS				95.749	95.147	99.971

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO B**

MODE	PARTICIPATION FOR	TRANSLATIONAL	EXCITATION			
Mode	Frequency	Modal Mass	Modal Stiff	PF-X	PF-Y	PF-Z
	(Hz)	(Eng)	(Eng)	(%)	(%)	(%)
1	2.7149E+00	1.6310E+06	4.7458E+08	11.854	47.521	0.118
2	3.0842E+00	2.0620E+06	7.7437E+08	53.642	8.958	0.013
3	3.9867E+00	9.5749E+05	6.0080E+08	0.162	22.289	1.325
4	4.5206E+00	2.2338E+06	1.8022E+09	0.858	2.467	79.662
5	4.8796E+00	8.0652E+05	7.5812E+08	1.971	1.413	16.794
6	5.1884E+00	7.9235E+05	8.4206E+08	5.091	2.126	0.243
7	5.3788E+00	7.6819E+05	8.7740E+08	1.323	0.007	0.003
8	5.9610E+00	6.8323E+04	9.5845E+07	0.277	0.165	0.125
9	6.1412E+00	6.7540E+04	1.0056E+08	1.537	0.015	0.402
10	6.5425E+00	4.0928E+05	6.9162E+08	3.520	2.412	0.018
11	6.7558E+00	3.9318E+05	7.0844E+08	0.184	0.390	0.152
12	7.0075E+00	9.2771E+04	1.7985E+08	0.499	0.044	0.060
13	7.2179E+00	4.8553E+04	9.9862E+07	0.793	0.046	0.013
14	7.5242E+00	5.7533E+05	1.2859E+09	0.631	0.154	0.216
15	7.8753E+00	7.6965E+05	1.8845E+09	0.284	0.068	0.274
16	8.4257E+00	1.2559E+05	3.5198E+08	1.067	0.155	0.007
17	8.6283E+00	2.1380E+05	6.2836E+08	0.510	0.258	0.046
18	8.8155E+00	6.9562E+05	2.1342E+09	0.111	0.001	0.009
19	9.3009E+00	4.1376E+05	1.4131E+09	0.078	0.452	0.178
20	9.7986E+00	7.0259E+05	2.6631E+09	1.439	0.033	0.004
21	1.0231E+01	5.8579E+05	2.4207E+09	1.434	0.196	0.007
22	1.0872E+01	4.7079E+05	2.1970E+09	0.001	0.036	0.044
23	1.1475E+01	4.7663E+04	2.4777E+08	0.066	0.017	0.003
24	1.1676E+01	1.2103E+05	6.5133E+08	0.032	0.001	0.000
25	1.1956E+01	2.7489E+05	1.5513E+09	0.255	0.013	0.032
26	1.2304E+01	8.1662E+05	4.8808E+09	0.491	0.078	0.047
27	1.2892E+01	1.4492E+05	9.5092E+08	0.873	0.124	0.000
28	1.3551E+01	1.4055E+05	1.0189E+09	0.372	0.035	0.007
29	1.3685E+01	3.1992E+04	2.3654E+08	0.002	0.018	0.003
30	1.4647E+01	9.5436E+04	8.0826E+08	0.001	0.149	0.016
31	1.4920E+01	3.1520E+04	2.7701E+08	0.000	0.312	0.004
32	1.5580E+01	2.3650E+04	2.2662E+08	0.015	0.035	0.001
33	1.6129E+01	3.2615E+04	3.3494E+08	0.453	0.080	0.006
34	1.6507E+01	2.8296E+04	3.0438E+08	0.127	0.007	0.001
35	1.6967E+01	5.4235E+04	6.1639E+08	0.004	0.084	0.001
36	1.7091E+01	1.1867E+05	1.3685E+09	0.018	0.000	0.000
37	1.7441E+01	4.7609E+04	5.7171E+08	0.004	0.000	0.002
38	1.7766E+01	1.6374E+05	2.0403E+09	0.079	0.011	0.000
39	1.7871E+01	1.2569E+05	1.5848E+09	0.055	0.000	0.000
40	1.7924E+01	1.4266E+05	1.8094E+09	0.059	0.002	0.004
TOTAL TRANSLATIONAL MASS PARTICIPATION FACTORS				90.175	90.174	99.841

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO C**

MODE	PARTICIPATION FOR	TRANSLATIONAL	EXCITATION			
Mode	Frequency	Modal Mass	Modal Stiff	PF-X	PF-Y	PF-Z
	(Hz)	(Eng)	(Eng)	(%)	(%)	(%)
1	2.1957E+00	6.1348E+06	1.1676E+09	1.401	81.185	0.114
2	2.7580E+00	2.7022E+06	8.1148E+08	32.654	1.766	1.678
3	3.6801E+00	2.2340E+06	1.1945E+09	9.262	0.223	3.457
4	3.7211E+00	2.3851E+06	1.3037E+09	0.224	2.943	41.093
5	4.3842E+00	3.8885E+06	2.9507E+09	4.274	0.308	36.367
6	5.0987E+00	9.9103E+05	1.0171E+09	0.023	0.965	15.191
7	5.7771E+00	1.2872E+06	1.6961E+09	0.128	0.260	0.226
8	6.0395E+00	1.0991E+06	1.5828E+09	0.620	0.549	0.639
9	6.7126E+00	6.6122E+05	1.1762E+09	3.298	0.241	0.707
10	7.7674E+00	8.5108E+05	2.0272E+09	2.659	0.014	0.004
11	7.8304E+00	2.0464E+05	4.9535E+08	0.997	0.001	0.077
12	8.0227E+00	1.3321E+06	3.3848E+09	1.203	0.886	0.002
13	8.5830E+00	1.8783E+05	5.4626E+08	0.239	0.116	0.074
14	9.0120E+00	4.3552E+05	1.3964E+09	9.704	0.054	0.172
15	9.7053E+00	3.0271E+05	1.1257E+09	0.144	0.009	0.006
16	1.0073E+01	2.2808E+05	9.1356E+08	2.033	0.058	0.005
17	1.0153E+01	5.0543E+05	2.0571E+09	0.173	0.450	0.002
18	1.0494E+01	2.5886E+05	1.1253E+09	1.447	0.096	0.017
19	1.0668E+01	5.7180E+05	2.5691E+09	0.078	0.142	0.000
20	1.1113E+01	3.3689E+05	1.6426E+09	0.060	0.264	0.041
21	1.1425E+01	8.6923E+05	4.4793E+09	7.278	0.000	0.001
22	1.1871E+01	1.1222E+06	6.2435E+09	0.147	0.037	0.005
23	1.2427E+01	2.4805E+05	1.5123E+09	0.244	0.331	0.001
24	1.2515E+01	2.0871E+05	1.2904E+09	0.436	0.011	0.001
25	1.2621E+01	2.8919E+05	1.8186E+09	0.513	0.023	0.006
26	1.2741E+01	1.6834E+05	1.0788E+09	0.179	0.000	0.002
27	1.3157E+01	1.3627E+05	9.3129E+08	0.133	0.157	0.006
28	1.3344E+01	3.6011E+04	2.5313E+08	3.575	1.047	0.000
29	1.3536E+01	3.2829E+05	2.3746E+09	3.725	0.003	0.000
30	1.3683E+01	8.6294E+04	6.3782E+08	0.072	0.025	0.007
31	1.3872E+01	1.5614E+05	1.1862E+09	0.019	0.113	0.009
32	1.4003E+01	1.8792E+04	1.4548E+08	0.089	0.001	0.001
33	1.4500E+01	5.9427E+04	4.9329E+08	0.012	0.031	0.003
34	1.4605E+01	1.0179E+04	8.5710E+07	0.230	0.026	0.001
35	1.4741E+01	1.2381E+04	1.0621E+08	0.026	0.014	0.001
36	1.4919E+01	2.0317E+05	1.7853E+09	0.601	0.003	0.001
37	1.5025E+01	1.8849E+05	1.6798E+09	0.059	0.013	0.001
38	1.5338E+01	1.8806E+05	1.7466E+09	1.939	0.215	0.000
39	1.5465E+01	5.7010E+05	5.3827E+09	0.346	0.152	0.012
40	1.5664E+01	1.1918E+05	1.1545E+09	0.359	0.247	0.000
-----						
TOTAL TRANSLATIONAL MASS PARTICIPATION FACTORS				90.603	92.978	99.931

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

**BLOCCO D**

MODE	PARTICIPATION FOR	TRANSLATIONAL	EXCITATION			
Mode	Frequency	Modal Mass	Modal Stiff	PF-X	PF-Y	PF-Z
	(Hz)	(Eng)	(Eng)	(%)	(%)	(%)
1	1.7485E+00	2.9278E+06	3.5336E+08	4.672	47.228	0.048
2	2.0175E+00	1.4526E+06	2.3342E+08	50.398	4.300	0.165
3	2.7468E+00	2.2566E+06	6.7214E+08	1.019	6.853	0.284
4	3.0626E+00	1.9763E+06	7.3180E+08	0.455	2.528	2.424
5	3.4035E+00	9.6696E+05	4.4219E+08	0.092	0.239	4.844
6	3.8184E+00	9.7719E+05	5.6247E+08	0.095	0.197	12.782
7	4.0033E+00	4.0006E+05	2.5312E+08	0.003	1.186	20.975
8	4.0637E+00	7.4050E+05	4.8277E+08	0.013	1.458	50.447
9	4.3761E+00	1.4878E+05	1.1248E+08	1.117	0.000	2.198
10	4.5695E+00	7.3229E+04	6.0364E+07	0.169	0.005	0.036
11	4.9672E+00	4.1077E+05	4.0011E+08	0.019	2.612	2.980
12	5.1092E+00	2.5609E+05	2.6391E+08	1.226	0.118	0.076
13	5.3109E+00	4.2787E+05	4.7643E+08	0.287	6.331	1.853
14	5.3741E+00	1.2064E+05	1.3755E+08	0.012	0.594	0.006
15	5.5100E+00	1.2064E+06	1.4459E+09	0.203	1.467	0.087
16	5.7862E+00	2.1154E+05	2.7960E+08	1.956	0.868	0.146
17	5.8994E+00	5.7085E+05	7.8432E+08	1.576	0.600	0.258
18	6.2415E+00	7.1863E+05	1.1052E+09	1.750	4.530	0.012
19	6.4212E+00	3.6121E+05	5.8796E+08	0.443	0.350	0.031
20	6.5075E+00	2.2031E+05	3.6832E+08	1.300	1.075	0.012
21	6.5481E+00	2.7968E+05	4.7342E+08	0.706	0.180	0.000
22	6.7966E+00	5.0947E+05	9.2910E+08	0.089	1.019	0.009
23	7.0666E+00	1.9744E+05	3.8924E+08	0.573	0.844	0.003
24	7.2325E+00	9.1103E+05	1.8813E+09	6.580	1.393	0.000
25	7.2905E+00	2.8952E+05	6.0751E+08	0.479	0.096	0.016
26	8.0540E+00	3.7271E+05	9.5446E+08	0.079	0.332	0.046
27	8.3747E+00	2.6109E+05	7.2292E+08	0.234	0.230	0.008
28	8.6245E+00	8.8878E+05	2.6099E+09	0.018	1.451	0.032
29	8.9122E+00	9.1691E+05	2.8751E+09	0.973	0.022	0.000
30	9.4003E+00	8.4942E+05	2.9632E+09	1.478	0.128	0.011
31	9.5038E+00	2.1265E+05	7.5827E+08	0.000	0.011	0.000
32	9.5805E+00	2.0514E+05	7.4333E+08	0.579	0.102	0.005
33	9.7600E+00	3.9455E+05	1.4838E+09	0.073	0.946	0.001
34	9.8444E+00	6.1028E+05	2.3349E+09	3.979	1.279	0.003
35	1.0527E+01	9.4502E+05	4.1346E+09	0.801	0.340	0.050
36	1.0791E+01	1.9711E+05	9.0614E+08	0.021	0.339	0.014
37	1.0995E+01	1.9393E+05	9.2562E+08	0.263	0.137	0.000
38	1.1281E+01	5.1839E+05	2.6042E+09	3.960	0.386	0.001
39	1.1342E+01	1.3909E+05	7.0639E+08	1.380	0.228	0.000
40	1.1591E+01	1.0556E+06	5.5988E+09	0.555	0.809	0.005
TOTAL TRANSLATIONAL MASS PARTICIPATION FACTORS				89.626	92.814	99.867



Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

Di seguito si riportano i modi che sono stati presi in considerazione nell'analisi con spettro di risposta per ogni stato limite analizzato.

**BLOCCO A**

EXCITATION CASE 1/6 : "Sisma X SLV q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	4.513030E-01	1.252278E+04	2.647393E+01	46.240
2	4.513030E-01	6.128719E+03	5.181152E+00	11.075
3	4.513030E-01	1.468290E+03	9.044095E-01	0.636
4	4.513030E-01	4.882558E+03	2.846476E+00	7.029
5	4.513030E-01	9.914393E+02	3.741390E-01	0.290
6	4.513030E-01	3.865710E+03	1.119881E+00	4.406
7	4.513030E-01	2.536027E+02	6.242828E-02	0.019
8	4.133862E-01	2.487183E+03	3.271498E-01	1.824
14	3.635289E-01	2.193533E+03	9.009817E-02	1.419
16	3.597851E-01	2.939408E+03	1.076318E-01	2.548
17	3.546988E-01	2.088645E+03	6.480696E-02	1.286
20	3.496231E-01	3.374045E+03	8.763471E-02	3.357
21	3.480304E-01	4.135779E+03	1.012932E-01	5.044
25	3.429267E-01	3.141448E+03	6.306149E-02	2.910
26	3.402360E-01	3.119392E+03	5.597025E-02	2.869
27	3.382036E-01	2.249010E+03	3.693186E-02	1.491

-----  
 TOTAL MASS PARTICIPATION 92.443%

EXCITATION CASE 2/6 : "Sisma Y SLV q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	4.513030E-01	1.116739E+04	2.360855E+01	36.772
2	4.513030E-01	8.050223E+03	6.805571E+00	19.109
3	4.513030E-01	2.808103E+03	1.729682E+00	2.325
4	4.513030E-01	4.775105E+02	2.783831E-01	0.067
5	4.513030E-01	4.568741E+03	1.724104E+00	6.155
6	4.513030E-01	4.310319E+02	1.248682E-01	0.055
7	4.513030E-01	3.096219E+03	7.621830E-01	2.827
8	4.133862E-01	7.994918E+02	1.051606E-01	0.188
14	3.635289E-01	1.701521E+03	6.988902E-02	0.854
16	3.597851E-01	2.615473E+03	9.577028E-02	2.017
17	3.546988E-01	2.645065E+03	8.207165E-02	2.063
20	3.496231E-01	4.080739E+03	1.059898E-01	4.910
21	3.480304E-01	4.333245E+03	1.061295E-01	5.537
25	3.429267E-01	3.075480E+03	6.173725E-02	2.789
26	3.402360E-01	3.365948E+03	6.039413E-02	3.341
27	3.382036E-01	1.765031E+03	2.898426E-02	0.919

-----  
 TOTAL MASS PARTICIPATION 89.927%

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

EXCITATION CASE 3/6 : "Sisma X SLV q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	7.220840E-01	1.252278E+04	4.235824E+01	46.240
2	7.220840E-01	6.128719E+03	8.289835E+00	11.075
3	7.220840E-01	1.468290E+03	1.447054E+00	0.636
4	7.220840E-01	4.882558E+03	4.554356E+00	7.029
5	7.220840E-01	9.914393E+02	5.986218E-01	0.290
6	7.220840E-01	3.865710E+03	1.791807E+00	4.406
7	7.220840E-01	2.536027E+02	9.988513E-02	0.019
8	6.205132E-01	2.487183E+03	4.910681E-01	1.824
14	4.869564E-01	2.193533E+03	1.206888E-01	1.419
16	4.769275E-01	2.939408E+03	1.426756E-01	2.548
17	4.633023E-01	2.088645E+03	8.464988E-02	1.286
20	4.497055E-01	3.374045E+03	1.127209E-01	3.357
21	4.454392E-01	4.135779E+03	1.296437E-01	5.044
25	4.317673E-01	3.141448E+03	7.939858E-02	2.910
26	4.245595E-01	3.119392E+03	6.984183E-02	2.869
27	4.191152E-01	2.249010E+03	4.576741E-02	1.491

TOTAL MASS PARTICIPATION 92.443%

EXCITATION CASE 4/6 : "Sisma Y SLV q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	7.220840E-01	1.116739E+04	3.777364E+01	36.772
2	7.220840E-01	8.050223E+03	1.088890E+01	19.109
3	7.220840E-01	2.808103E+03	2.767489E+00	2.325
4	7.220840E-01	4.775105E+02	4.454125E-01	0.067
5	7.220840E-01	4.568741E+03	2.758563E+00	6.155
6	7.220840E-01	4.310319E+02	1.997889E-01	0.055
7	7.220840E-01	3.096219E+03	1.219491E+00	2.827
8	6.205132E-01	7.994918E+02	1.578512E-01	0.188
14	4.869564E-01	1.701521E+03	9.361814E-02	0.854
16	4.769275E-01	2.615473E+03	1.269521E-01	2.017
17	4.633023E-01	2.645065E+03	1.072008E-01	2.063
20	4.497055E-01	4.080739E+03	1.363303E-01	4.910
21	4.454392E-01	4.333245E+03	1.358337E-01	5.537
25	4.317673E-01	3.075480E+03	7.773127E-02	2.789
26	4.245595E-01	3.365948E+03	7.536212E-02	3.341
27	4.191152E-01	1.765031E+03	3.591844E-02	0.919

TOTAL MASS PARTICIPATION 89.927%

EXCITATION CASE 5/6 : "Sisma X SLO q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.280964E-01	1.252278E+04	1.338039E+01	46.240
2	2.481500E-01	6.128719E+03	2.848869E+00	11.075
3	2.481500E-01	1.468290E+03	4.972917E-01	0.636
4	2.481500E-01	4.882558E+03	1.565141E+00	7.029
5	2.481500E-01	9.914393E+02	2.057212E-01	0.290
6	2.481500E-01	3.865710E+03	6.157690E-01	4.406
7	2.481500E-01	2.536027E+02	3.432633E-02	0.019
8	2.271739E-01	2.487183E+03	1.797832E-01	1.824
14	1.767531E-01	2.193533E+03	4.380704E-02	1.419

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

16	1.729669E-01	2.939408E+03	5.174404E-02	2.548
17	1.678231E-01	2.088645E+03	3.066293E-02	1.286
20	1.626900E-01	3.374045E+03	4.077903E-02	3.357
21	1.610793E-01	4.135779E+03	4.688165E-02	5.044
25	1.559179E-01	3.141448E+03	2.867206E-02	2.910
26	1.531968E-01	3.119392E+03	2.520151E-02	2.869
27	1.511414E-01	2.249010E+03	1.650465E-02	1.491

TOTAL MASS PARTICIPATION 92.443%

EXCITATION CASE 6/6 : "Sisma Y SLO q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.280964E-01	1.116739E+04	1.193218E+01	36.772
2	2.481500E-01	8.050223E+03	3.742059E+00	19.109
3	2.481500E-01	2.808103E+03	9.510699E-01	2.325
4	2.481500E-01	4.775105E+02	1.530696E-01	0.067
5	2.481500E-01	4.568741E+03	9.480024E-01	6.155
6	2.481500E-01	4.310319E+02	6.865908E-02	0.055
7	2.481500E-01	3.096219E+03	4.190881E-01	2.827
8	2.271739E-01	7.994918E+02	5.779036E-02	0.188
14	1.767531E-01	1.701521E+03	3.398106E-02	0.854
16	1.729669E-01	2.615473E+03	4.604162E-02	2.017
17	1.678231E-01	2.645065E+03	3.883159E-02	2.063
20	1.626900E-01	4.080739E+03	4.932020E-02	4.910
21	1.610793E-01	4.333245E+03	4.912005E-02	5.537
25	1.559179E-01	3.075480E+03	2.806997E-02	2.789
26	1.531968E-01	3.365948E+03	2.719344E-02	3.341
27	1.511414E-01	1.765031E+03	1.295292E-02	0.919

TOTAL MASS PARTICIPATION 89.927%

## BLOCCO B

EXCITATION CASE 1/6 : "Sisma SLV +X q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	4.513030E-01	8.210443E+03	1.273440E+01	11.854
2	4.513030E-01	1.746592E+04	2.098951E+01	53.642
3	4.513030E-01	9.588380E+02	6.896323E-01	0.162
4	4.513030E-01	2.209006E+03	1.235711E+00	0.858
5	4.513030E-01	3.348030E+03	1.607442E+00	1.971
6	4.513030E-01	5.380504E+03	2.284894E+00	5.091
7	4.513030E-01	2.742705E+03	1.083722E+00	1.323
9	4.513030E-01	2.956803E+03	8.962475E-01	1.537
10	4.513030E-01	4.474328E+03	1.194936E+00	3.520
13	4.425200E-01	2.123201E+03	4.568113E-01	0.793
16	4.206585E-01	2.463317E+03	3.697237E-01	1.067
20	4.023528E-01	2.861046E+03	3.036994E-01	1.439
21	3.976031E-01	2.855915E+03	2.747809E-01	1.434
27	3.753951E-01	2.227595E+03	1.274438E-01	0.873

TOTAL MASS PARTICIPATION 85.563%

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

EXCITATION CASE 2/6 : "Sisma SLV +Y q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	4.513030E-01	1.643932E+04	2.549739E+01	47.521
2	4.513030E-01	7.137608E+03	8.577558E+00	8.958
3	4.513030E-01	1.125850E+04	8.097534E+00	22.289
4	4.513030E-01	3.745450E+03	2.095193E+00	2.467
5	4.513030E-01	2.834478E+03	1.360877E+00	1.413
6	4.513030E-01	3.477125E+03	1.476602E+00	2.126
7	4.513030E-01	1.946846E+02	7.692548E-02	0.007
9	4.513030E-01	2.930031E+02	8.881325E-02	0.015
10	4.513030E-01	3.703906E+03	9.891836E-01	2.412
13	4.425200E-01	5.109162E+02	1.099247E-01	0.046
16	4.206585E-01	9.398335E+02	1.410613E-01	0.155
20	4.023528E-01	4.349935E+02	4.617446E-02	0.033
21	3.976031E-01	1.055509E+03	1.015554E-01	0.196
27	3.753951E-01	8.408484E+02	4.810610E-02	0.124

-----  
 TOTAL MASS PARTICIPATION 87.763%

EXCITATION CASE 3/6 : "Sisma SLV +X q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	7.220840E-01	8.210443E+03	2.037501E+01	11.854
2	7.220840E-01	1.746592E+04	3.358318E+01	53.642
3	7.220840E-01	9.588380E+02	1.103410E+00	0.162
4	7.220840E-01	2.209006E+03	1.977135E+00	0.858
5	7.220840E-01	3.348030E+03	2.571904E+00	1.971
6	7.220840E-01	5.380504E+03	3.655826E+00	5.091
7	7.220840E-01	2.742705E+03	1.733953E+00	1.323
9	7.220840E-01	2.956803E+03	1.433994E+00	1.537
10	7.220840E-01	4.474328E+03	1.911896E+00	3.520
13	6.985564E-01	2.123201E+03	7.211164E-01	0.793
16	6.399940E-01	2.463317E+03	5.625014E-01	1.067
20	5.909569E-01	2.861046E+03	4.460595E-01	1.439
21	5.782335E-01	2.855915E+03	3.996134E-01	1.434
27	5.187433E-01	2.227595E+03	1.761094E-01	0.873

-----  
 TOTAL MASS PARTICIPATION 85.563%

EXCITATION CASE 4/6 : "Sisma SLV +Y q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	7.220840E-01	1.643932E+04	4.079577E+01	47.521
2	7.220840E-01	7.137608E+03	1.372408E+01	8.958
3	7.220840E-01	1.125850E+04	1.295604E+01	22.289
4	7.220840E-01	3.745450E+03	3.352305E+00	2.467
5	7.220840E-01	2.834478E+03	2.177401E+00	1.413
6	7.220840E-01	3.477125E+03	2.362560E+00	2.126
7	7.220840E-01	1.946846E+02	1.230806E-01	0.007
9	7.220840E-01	2.930031E+02	1.421010E-01	0.015
10	7.220840E-01	3.703906E+03	1.582692E+00	2.412
13	6.985564E-01	5.109162E+02	1.735257E-01	0.046
16	6.399940E-01	9.398335E+02	2.146121E-01	0.155

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

20	5.909569E-01	4.349935E+02	6.781889E-02	0.033
21	5.782335E-01	1.055509E+03	1.476919E-01	0.196
27	5.187433E-01	8.408484E+02	6.647587E-02	0.124

TOTAL MASS PARTICIPATION 87.763%

EXCITATION CASE 5/6 : "Sisma SLO +X q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.481500E-01	8.210443E+03	7.002038E+00	11.854
2	2.481500E-01	1.746592E+04	1.154113E+01	53.642
3	2.481500E-01	9.588380E+02	3.791959E-01	0.162
4	2.481500E-01	2.209006E+03	6.794585E-01	0.858
5	2.481500E-01	3.348030E+03	8.838556E-01	1.971
6	2.481500E-01	5.380504E+03	1.256354E+00	5.091
7	2.481500E-01	2.742705E+03	5.958868E-01	1.323
9	2.481500E-01	2.956803E+03	4.928037E-01	1.537
10	2.481500E-01	4.474328E+03	6.570386E-01	3.520
13	2.481500E-01	2.123201E+03	2.561641E-01	0.793
16	2.345284E-01	2.463317E+03	2.061309E-01	1.067
20	2.160157E-01	2.861046E+03	1.630506E-01	1.439
21	2.112123E-01	2.855915E+03	1.459675E-01	1.434
27	1.887534E-01	2.227595E+03	6.408035E-02	0.873

TOTAL MASS PARTICIPATION 85.563%

EXCITATION CASE 6/6 : "Sisma SLO +Y q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.481500E-01	1.643932E+04	1.401980E+01	47.521
2	2.481500E-01	7.137608E+03	4.716390E+00	8.958
3	2.481500E-01	1.125850E+04	4.452448E+00	22.289
4	2.481500E-01	3.745450E+03	1.152047E+00	2.467
5	2.481500E-01	2.834478E+03	7.482816E-01	1.413
6	2.481500E-01	3.477125E+03	8.119129E-01	2.126
7	2.481500E-01	1.946846E+02	4.229765E-02	0.007
9	2.481500E-01	2.930031E+02	4.883417E-02	0.015
10	2.481500E-01	3.703906E+03	5.439049E-01	2.412
13	2.481500E-01	5.109162E+02	6.164200E-02	0.046
16	2.345284E-01	9.398335E+02	7.864548E-02	0.155
20	2.160157E-01	4.349935E+02	2.479021E-02	0.033
21	2.112123E-01	1.055509E+03	5.394767E-02	0.196
27	1.887534E-01	8.408484E+02	2.418835E-02	0.124

TOTAL MASS PARTICIPATION 87.763%

**BLOCCO C**

EXCITATION CASE 1/6 : "Sisma SLV +X q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	4.376975E-01	4.124486E+03	9.485159E+00	1.401
2	4.513030E-01	1.990957E+04	2.992073E+01	32.654
3	4.513030E-01	1.060338E+04	8.950141E+00	9.262
4	4.513030E-01	1.649728E+03	1.362034E+00	0.224

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

5	4.513030E-01	7.202750E+03	4.283754E+00	4.274
9	4.513030E-01	6.327095E+03	1.605210E+00	3.298
10	4.317310E-01	5.680960E+03	1.029723E+00	2.659
11	4.305916E-01	3.478546E+03	6.187823E-01	0.997
12	4.272215E-01	3.820737E+03	6.423905E-01	1.203
14	4.121583E-01	1.085341E+04	1.395166E+00	9.704
16	3.992948E-01	4.967939E+03	4.952357E-01	2.033
18	3.949116E-01	4.190784E+03	3.807004E-01	1.447
21	3.863596E-01	9.399371E+03	7.047198E-01	7.278
28	3.725054E-01	6.587851E+03	3.491128E-01	3.575
29	3.713349E-01	6.724791E+03	3.452410E-01	3.725
38	3.617769E-01	4.851018E+03	1.889543E-01	1.939

TOTAL MASS PARTICIPATION 85.672%

EXCITATION CASE 2/6 : "Sisma SLV +Y q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	4.376975E-01	3.139298E+04	7.219502E+01	81.185
2	4.513030E-01	4.630264E+03	6.958507E+00	1.766
3	4.513030E-01	1.645848E+03	1.389234E+00	0.223
4	4.513030E-01	5.977506E+03	4.935095E+00	2.943
5	4.513030E-01	1.933996E+03	1.150222E+00	0.308
9	4.513030E-01	1.712068E+03	4.343587E-01	0.241
10	4.317310E-01	4.103204E+02	7.437409E-02	0.014
11	4.305916E-01	8.176844E+01	1.454540E-02	0.001
12	4.272215E-01	3.279264E+03	5.513513E-01	0.886
14	4.121583E-01	8.118871E+02	1.043650E-01	0.054
16	3.992948E-01	8.392779E+02	8.366454E-02	0.058
18	3.949116E-01	1.080340E+03	9.814058E-02	0.096
21	3.863596E-01	5.615991E+01	4.210601E-03	0.000
28	3.725054E-01	3.564791E+03	1.889105E-01	1.047
29	3.713349E-01	1.824816E+02	9.368341E-03	0.003
38	3.617769E-01	1.615205E+03	6.291460E-02	0.215

TOTAL MASS PARTICIPATION 89.041%

EXCITATION CASE 3/6 : "Sisma SLV +X q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	7.003152E-01	4.124486E+03	1.517624E+01	1.401
2	7.220840E-01	1.990957E+04	4.787311E+01	32.654
3	7.220840E-01	1.060338E+04	1.432021E+01	9.262
4	7.220840E-01	1.649728E+03	2.179252E+00	0.224
5	7.220840E-01	7.202750E+03	6.853999E+00	4.274
9	7.220840E-01	6.327095E+03	2.568333E+00	3.298
10	6.696548E-01	5.680960E+03	1.597195E+00	2.659
11	6.666028E-01	3.478546E+03	9.579424E-01	0.997
12	6.575749E-01	3.820737E+03	9.887608E-01	1.203
14	6.172240E-01	1.085341E+04	2.089317E+00	9.704
16	5.827653E-01	4.967939E+03	7.227897E-01	2.033
18	5.710238E-01	4.190784E+03	5.504750E-01	1.447
21	5.481148E-01	9.399371E+03	9.997612E-01	7.278
28	5.110022E-01	6.587851E+03	4.789123E-01	3.575
29	5.078668E-01	6.724791E+03	4.721788E-01	3.725
38	4.822629E-01	4.851018E+03	2.518836E-01	1.939

TOTAL MASS PARTICIPATION 85.672%

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

EXCITATION CASE 4/6 : "Sisma SLV +Y q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	7.003152E-01	3.139298E+04	1.155119E+02	81.185
2	7.220840E-01	4.630264E+03	1.113360E+01	1.766
3	7.220840E-01	1.645848E+03	2.222771E+00	0.223
4	7.220840E-01	5.977506E+03	7.896143E+00	2.943
5	7.220840E-01	1.933996E+03	1.840353E+00	0.308
9	7.220840E-01	1.712068E+03	6.949732E-01	0.241
10	6.696548E-01	4.103204E+02	1.153611E-01	0.014
11	6.666028E-01	8.176844E+01	2.251787E-02	0.001
12	6.575749E-01	3.279264E+03	8.486343E-01	0.886
14	6.172240E-01	8.118871E+02	1.562909E-01	0.054
16	5.827653E-01	8.392779E+02	1.221073E-01	0.058
18	5.710238E-01	1.080340E+03	1.419067E-01	0.096
21	5.481148E-01	5.615991E+01	5.973431E-03	0.000
28	5.110022E-01	3.564791E+03	2.591471E-01	1.047
29	5.078668E-01	1.824816E+02	1.281288E-02	0.003
38	4.822629E-01	1.615205E+03	8.386765E-02	0.215

-----  
 TOTAL MASS PARTICIPATION 89.041%

EXCITATION CASE 5/6 : "Sisma SLO +X q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.144263E-01	4.124486E+03	4.646743E+00	1.401
2	2.481500E-01	1.990957E+04	1.645198E+01	32.654
3	2.481500E-01	1.060338E+04	4.921256E+00	9.262
4	2.481500E-01	1.649728E+03	7.489175E-01	0.224
5	2.481500E-01	7.202750E+03	2.355432E+00	4.274
9	2.481500E-01	6.327095E+03	8.826285E-01	3.298
10	2.457260E-01	5.680960E+03	5.860818E-01	2.659
11	2.445738E-01	3.478546E+03	3.514652E-01	0.997
12	2.411656E-01	3.820737E+03	3.626281E-01	1.203
14	2.259322E-01	1.085341E+04	7.647856E-01	9.704
16	2.129232E-01	4.967939E+03	2.640835E-01	2.033
18	2.084905E-01	4.190784E+03	2.009878E-01	1.447
21	1.998418E-01	9.399371E+03	3.645114E-01	7.278
28	1.858309E-01	6.587851E+03	1.741611E-01	3.575
29	1.846472E-01	6.724791E+03	1.716720E-01	3.725
38	1.749812E-01	4.851018E+03	9.139182E-02	1.939

-----  
 TOTAL MASS PARTICIPATION 85.672%

EXCITATION CASE 6/6 : "Sisma SLO +Y q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.144263E-01	3.139298E+04	3.536806E+01	81.185
2	2.481500E-01	4.630264E+03	3.826151E+00	1.766
3	2.481500E-01	1.645848E+03	7.638734E-01	0.223
4	2.481500E-01	5.977506E+03	2.713573E+00	2.943
5	2.481500E-01	1.933996E+03	6.324522E-01	0.308
9	2.481500E-01	1.712068E+03	2.388332E-01	0.241
10	2.457260E-01	4.103204E+02	4.233111E-02	0.014
11	2.445738E-01	8.176844E+01	8.261715E-03	0.001
12	2.411656E-01	3.279264E+03	3.112366E-01	0.886
14	2.259322E-01	8.118871E+02	5.720960E-02	0.054

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

16	2.129232E-01	8.392779E+02	4.461396E-02	0.058
18	2.084905E-01	1.080340E+03	5.181255E-02	0.096
21	1.998418E-01	5.615991E+01	2.177904E-03	0.000
28	1.858309E-01	3.564791E+03	9.424136E-02	1.047
29	1.846472E-01	1.824816E+02	4.658432E-03	0.003
38	1.749812E-01	1.615205E+03	3.043000E-02	0.215

TOTAL MASS PARTICIPATION

89.041%

## BLOCCO D

EXCITATION CASE 1/6 : "Sisma SLV +X q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	3.488826E-01	7.190398E+03	2.078524E+01	4.672
2	4.032275E-01	2.361598E+04	5.925897E+01	50.398
3	4.513000E-01	3.357387E+03	5.086969E+00	1.019
4	4.513000E-01	2.243950E+03	2.734933E+00	0.455
7	4.513000E-01	1.937916E+02	1.382330E-01	0.003
8	4.513000E-01	3.835250E+02	2.654883E-01	0.013
9	4.513000E-01	3.515645E+03	2.098630E+00	1.117
11	4.513000E-01	4.634227E+02	2.147152E-01	0.019
12	4.513000E-01	3.683422E+03	1.613082E+00	1.226
13	4.513000E-01	1.781759E+03	7.221440E-01	0.287
15	4.513000E-01	1.500381E+03	5.649366E-01	0.203
16	4.513000E-01	4.652258E+03	1.588485E+00	1.956
17	4.513000E-01	4.176739E+03	1.371936E+00	1.576
18	4.513000E-01	4.401143E+03	1.291502E+00	1.750
20	4.513000E-01	3.792482E+03	1.023753E+00	1.300
22	4.513000E-01	9.942080E+02	2.460377E-01	0.089
24	4.422130E-01	8.533388E+03	1.827335E+00	6.580
28	4.176463E-01	4.423650E+02	6.291545E-02	0.018
29	4.135261E-01	3.281543E+03	4.327599E-01	0.973
30	4.071137E-01	4.044412E+03	4.719890E-01	1.478
34	4.018305E-01	6.635677E+03	6.969318E-01	3.979
35	3.945768E-01	2.977310E+03	2.685112E-01	0.801
38	3.875941E-01	6.620240E+03	5.107736E-01	3.960
39	3.870664E-01	3.907279E+03	2.978017E-01	1.380

TOTAL MASS PARTICIPATION

85.254%

EXCITATION CASE 2/6 : "Sisma SLV +Y q=1,6"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1.6"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	3.488826E-01	2.286125E+04	6.608486E+01	47.228
2	4.032275E-01	6.898450E+03	1.731010E+01	4.300
3	4.513000E-01	8.708729E+03	1.319509E+01	6.853
4	4.513000E-01	5.289131E+03	6.446408E+00	2.528
7	4.513000E-01	3.622707E+03	2.584104E+00	1.186
8	4.513000E-01	4.016953E+03	2.780664E+00	1.458
9	4.513000E-01	2.308016E+01	1.377747E-02	0.000
11	4.513000E-01	5.376796E+03	2.491202E+00	2.612
12	4.513000E-01	1.142727E+03	5.004347E-01	0.118
13	4.513000E-01	8.370507E+03	3.392553E+00	6.331
15	4.513000E-01	4.029673E+03	1.517288E+00	1.467
16	4.513000E-01	3.100046E+03	1.058492E+00	0.868
17	4.513000E-01	2.577621E+03	8.466727E-01	0.600
18	4.513000E-01	7.080553E+03	2.077767E+00	4.530



**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

20	4.513000E-01	3.449517E+03	9.311725E-01	1.075
22	4.513000E-01	3.358397E+03	8.311059E-01	1.019
24	4.422130E-01	3.926257E+03	8.407667E-01	1.393
28	4.176463E-01	4.007356E+03	5.699469E-01	1.451
29	4.135261E-01	4.908490E+02	6.473168E-02	0.022
30	4.071137E-01	1.187980E+03	1.386391E-01	0.128
34	4.018305E-01	3.762276E+03	3.951442E-01	1.279
35	3.945768E-01	1.941051E+03	1.750553E-01	0.340
38	3.875941E-01	2.066259E+03	1.594188E-01	0.386
39	3.870664E-01	1.589296E+03	1.211317E-01	0.228

TOTAL MASS PARTICIPATION 87.404%

EXCITATION CASE 3/6 : "Sisma SLV +X q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	5.582152E-01	7.190398E+03	3.325656E+01	4.672
2	6.451641E-01	2.361598E+04	9.481435E+01	50.398
3	7.220800E-01	3.357387E+03	8.139151E+00	1.019
4	7.220800E-01	2.243950E+03	4.375893E+00	0.455
7	7.220800E-01	1.937916E+02	2.211729E-01	0.003
8	7.220800E-01	3.835250E+02	4.247813E-01	0.013
9	7.220800E-01	3.515645E+03	3.357808E+00	1.117
11	7.220800E-01	4.634227E+02	3.435443E-01	0.019
12	7.220800E-01	3.683422E+03	2.580930E+00	1.226
13	7.220800E-01	1.781759E+03	1.155430E+00	0.287
15	7.220800E-01	1.500381E+03	9.038986E-01	0.203
16	7.220800E-01	4.652258E+03	2.541576E+00	1.956
17	7.220800E-01	4.176739E+03	2.195098E+00	1.576
18	7.220800E-01	4.401143E+03	2.066403E+00	1.750
20	7.220800E-01	3.792482E+03	1.638006E+00	1.300
22	7.220800E-01	9.942080E+02	3.936603E-01	0.089
24	6.977373E-01	8.533388E+03	2.883226E+00	6.580
28	6.319272E-01	4.423650E+02	9.519534E-02	0.018
29	6.208897E-01	3.281543E+03	6.497683E-01	0.973
30	6.037121E-01	4.044412E+03	6.999161E-01	1.478
34	5.895592E-01	6.635677E+03	1.022527E+00	3.979
35	5.701277E-01	2.977310E+03	3.879743E-01	0.801
38	5.514222E-01	6.620240E+03	7.266671E-01	3.960
39	5.500084E-01	3.907279E+03	4.231663E-01	1.380

TOTAL MASS PARTICIPATION 85.254%

EXCITATION CASE 4/6 : "Sisma SLV +Y q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV q=1"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	5.582152E-01	2.286125E+04	1.057364E+02	47.228
2	6.451641E-01	6.898450E+03	2.769616E+01	4.300
3	7.220800E-01	8.708729E+03	2.111215E+01	6.853
4	7.220800E-01	5.289131E+03	1.031425E+01	2.528
7	7.220800E-01	3.622707E+03	4.134567E+00	1.186
8	7.220800E-01	4.016953E+03	4.449062E+00	1.458
9	7.220800E-01	2.308016E+01	2.204396E-02	0.000
11	7.220800E-01	5.376796E+03	3.985923E+00	2.612
12	7.220800E-01	1.142727E+03	8.006955E-01	0.118
13	7.220800E-01	8.370507E+03	5.428085E+00	6.331
15	7.220800E-01	4.029673E+03	2.427660E+00	1.467
16	7.220800E-01	3.100046E+03	1.693586E+00	0.868
17	7.220800E-01	2.577621E+03	1.354676E+00	0.600
18	7.220800E-01	7.080553E+03	3.324426E+00	4.530
20	7.220800E-01	3.449517E+03	1.489876E+00	1.075

**Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena**

**Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio**

22	7.220800E-01	3.358397E+03	1.329770E+00	1.019
24	6.977373E-01	3.926257E+03	1.326588E+00	1.393
28	6.319272E-01	4.007356E+03	8.623684E-01	1.451
29	6.208897E-01	4.908490E+02	9.719153E-02	0.022
30	6.037121E-01	1.187980E+03	2.055889E-01	0.128
34	5.895592E-01	3.762276E+03	5.797492E-01	1.279
35	5.701277E-01	1.941051E+03	2.529390E-01	0.340
38	5.514222E-01	2.066259E+03	2.268018E-01	0.386
39	5.500084E-01	1.589296E+03	1.721241E-01	0.228

TOTAL MASS PARTICIPATION 87.404%

EXCITATION CASE 5/6 : "Sisma SLO +X q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	1.710092E-01	7.190398E+03	1.018814E+01	4.672
2	1.975826E-01	2.361598E+04	2.903705E+01	50.398
3	2.481500E-01	3.357387E+03	2.797100E+00	1.019
4	2.481500E-01	2.243950E+03	1.503819E+00	0.455
7	2.481500E-01	1.937916E+02	7.600826E-02	0.003
8	2.481500E-01	3.835250E+02	1.459803E-01	0.013
9	2.481500E-01	3.515645E+03	1.153944E+00	1.117
11	2.481500E-01	4.634227E+02	1.180624E-01	0.019
12	2.481500E-01	3.683422E+03	8.869625E-01	1.226
13	2.481500E-01	1.781759E+03	3.970752E-01	0.287
15	2.481500E-01	1.500381E+03	3.106338E-01	0.203
16	2.481500E-01	4.652258E+03	8.734379E-01	1.956
17	2.481500E-01	4.176739E+03	7.543672E-01	1.576
18	2.481500E-01	4.401143E+03	7.101400E-01	1.750
20	2.481500E-01	3.792482E+03	5.629170E-01	1.300
22	2.481500E-01	9.942080E+02	1.352853E-01	0.089
24	2.481500E-01	8.533388E+03	1.025418E+00	6.580
28	2.314822E-01	4.423650E+02	3.487114E-02	0.018
29	2.273153E-01	3.281543E+03	2.378881E-01	0.973
30	2.208303E-01	4.044412E+03	2.560205E-01	1.478
34	2.154872E-01	6.635677E+03	3.737394E-01	3.979
35	2.081513E-01	2.977310E+03	1.416479E-01	0.801
38	2.010896E-01	6.620240E+03	2.649969E-01	3.960
39	2.005558E-01	3.907279E+03	1.543040E-01	1.380

TOTAL MASS PARTICIPATION 85.254%

EXCITATION CASE 6/6 : "Sisma SLO +Y q=1"  
 DIRECTION VECTOR : ( 0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)  
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	1.710092E-01	2.286125E+04	3.239232E+01	47.228
2	1.975826E-01	6.898450E+03	8.481996E+00	4.300
3	2.481500E-01	8.708729E+03	7.255401E+00	6.853
4	2.481500E-01	5.289131E+03	3.544596E+00	2.528
7	2.481500E-01	3.622707E+03	1.420885E+00	1.186
8	2.481500E-01	4.016953E+03	1.528964E+00	1.458
9	2.481500E-01	2.308016E+01	7.575626E-03	0.000
11	2.481500E-01	5.376796E+03	1.369802E+00	2.612
12	2.481500E-01	1.142727E+03	2.751670E-01	0.118
13	2.481500E-01	8.370507E+03	1.865416E+00	6.331
15	2.481500E-01	4.029673E+03	8.342897E-01	1.467
16	2.481500E-01	3.100046E+03	5.820179E-01	0.868
17	2.481500E-01	2.577621E+03	4.655480E-01	0.600
18	2.481500E-01	7.080553E+03	1.142472E+00	4.530
20	2.481500E-01	3.449517E+03	5.120108E-01	1.075
22	2.481500E-01	3.358397E+03	4.569886E-01	1.019

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul du bâtiment- Relazione di calcolo dell'edificio

---

24	2.481500E-01	3.926257E+03	4.718004E-01	1.393
28	2.314822E-01	4.007356E+03	3.158954E-01	1.451
29	2.273153E-01	4.908490E+02	3.558300E-02	0.022
30	2.208303E-01	1.187980E+03	7.520185E-02	0.128
34	2.154872E-01	3.762276E+03	2.119016E-01	1.279
35	2.081513E-01	1.941051E+03	9.234704E-02	0.340
38	2.010896E-01	2.066259E+03	8.270881E-02	0.386
39	2.005558E-01	1.589296E+03	6.276355E-02	0.228

---

-----  
TOTAL MASS PARTICIPATION

87.404%