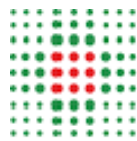


# COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna

Istituto delle Scienze Neurologiche  
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

OGGETTO: Ristrutturazione e adeguamento normativo del poliambulatorio  
di San Giovanni in Persiceto sito in Via Dante

PROGETTO ESECUTIVO

## RELAZIONE DI CALCOLO

CODICE: STR 01

DATA:19/04/2019

REV.: 00

SCALA-

IMPRESA ESECUTRICE: TOMASINO METALZINCO SRL

**TOMASINO  
METALZINCO**  
LIBERI DI CREARE

AMMINISTRATORE

IL PROGETTISTA: ING. MAGGIO SALVATORE ANDREA

**TOMASINO  
METALZINCO**  
LIBERI DI CREARE

UFFICIO TECNICO

**TOMASINO  
METALZINCO**  
LIBERI DI CREARE

TOMASINO METALZINCO s.r.l.  
Contrada Passo Barbieri z.i.  
92022 Cammarata (AG) Italy  
Tel +39 0922 900153  
Tel +39 0922 902597  
Fax +39 0922 1860135  
E-mail: [Info@metalzinc.it](mailto:Info@metalzinc.it)  
<http://www.metalzinc.it>



OS18-A - OG1 - OS28



Attestato deposito ministeriale di  
produzione in serie di manufatti  
prefabbricati in acciaio.  
Legge 5.11.1971 n. 1086 art. 9; art. 58  
DPR 6.6.2001 n.380; D.M. 14.01.2008

Attestato di Denuncia dell'attività di  
Centro di trasformazione n°  
STC N. 1644/11

# **RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE E GIUDIZIO**

## **MOTIVATO SUI RISULTATI**

**OGGETTO:** RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL POLIAMBULATORIO DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO SITO IN VIA DANTE EDIFICIO PREFABBRICATO - PROGETTO ESECUTIVO

### **RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

#### **• DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

L'edificio prefabbricato, di cui in oggetto, è un corpo prefabbricato modulare, costituito trami assemblaggio di monoblocchi. Nello specifico il copro si compone di:

- n° 23 moduli dalle dimensioni in pianta di 2,45 x 8,10metri;

- n° 19 moduli dalle dimensioni in pianta di 2,45 x 6,10 metri.

Il corpo assemblato risulta costituito da n°19 file di monoblocchi da 8,10 metri e 6,10 metri accoppiati lungo i lati corti, e n°4 file da monoblocchi da 8,10 metri. Nel complesso l'edificio si presenta rettangolare con dimensioni di 14,20 metri e 53,55 metri, con una rientranza sul prospetto ovest, necessaria per salvaguardare l'albero esistente. Completa l'edificio la struttura di copertura a due falde, di carattere unitario per l'intero edificio, che ha lo scopo di maggiore garanzia per gli agenti atmosferici e consentire il passaggio dei componenti impiantistici. L'altezza dei singoli moduli è di 3,13 metri, mentre l'altezza complessiva con la copertura arriva a 4,27 metri.

I singoli monoblocchi si compongono strutturalmente, da una struttura di base e una struttura di testa. Tali strutture risultano collegate per mezzo di colonnine d'angolo e nel caso dei moduli con lunghezza di 8,10 metri da colonnine intermedie. La struttura di base si compone da un profilo perimetrale scatolare 160x80x4 e dei traversini 80x40x3. La struttura di testa si compone esclusivamente di un profilo scatolare 100x100x3. Sia le colonne d'angolo che i pilastri intermedi, sono realizzati a mezzo di piegatura a freddo di lamiera dallo spessore di 5 mm.

La struttura di copertura si costituisce da capriate con aste 40x40x3/80x40x3 e arcarecci 80x40x3. Oltre la copertura, il collegamento mutuo tra i monoblocchi è effettuato a mezzo piastre poste alla base e in testa.

Oltre alla struttura principale sopra descritta, l'intervento prevede la realizzazione di n° 2 tettoie dalle dimensioni di 2 x 3 metri, costituite da colonne scatalari 120x120x4, un piano di calpestio e copertura con elementi in profilo 150x50x3.

Il corpo prefabbricato verrà realizzato su un'aera destinata attualmente a parcheggio. Nello specifico, lungo lo sviluppo longitudinale dell'edificio, l'area si compone di due strisce asfaltate, sostanzialmente pianeggianti, con un mutuo dislivello di circa 30 cm. Tra le due strisce di cui sopra, si interpone un'aiuola, che funge da raccordo planimetrico. Tale aiuola presenta una larghezza variabile che aumenta da nord verso sud. La zona asfaltata è destinata ad accogliere veicoli a parcheggio o in transito, per cui, in queste aree, al fine di appoggiare i prefabbricati, saranno utilizzati dei manufatti in calcestruzzo, con il solo scopo di compensare il dislivello tra il piano inferiore del corpo prefabbricato e il piano di campagna. Per quanto riguarda invece i punti di appoggio, che necessariamente occorre creare all'interno dell'aiuola, sarà prevista la realizzazione di piccoli plinti cubici. Al fine di rendere quanto meno invasivo possibile l'intervento e alterare il

meno possibile lo stato dei luoghi, tali plinti saranno realizzati con getto in opera all'interno di pozzetti prefabbricati che costituiscono loro stessi il plinto oltre a fungere da casseri. Al di sotto di tali plinti verrà realizzato uno strato di magrone dallo spessore di 10 cm. Il sottostrato di fondazione sarà realizzato con tout-venant di cava che ha la funzione di sostituire lo strato superficiale esistente (terreno vegetale) fino alla profondità di 1 metro dal piano di campagna.

Al fine di dare maggiore solidità al corpo, è previsto il tassellamento perimetrale dello stesso.

## • CLASSIFICAZIONI DELL'OPERA

In merito alla *classe di esecuzione* della struttura si riporta quanto già stabilito dal capitolato speciale di appalto-parte normativa: "La classe sismica di Bologna è medium seismic activity, quindi SC2; la classe d'uso del prefabbricato è la III, la vita utile è 10 anni e pertanto la classe di esecuzione risultante è EXC2".

L'opera ricade tra quelle *prive di rilevanza per la pubblica incolumità*, secondo quanto stabilito dalla Delibere della Giunta della Regione Emilia Romagna n.2272 del 21 dicembre 2016. Più dettagliatamente, così come anche ulteriormente specificato dalla committenza nelle risposte al quesito di gara n.6, la struttura è da classificabile temporanea in quanto presenta una vita nominale inferiore a 10 anni (§ 2.4.1 delle NTC 2018), per cui rientra tra le opere individiate dalla DGR 2272 al punto A.5.2:

*"Opere strutturali destinate a svolgere funzioni provvisoriale, temporanee e di cantiere, di qualunque tipologia e materiale, per le quali trovano applicazione le norme di sicurezza specifiche."*

Di fatto, pur ricadendo nel caso di cui sopra, è stato effettuato il calcolo completo di tutti gli elaborati al fine di potere comunque procedere eventualmente al deposito. Per cui ai fini della documentazione richiesta di tipo L2 si precisa quanto segue:

- sarà prodotta dichiarazione relativa al fatto che l'opera ricade tra quelle prive di rilevanza per la pubblica incolumità;
- la relazione tecnica esplicativa è costituita dalla presente;
- l'elaborato grafico richiesto è costituito dalle piante, sezioni e prospetti allegati al progetto esecutivo presentato.

## • DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'area in esame ricade all'interno dell'area Ospedaliera di San Giovanni in Persiceto (BO). Su tale area è stato eseguito uno studio geologico da parte del Dott. Geologo Ribaldi Claudia iscritta al n° 33 dell'Ordine dei Geologi della Regione Umbria. Da tale studio scaturisce una stratigrafia costituita da uno strato di terreno vegetale dallo spessore di 1 metro a cui seguono i seguenti substrati:

1) Argille e limi di colore bruno -AL (spessore di 2 metri)

- Peso di volume 2000 kg/m<sup>3</sup>
- Coesione non drenata 65 kPa
- OCR 4-6
- Modulo Edometrico 11 MPa

2) Alternanze di livelli di argille limo-sabbiose e sabbie fini lomose -AS (spessore di 5,40-9,60 metri)

- Peso di volume 1900 kg/m<sup>3</sup>
- Coesione non drenata 35-70 kPa
- OCR 1-2
- Modulo Edometrico 5-7,5 MPa

3) Argille con limi debolmente sabbiosi -AG (fino a 30 metri)

- Peso di volume 1950 kg/m<sup>3</sup>
- Coesione non drenata 70-100 kPa
- OCR 1,2-2,1
- Modulo Edometrico 8-9 MPa

Dalla relazione scaturisce inoltre una categoria di suolo C e topografica T1.

Il sito presenta le seguenti coordinate:

Latitudine	44.63172
Longitudine	11.19620

### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### **REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)**

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

### **MODELLI DI CALCOLO**

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 14/01/08 e alla Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del C.S.LL.PP la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio. In particolar modo, al fine di determinare l'azione sismica per la verifica agli stati limite ultimi, è stato considerato un comportamento non dissipativo della struttura. Le verifiche sono state quindi effettuate secondo quanto riportato al §7.5 del DM 17/01/2018 : “... *Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo la resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al §4.2 delle presenti norme, non essendo necessario soddisfare requisiti di duttilità...*”. Tale scelta è scaturita dal fatto che le strutture in questione sono relativamente leggere. Il fattore di struttura utilizzato è 1,5 che scaturisce dalla relazione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD} \cdot B^* \leq 1,5 \quad [7.3.2]$$

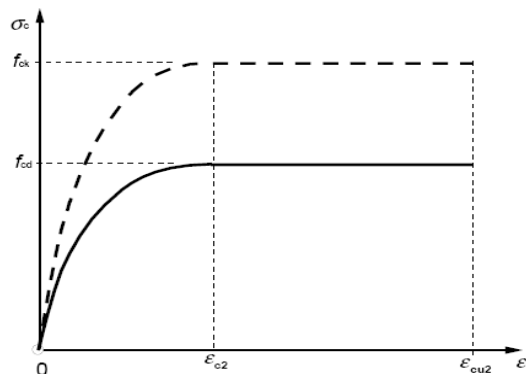
nel caso specifico per strutture intelaiata non regolari in altezza (considerazione a vantaggio di sicurezza)

$$q_{ND} = 4 \times 0,8 \times 2/3 = 2,13$$

per cui si adotta il valore massimo di 1,5.

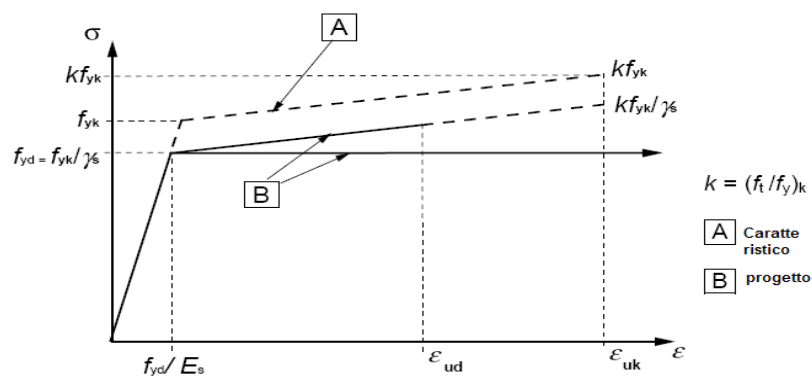
Il modello strutturale consiste in aste collegate tridimensionalmente tra di loro con vincoli che ne rispecchiano il reale comportamento (incastro perfetto, cerniera, ecc.). L'analisi strutturale è stata eseguita con l'ausilio di elaboratore di calcolo alla quale descrizione si rimanda al paragrafo specifico riportato di seguito. Le verifiche dei particolari costruttivi sono stati eseguiti in parte con l'ausilio dell'elaboratore e in parte al di fuori dello stesso applicando le formule previste dal DM 17.01.2018 al § 4.2.8.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



### Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

Il valore  $\epsilon_{cu2}$  nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



### Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

Legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4. Si precisa che per le sezioni classificate in classe 4 viene effettuata una depurazione della sezione ottenendo dei parametri geometrici efficaci sulle quali effettuare le verifiche. Tale metodo, previsto dalla normativa, permette di tenere conto dei fenomeni di instabilità locale considerando una sezione ridotta.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

## **MISURA DELLA SICUREZZA**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo. Trattandosi di strutture in acciaio, le prestazioni della struttura sono state garantite principalmente verificando la deformabilità della stessa, imponendo ai vari elementi strutturali, in base alla loro funzione e collocazione, i limiti imposti dalla norma.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata: la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;

la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica.

Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

### **• AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

#### **AZIONE SISMICA**

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso. In accordo con la committenza sono stati stabilite una vita nominale di 10 anni e una classe d'uso III. Sulla base di questa scelta sono stati effettuati le verifiche agli SLO, SLD e SLV. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite $P_{VR}$ :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

L'azione sismica viene quindi determinata sulla base delle caratteristiche del sito sopra riportate. L'azione sismica è stata calcolata per le due direzioni X e Y mentre non è stata considerata la componente verticale lungo Z (di fatto non si verificano i casi in cui tale componente debba essere considerata). Le due componenti sono rappresentate dalla massima accelerazione con relativo spettro di risposta in superficie.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 14/01/08 e della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del C.S.LL.PP per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

### CARICHI PERMANENTI

Di seguito vengono riportati per le varie strutture i carichi per peso proprio ( $g_{1k}$ ) e permanenti ( $g_{2k}$ ) agenti.

#### 1) EDIFICIO PRINCIPALE

- Solaio di calpestio:

$$g_{1k} = (\text{peso arcarecci}) = 13 \text{ kg/mq}$$

$$g_{2k} = (\text{pvc} + \text{tavolato} + \text{isolamento} + \text{tramezzi}) = 5 + 25 + 15 + 40 = 85 \text{ kg/mq}$$

$$G_{2k} = (\text{peso rinuiti}) = 230 \text{ kg}$$

- Solaio sottocopertura:

$$g_{2k} = (\text{impianti}) = 50 \text{ kg/mq}$$

- Solaio copertura:

$$g_{2k} = (\text{controsoffitto} + \text{isolamento} + \text{pannello copertura}) = 2 + 5 + 15 = 22 \text{ kg/mq}$$

## 2) TETTOIE ESTERNE

- Solaio di calpestio:  
 $g_{2k} = (\text{lamiera sp. 3 mm}) = 30 \text{ kg/mq}$

- Solaio copertura:  
 $g_{2k} = (\text{pannello copertura}) = 15 \text{ kg/mq}$   
 $G_{2K} = (\text{peso rampa laterale}) = 208 \text{ kg}$

### DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

**Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	$\geq 4,00$	$\geq 4,00$	$\geq 2,00$	



Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	<b>Coperture</b>			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

### 1) EDIFICIO PRINCIPALE

- Solaio di calpestio:  
 $q_k=300$  kg/mq cat. B2

- Solai di copertura:  
 $q_k=50$  kg/mq cat. H

### 2) TETTOIE

- Solaio di calpestio:  
 $q_k=400$  kg/mq cat. B2

- Solai di copertura:  
 $q_k=50$  kg/mq cat. H

### AZIONI DOVUTE AL VENTO

Al fine del calcolo dell'azione del vento, sono stati individuati tutti i parametri necessari. In particolare modo, trovandosi il sito in provincie di Bologna è stata considerata la zona 2, mentre come classe di rugosità è stata fissata la C. Ricadendo una distanza dalla costa maggiore di 30 km è stata individuata la categoria III. In definitiva i parametri utilizzati al fine dell'azione del vento sono riportati di seguito:

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La pressione cinetica di riferimento è data dalla formula 3.3.6 della norma

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 \quad [3.3.6]$$

e vale 39,06 kg/mq

Mentre la pressione del vento è stata calcolata con la relazione 3.3.4

$$p = q_r c_e c_p c_d \quad [3.3.4]$$

dove

$q_r$  è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7;

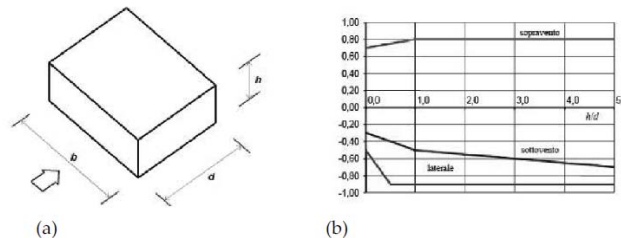
$c_p$  è il coefficiente di pressione di cui al § 3.3.8;

$c_d$  è il coefficiente dinamico di cui al § 3.3.9.

Il coefficiente dinamico è stato preso pari a 1 cautelativamente, il coefficiente di esposizione è stato valutato in base alla quota del punto su cui calcolare la pressione e il coefficiente di forma è stato individuato in base al tipo di elemento (sopravento, sottovento) e alla sua inclinazione o forma.

### 1) EDIFICIO PRINCIPALE

Per il calcolo del coefficiente  $c_p$  per le pareti verticali, è stata considerata la situazione di edifici in pianta rettangolare con riferimento al § C3.38.1.1 e nello specifico alla tabella C3.3.I. sulla scorta di tale tabella, i cui risultati sono riportati sinteticamente nella figura C3.3.2, il coefficiente di pressione dipende dal rapporto  $h/d$ , per cui differisce per le due direzioni.



a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,  
 b) Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Nello specifico per direzione del vento parallela al lato corto dell'edificio, si perviene a:

- pareti sopravvento → 48,86 kg/mq
- pareti sottovento → 24,30 kg/mq

Per direzione del vento parallela al lato lungo dell'edificio, si perviene a:

- pareti sopravvento → 47,26 kg/mq
- pareti sottovento → 21,09 kg/mq

### 2) TETTOIE

Per il calcolo del coefficiente  $c_p$ , è stata considerata la situazione di tettoie a falda singola al § C3.3.8.2.1, considerando il coefficiente  $\Phi = 1$  e pervenendo a una pressione del vento pari a 93 kg/mq.

### AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

L'azione della temperatura considerata per ogni elemento metallico è pari a  $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$  o  $\Delta t = \pm 25^\circ\text{C}$  a seconda se i vari elementi siano più o meno esposti.

### NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove:

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

Si assume che il carico della neve agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

La zona di riferimento per il calcolo della neve è la I-Mediterranea comprendente la Provincia di Bologna con riferimento a un'altitudine inferiore a 200 metri a cui corrisponde un carico caratteristico di 150 kg/mq, considerando un coefficiente di forma pari a 0,8 si perviene a un carico pari a 120 kg/mq.

### COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.5.2, Tab. 2.5.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 e 3.2 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\psi_2 j$  sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di

sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

### COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0i}</math></b>	<b><math>\psi_{1i}</math></b>	<b><math>\psi_{2i}</math></b>
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	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 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

#### • TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991-EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro  $-5$  mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni  $\leq 150$  mm  $\pm 5$  mm

Per dimensioni  $\leq 400$  mm  $\pm 15$  mm

Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

#### • DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga

adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori procederà al controllo della qualità dei materiali, metodologie di lavorazione e conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

- **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.

# ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L' AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

## **Tipo Analisi svolta**

- Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di struttura pari a 1. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2018 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta.

- Metodo di risoluzione della struttura

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

Per gli elementi strutturali bidimensionali (piastre) è stato utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra). Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM. Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipende dalla forma e densità della MESH. Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

- Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018. Le verifiche degli elementi bidimensionali sono state effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

Legame parabola rettangolo per il cls

Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

- Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	NO
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente	SI
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI-CON NTC18 SOLO APPROCCIO 2
SLU terreno A2 – Approccio 1	NON PREVISTA DALLE NTC18

- **Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico**

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE. In particolare per le azioni sismiche si sono considerate le azioni derivanti dallo spettro di progetto ridotto del fattore q e le eccentricità accidentali pari al 5%. Inoltre le azioni sismiche sono state combinate spazialmente sommando al sisma della direzione analizzata il 30% delle azioni derivanti dal sisma ortogonale.

### **Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo**

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2018
Nro Licenza	31131

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

**Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri**

**95030 Sant'Agata li Battiati (CT).**

- **Affidabilità dei codici utilizzati**

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

### **Presentazione sintetica dei risultati**

Una sintesi del comportamento della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti più sollecitate della struttura in esame.



## 1) EDIFICIO PRINCIPALE

### Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (500) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	90
Z	NON SELEZIONATA

### Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	VERIFICATO
SLD	VERIFICATO

### Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 2092	VERIFICATO
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 49	VERIFICATO

### Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 2092	VERIFICATO
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 49	VERIFICATO

### Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm <sup>2</sup> )	7.62	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.04	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	2.4	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	1.21	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	.89	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	0	

### Tabellina riassuntiva della Stabilita' Globale della struttura

Numero della combinazione di carico	91
Valore del moltiplicatore dei carichi	42.78

2) *TETTOIE*

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (12) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	99
Y	100
Z	NON SELEZIONATA

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	VERIFICATO
SLD	VERIFICATO

*Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU*

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 33	VERIFICATO
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 4	VERIFICATO

*Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE*

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 33	VERIFICATO
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 4	VERIFICATO

Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cmq)	2.2	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.04	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	3.37	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	.42	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	.31	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	0	

Tabellina riassuntiva della Stabilita' Globale della struttura

Numero della combinazione di carico	67
Valore del moltiplicatore dei carichi	327.67

### Informazioni sull' elaborazione e giudizio motivato di accettabilità

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

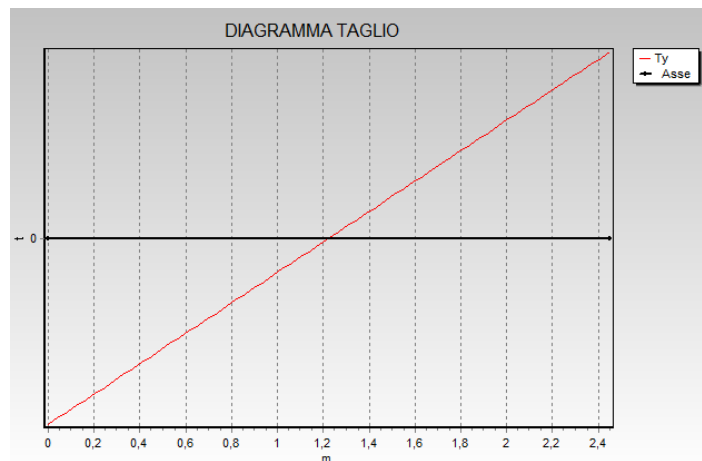
Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilità' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

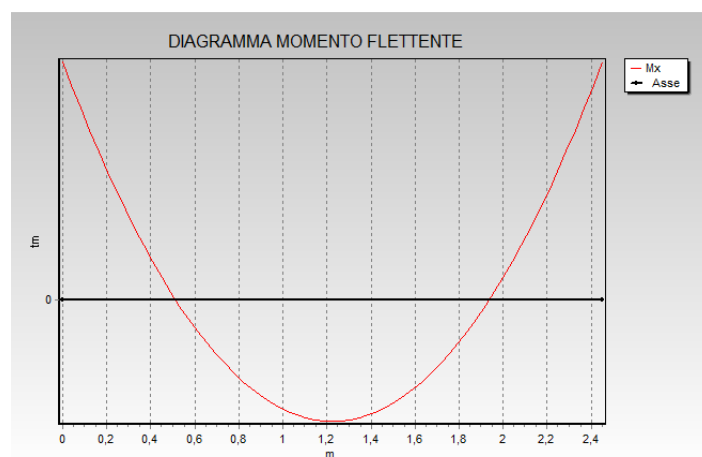
Al fine di verificare la corretta elaborazione delle strutture oggetto della presente relazione, sono stati visualizzati i vari diagrammi di sollecitazioni e deformate collegati alle varie condizioni di carico, riportati in seguito, in modo da evidenziare anomalie grossolane legate a errori di input.

Sono state effettuate delle verifiche semplificate su delle aste appartenenti ai diversi modelli.

Per l'edificio principale è stata presa in considerazione l'asta 1851, di lunghezza 2,45 metri, che è incernierata alle estremità per la condizione di carico dei carichi per peso proprio (5,308 kg/ml). Di seguito si riportano i valori di calcolo scaturiti dall'elaborazione:



*Diagramma taglio per carichi permanenti*



*Diagramma momento per carichi permanenti*

Dai grafici si legge:

Tagli alle estremità= 0,0064 t

Momento in mezzeria= 0,0014 tm

Momento all'estremità= 0,0026 tm

L'asta presenta un comportamento che si approssima a una trave perfettamente incastrata alle estremità.

Considerando lo schema di trave incastrata alle estremità di lunghezza 2,45 metri si ottengono i seguenti valori:

$$T = 5,308 \times 2,45/2 = 6,5 \text{ kg}$$

$$M_{mez} = 5,308 \times 2,45^2/12 = 2,655 \text{ kg m}$$

$$M_{mez} = 5,308 \times 2,45^2/24 = 1,327 \text{ kg m}$$

Da come si evince i risultati sono compatibili.

Per la tettoia è stata presa in considerazione l'asta 30, di lunghezza 1,88 metri, che è incernierata alle estremità per la condizione di carico dei carichi per peso proprio (9,076 kg/ml). Di seguito si riportano i valori di calcolo scaturiti dall'elaborazione:

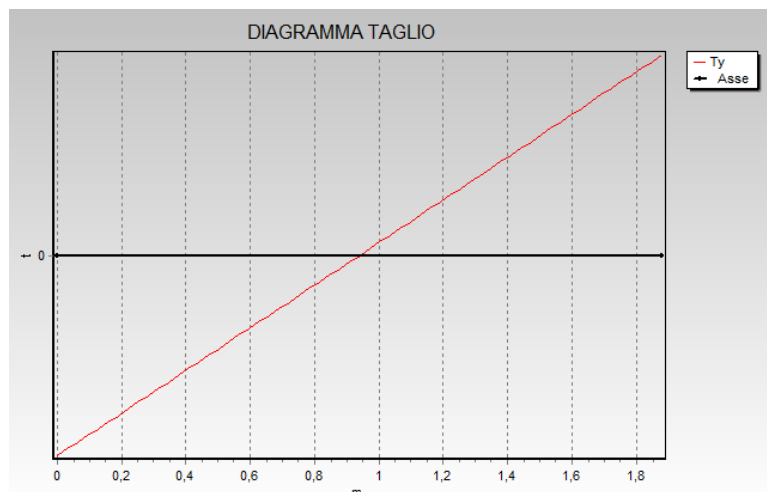


Diagramma taglio per carichi permanenti

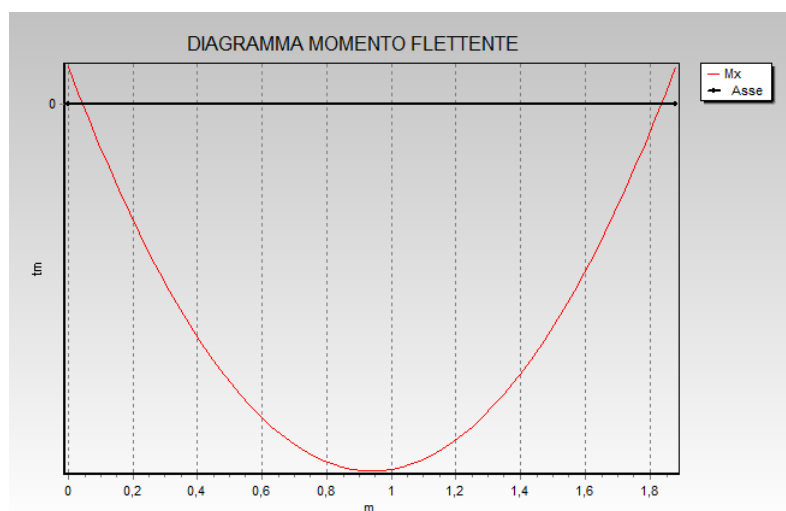


Diagramma momento per carichi permanenti

Dai grafici si legge:

Tagli alle estremità= 0,0086 t

Momento in mezzeria= 0,0036 tm

Momento all'estremità= 0,0003 tm

L'asta presenta un comportamento che si approssima a una trave incernierata alle estremità.

Considerando lo schema di trave incernierata alle estremità di lunghezza 1,88 metri si ottengono i seguenti valori:

$T = 9,076 \times 1,88/2 = 8,53 \text{ kg}$

$M_{mez} = 9,076 \times 1,88^2/8 = 4 \text{ kg m}$

Da come si evince i risultati sono compatibili.

Di seguito si riportano le rappresentazioni grafiche delle sollecitazioni e delle deformate relative alle varie condizioni di carico e per le varie strutture.

### **PERICOLOSITA' SISMICA**

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica di progetto sulle costruzioni, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle N.T.C.), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , come definite nel § 3.2. del D.M. 17/01/2018, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4.3 dello stesso D.M.

Le valutazioni della "pericolosità sismica di base" derivano da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate. I dati utilizzati per le valutazioni sono resi pubblici (<http://esse1.mi.ingv.it>), in modo che sia possibile la riproduzione dell'intero processo.

La "pericolosità sismica di base", costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; le sue attuali fonti di riferimento sono indicate nel seguito del presente paragrafo.

La *pericolosità sismica* in un generico sito è descritta in modo da renderla compatibile con le **N.T.C.** e di dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte in quanto i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle **N.T.C.**, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);

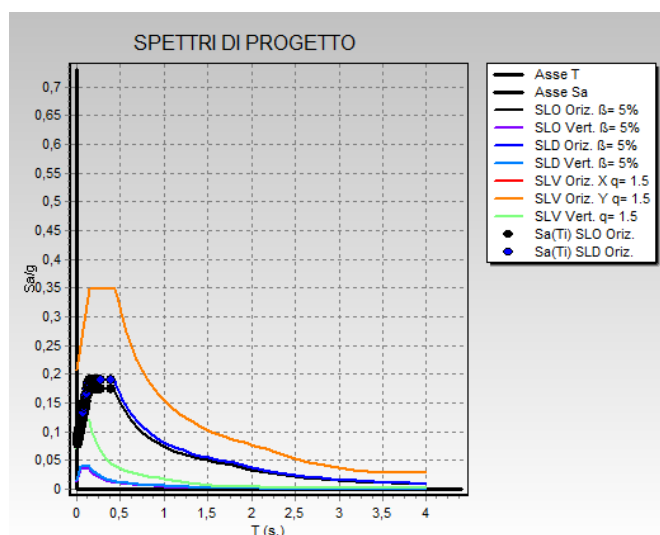
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

Ai fini delle N.T.C., le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle N.T.C., per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano *la risposta sismica locale*.

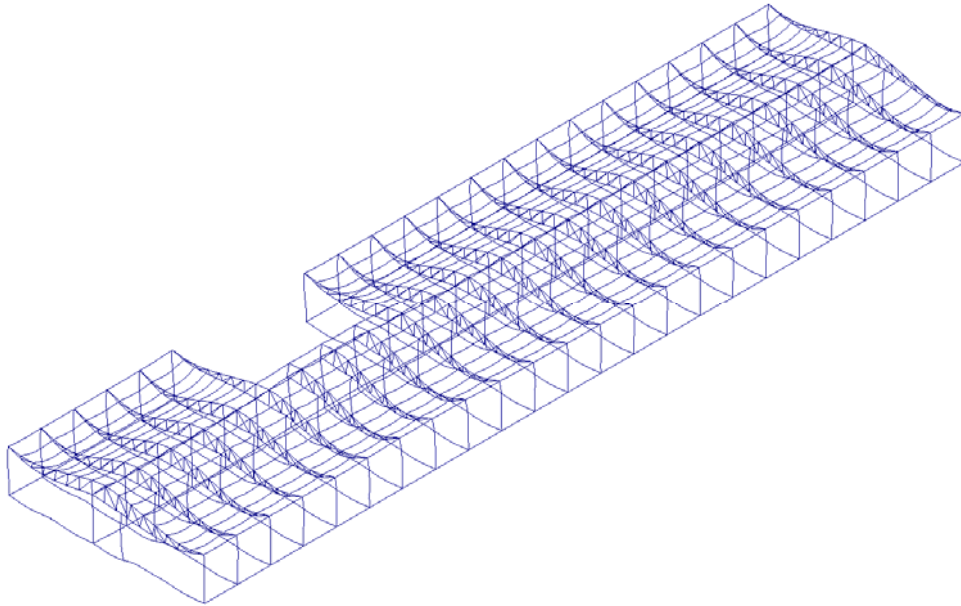
Per il caso in esame la classe d'uso è la III con una vita nominale di 10 anni. Queste informazioni unitamente alla categoria topografica T1 e alla categoria di suolo C ha permesso di ricavare i seguenti spettri di progetto.



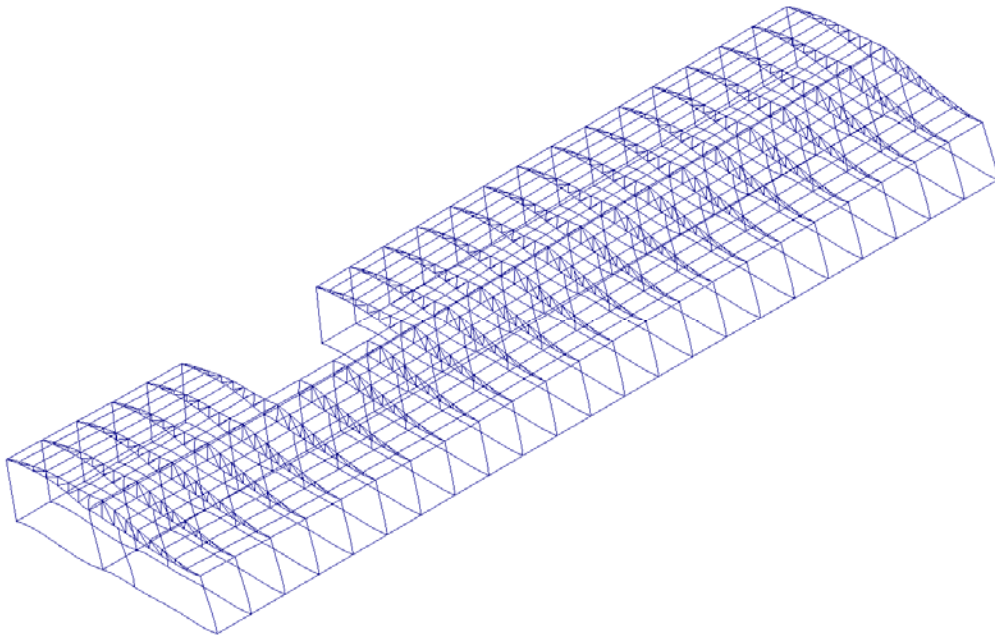
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilità Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	30,00
Accelerazione $A_g/g$	0,05	Periodo $T^*c$ (sec.)	0,26
Fo	2,48	Fv	0,73
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,43	Periodo TD (sec.)	1,79
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilità Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	35,00
Accelerazione $A_g/g$	0,05	Periodo $T^*c$ (sec.)	0,26
Fo	2,49	Fv	0,76
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,43	Periodo TD (sec.)	1,80
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilità Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	332,00
Accelerazione $A_g/g$	0,14	Periodo $T^*c$ (sec.)	0,28
Fo	2,53	Fv	1,27
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,49	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,44	Periodo TD (sec.)	2,16

# DIAGRAMMI DEFORMAZIONI E SOLLECITAZIONI

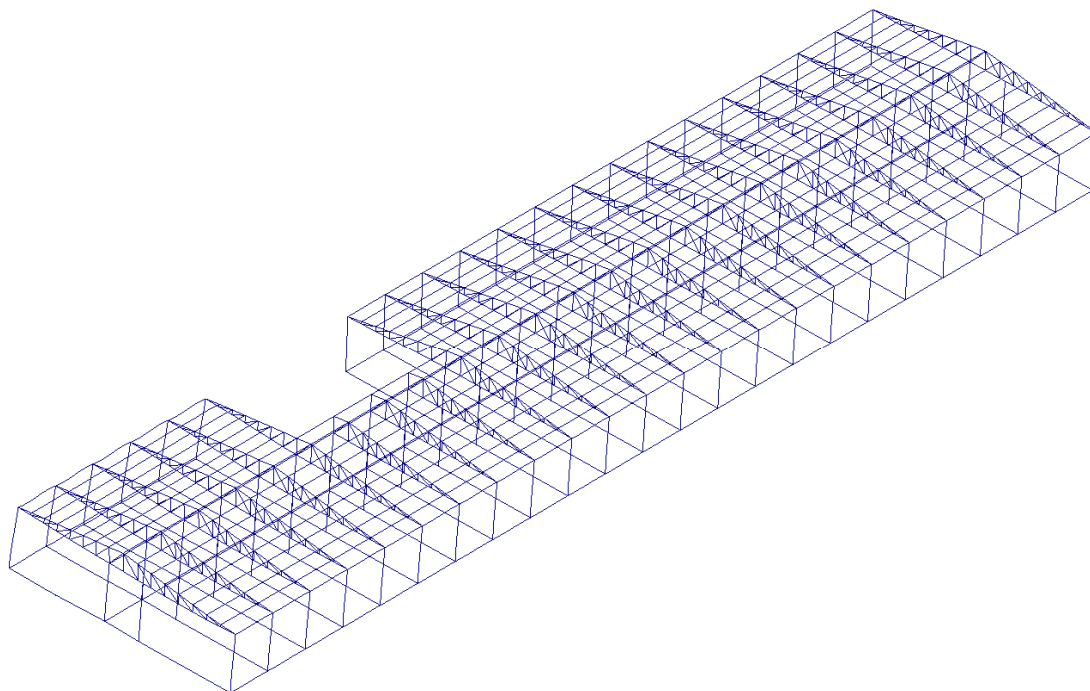
## 1) EDIFICIO PRINCIPALE



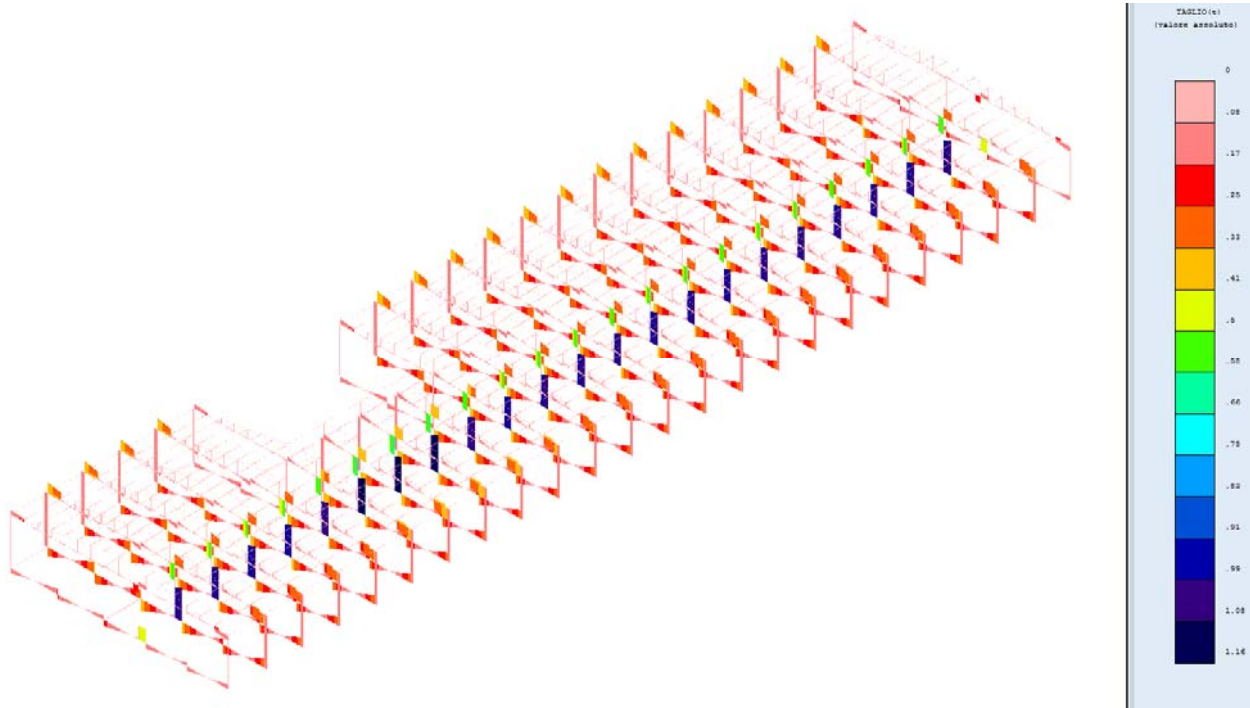
*DEFORMATA CONDIZIONE CARICHI VERTICALI*



*DEFORMATA CONDIZIONE SISMICA*

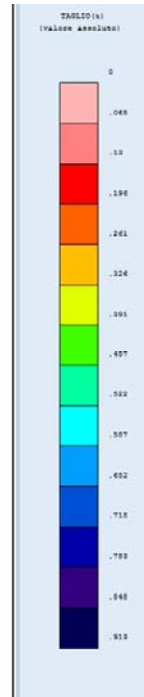
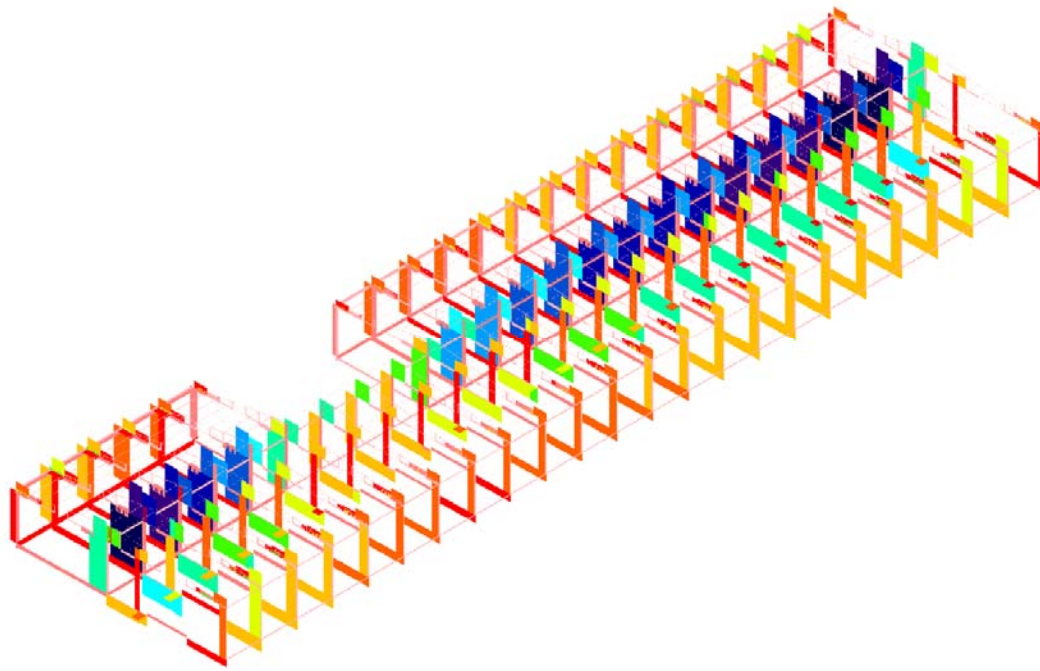


*DEFORMATA CONDIZIONE VENTO*

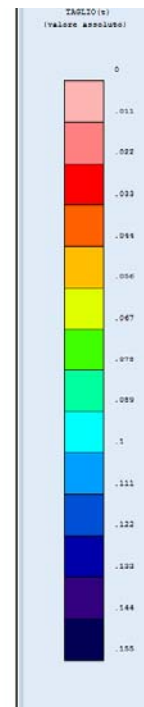
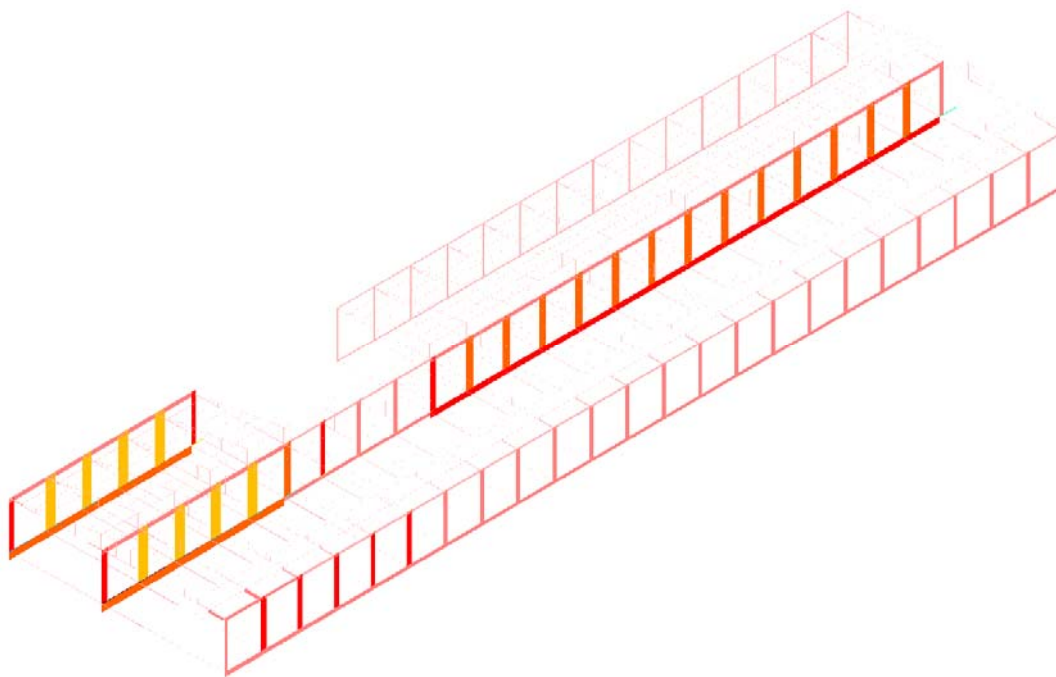


*TAGLIO CONDIZIONE CARICHI VERTICALI*

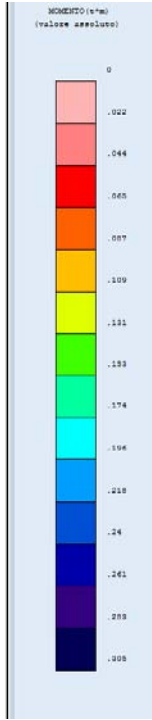
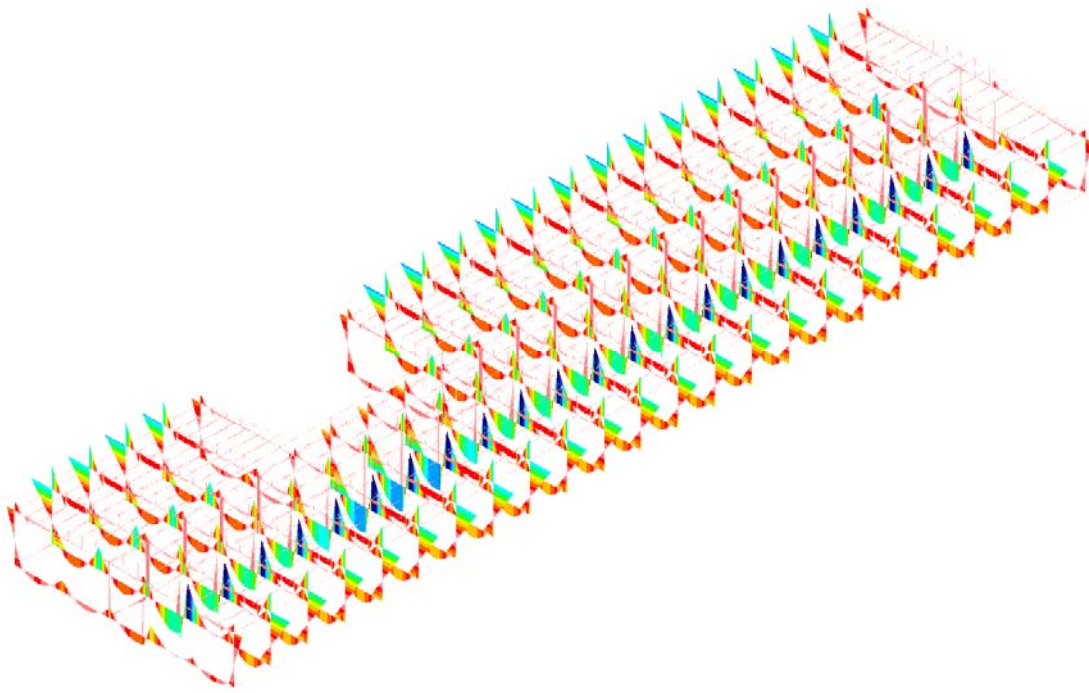




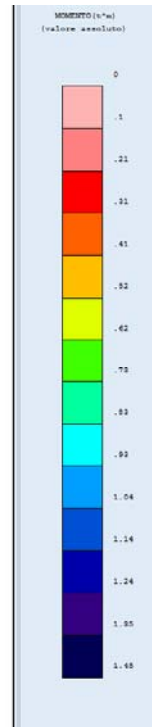
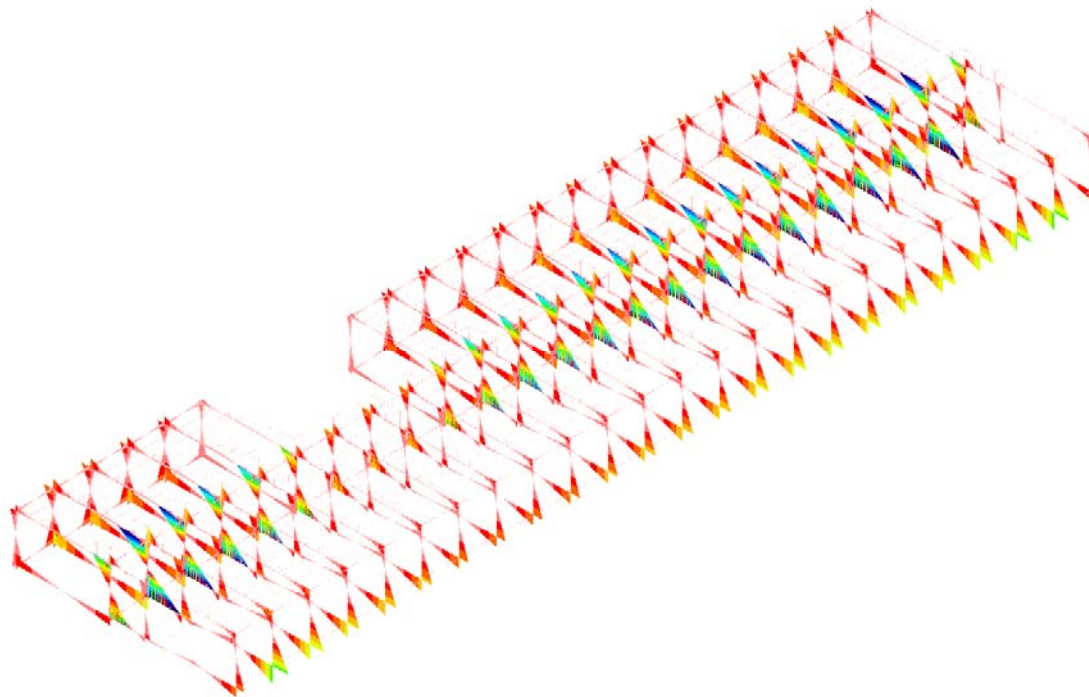
*TAGLIO CONDIZIONE SISMICA*



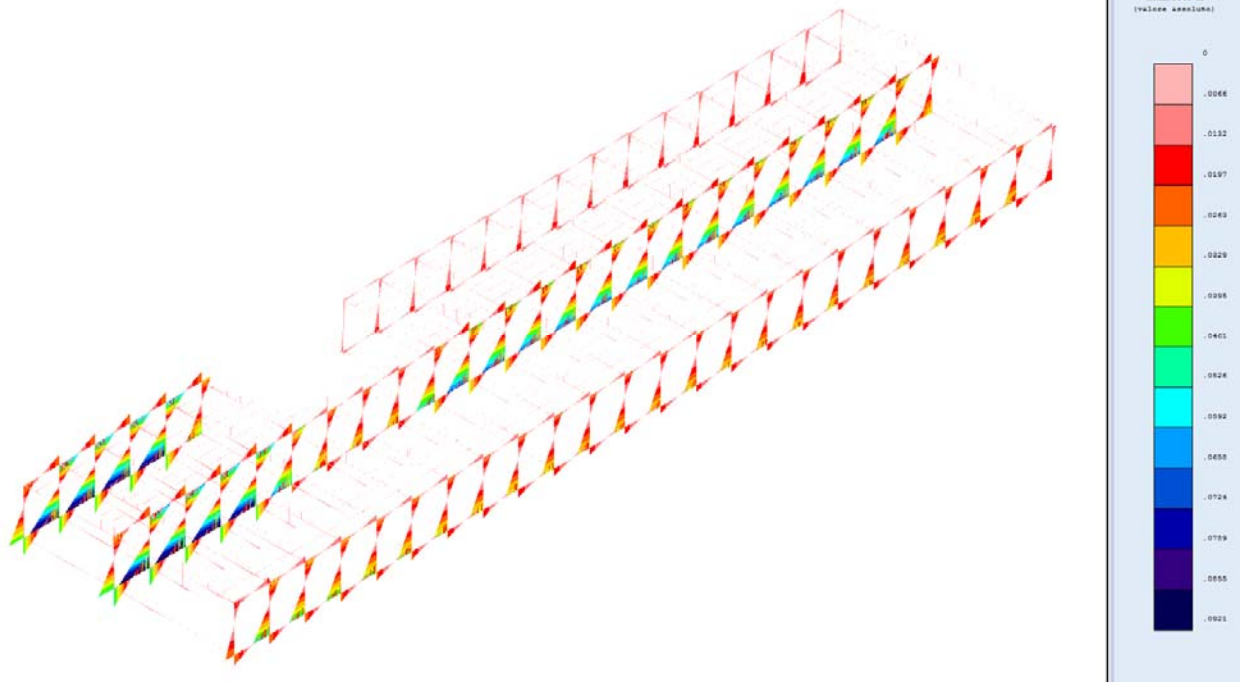
*TAGLIO CONDIZIONE VENTO*



*MOMENTO CONDIZIONE CARICHI VERTICALI*

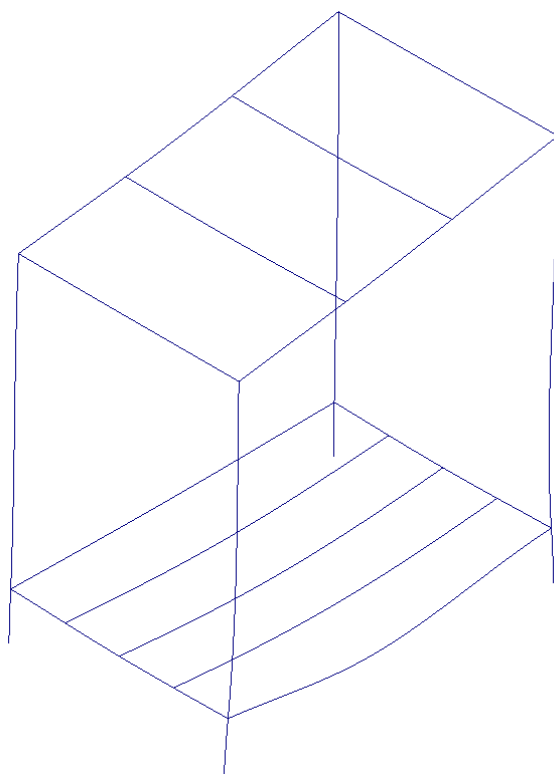


*MOMENTO CONDIZIONE SISMICA*

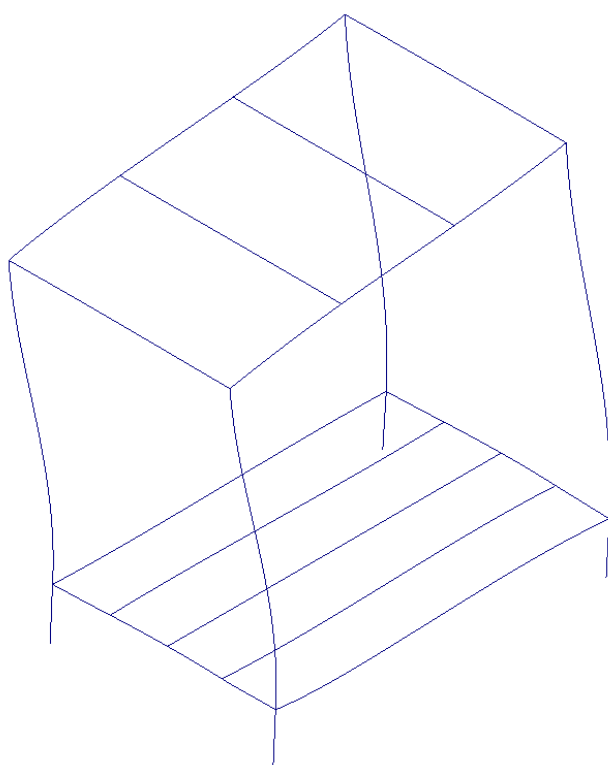


*MOMENTO CONDIZIONE VENTO*

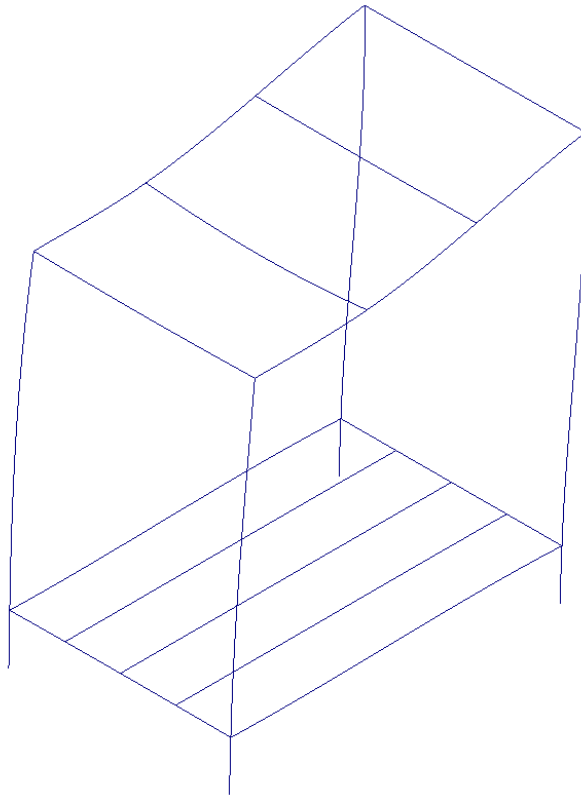
2) TETTOIA



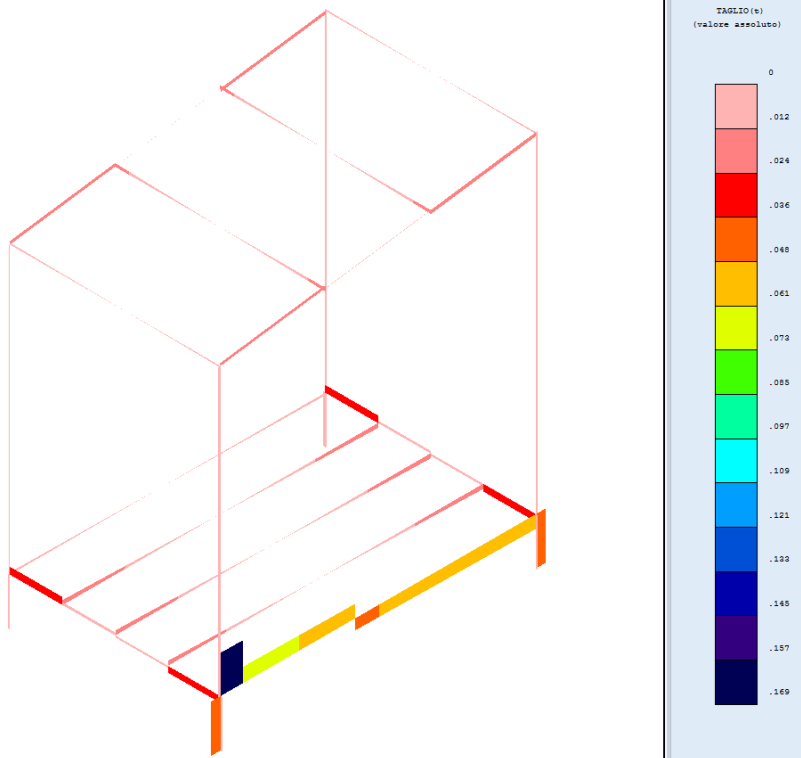
*DEFORMATA CONDIZIONE CARICHI VERTICALI*



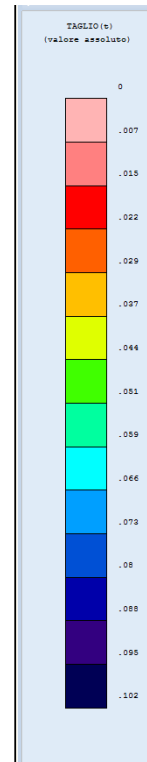
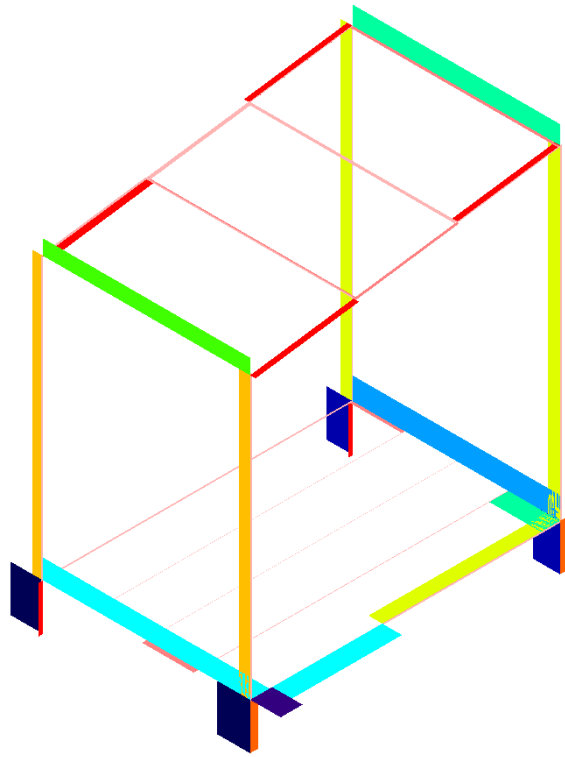
*DEFORMATA CONDIZIONE SISMICA*



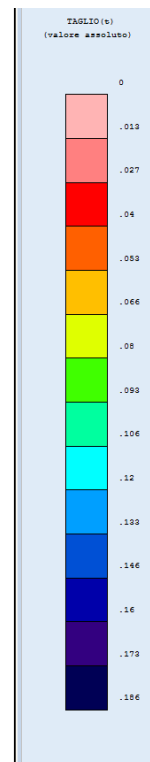
*DEFORMATA CONDIZIONE VENTO*



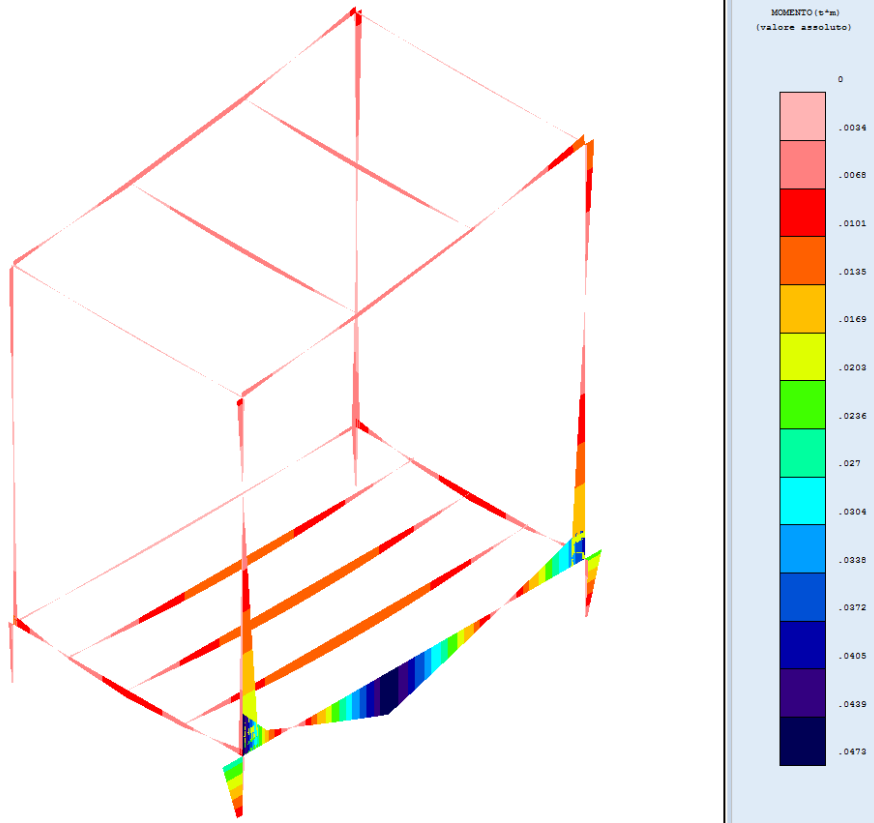
*TAGLIO CONDIZIONE CARICHI VERTICALI*



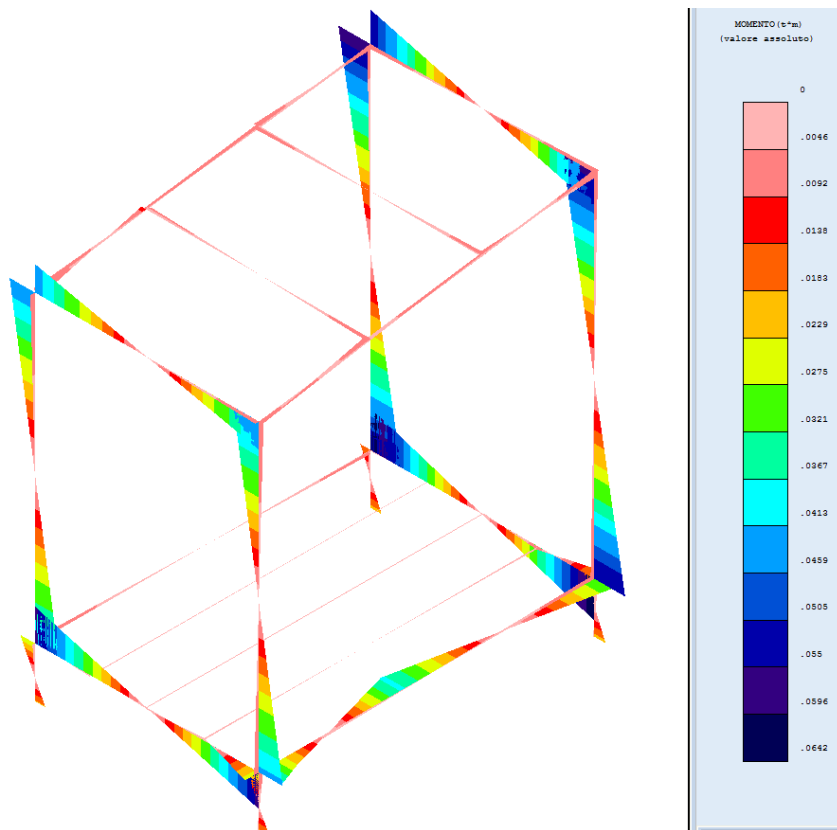
*TAGLIO CONDIZIONE SISMICA*



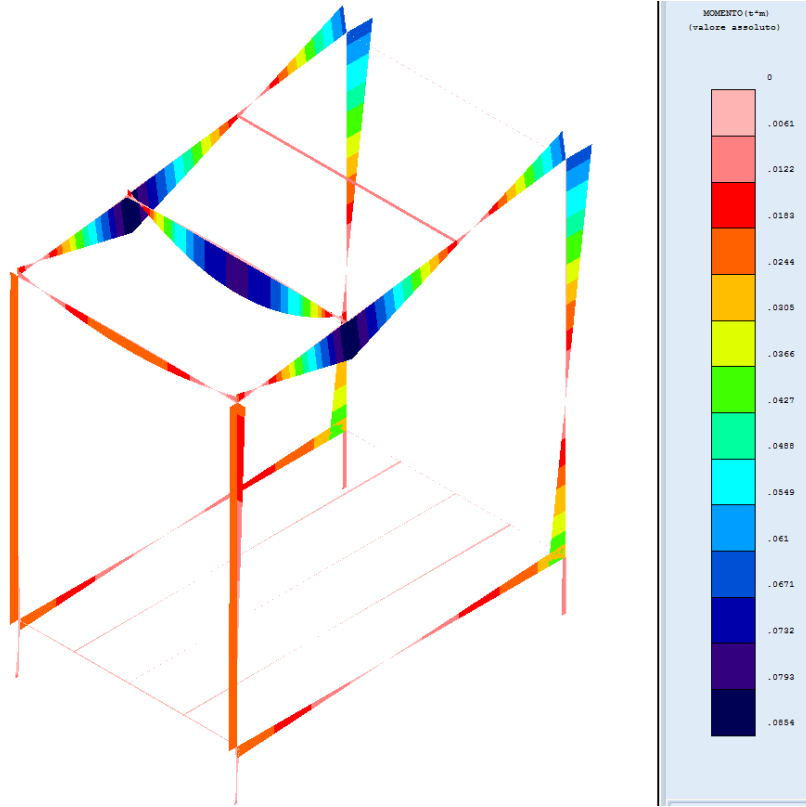
*TAGLIO CONDIZIONE VENTO*



*MOMENTO CONDIZIONE CARICHI VERTICALI*



*MOMENTO CONDIZIONE SISMICA*



*MOMENTO CONDIZIONE VENTO*