

## AREA EDILIZIA E LOGISTICA

# PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO STATICO GENERALE DEL PADIGLIONE 1-2° LOTTO CENTRO SPORTIVO RECORD VIA DEL PILASTRO N°8 – BOLOGNA

X

X

PROPRIETA' EDIFICIO

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA

CODICE EDIFICIO N.  
1004

CODICE PROGETTO (PAL) N.  
23298

TICKET N.  
23298

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E LOGISTICA

ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
geom.STEFANO SALICINI

DIRETTORE DEI LAVORI  
geom. Claudio Roso

### PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO

ing.GIULIANO BRUSCHII

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

P.ind.ROBERTO RICCI

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

P.ind. UBER DEMOLA

PROGETTO OPERE STRUTTURALI

ing.GIULIANO BRUSCHI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE

.geom.MAURIZIO MAGNO

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI ESECUZIONE

geom.MAURIZIO MAGNO

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE: PRELIMINARE ☐ DEFINITIVO ☐ ESECUTIVO ☒ AS-BUILT ☐

OGGETTO TAVOLA

RELAZIONE STRUTTURALE

SCALA

X

DATA

X

REV.

X

DATA

X

TAVOLA N°

RSTR

## Sommario

1: PROGETTO ARCHITETTONICO .....	3
2: RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....	3
2.1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	3
2.1.a Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologico.	3
2.1.b Descrizione generale della struttura .....	4
2.1.c Normativa tecnica utilizzata .....	4
2.1.d Definizione dei parametri di progetto .....	4
2.1.D.1. Carichi imputati .....	4
2.1.D.2. Carichi variabili .....	6
2.1.D.3. Sovraccarico della neve.....	6
2.1.D.4. Azione del vento .....	6
2.1.D.5. Azioni sismiche .....	7
2.1.E Descrizione dei materiali .....	8
2.1.F Criteri di progettazione e modellazione .....	8
2.1.G Combinazioni di carico .....	9
2.1.H Indicazione motivata del metodo di analisi.....	10
2.1.I Stati limite indagati .....	10
2.1.J Rappresentazione dei risultati dell'analisi strutturale .....	11
2.1.J.a Deformate e caratteristiche di sollecitazione .....	11
2.1.J.b Giudizio motivato di accettabilità dei risultati .....	21
2.1.K Caratteristiche ed affidabilità del codice di calcolo .....	23
2.1.L Verifiche delle strutture di fondazione .....	24
2.1.M Categoria di intervento sulle costruzioni esistenti.....	24
2.1.N Descrizione della struttura esistente .....	24
2.1.O Materiali della struttura esistente .....	24
2.1.P Risultati della valutazione della sicurezza .....	25
ELABORATO 3: RELAZIONE SUI MATERIALI .....	25
ELABORATO 4: ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI .....	26
ELABORATO 5: PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA.....	26
5.1 Introduzione .....	27
5.2 Schede tecniche di manutenzione.....	28

5.3 Programma di manutenzione .....	29
ELABORATO 6 : RELAZIONE SPECIALISTICA SUI RISULTATI SPERIMENTALI .....	33
ELABORATO 6.1: RELAZIONE GEOLOGICA.....	33
ELABORATO 6.2. - RELAZIONE GEOTECNICA SUI TERRENI E SULLE FONDAZIONI .....	33
ELABORATO 6.3. - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE .....	33
ELABORATO 7 – ELABORATI GRAFICI DEL RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE .....	34
ELABORATO 8 – VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.....	34
ELABORATO 9: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	39

## 1: PROGETTO ARCHITETTONICO

Vedi elaborati grafici architettonici allegati.

## 2: RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

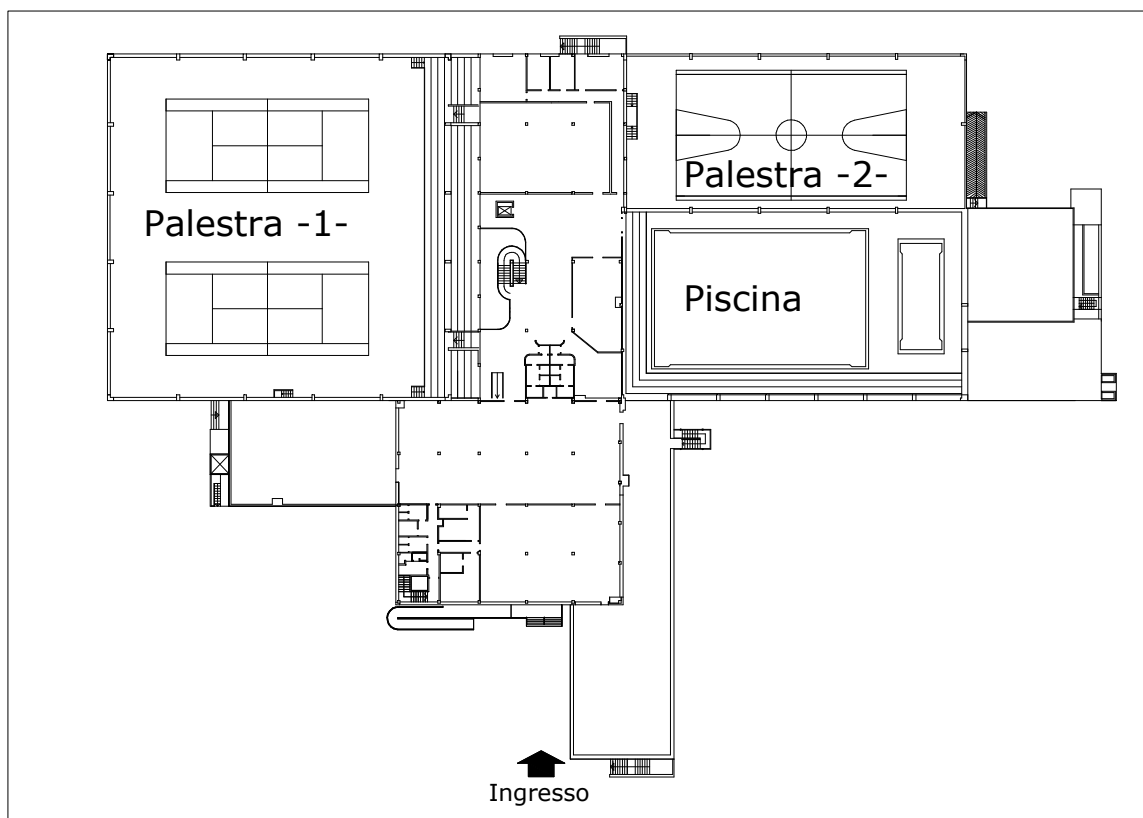
### 2.1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

#### 2.1.A DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICO

L'edificio fa parte di un complesso sportivo sito in via del Pilastro n°8 a Bologna e comprende alcune palestre ed una piscina. Come mostrato nelle immagini successive, le zone oggetto di intervento di consolidamento sono le coperture degli ambienti definiti Palestra -1- , (successivamente definita come Padiglione 1 )

Il progetto prevede la sostituzione della copertura del padiglione 1 . L' intervento da realizzare rientra nella categoria di "INTERVENTO LOCALE".

Non si è in possesso di relazione geologica che consenta la definizione della categoria di terreno ai fini della valutazione dell'azione sismica. Si considera pertanto un terreno di tipo D.



*Fig. 1 : planimetria generale del complesso sportivo*

Tali interventi si rendono necessari in quanto il recente evento sismico del maggio 2012, ha evidenziato ed accentuato delle criticità diffuse nei profilati tubolari in acciaio delle coperture con imbozzamenti e svergolamenti e in alcune zone di solaio in laterocemento oggetto di infiltrazioni di acqua derivante dalla destinazione a docce dei vani al servizio degli spogliatoi.

## **2.1.B DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA**

Il complesso oggetto dell'intervento comprende la copertura costituita da un corpo di m 40x40 adibito a gioco tennis (Palestra -1- in fig.1);

La copertura del padiglione è composta da travature reticolari realizzate con profili tubolari metallici. Il padiglione 1 ha una struttura spaziale a doppia orditura

Dalla documentazione fornitaci si desume che l'edificio risale alla metà degli anni 70'. Tale documentazione è costituita da stralci della relazione di calcolo e dal certificato di collaudo. I padiglioni 1 e 2 hanno fondazioni, plinti e cordoli porta muro, pilastri e travi, tutti in c.a. gettati in opera; le coperture esistenti sono a struttura tubolare in metallo poggianti su una trave di coronamento perimetrale sempre in c.a. ed ancorate ad essa mediante piastre e tirafondi. Il corpo intermedio è anch'esso dotato di struttura in cemento armato e solai in laterocemento.

## **2.1.C NORMATIVA TECNICA UTILIZZATA**

Norme di riferimento cogenti

D.P.R. 6 Giugno 2001 n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentare in materia di edilizia.

D.M. 14 Gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni

Altre norme e documenti tecnici integrativi

Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui la Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008

## **2.1.D DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO**

### **2.1.D.1. CARICHI IMPUTATI**

Per quanto riguarda il manto di copertura dei due padiglioni si hanno i seguenti carichi:

			G <sub>k1</sub>	G <sub>k2</sub>
1	Copertura esistente pannello sandwich e guaina	daN/m <sup>2</sup>	15.0	5.0

			G <sub>k1</sub>	G <sub>k2</sub>
2	Nuova copertura pannello sandwich e guaina	daN/m <sup>2</sup>	15.0	5.0

Si considera inoltre un ulteriore sovraccarico permanente pari a 20 daN/mq per considerare la presenza degli impianti di riscaldamento e condizionamento (che andranno smontati e rimontati) e ulteriori 20 daN/mq per possibili installazioni future di impianto fotovoltaico in copertura.

Il carico dovuto ai piatti in acciaio costituenti i nodi del padiglione 1 è stato schematizzato come carico concentrato su ogni nodo in quantità pari a 120 Kg.

Il carico dovuto ai piatti in acciaio costituenti i nodi del padiglione 2 è stato schematizzato come carico distribuito sommato al G<sub>k1</sub> della copertura in quantità pari a 7,5 Kg/mq.

L'ambiente della piscina attualmente presenta un controsoffitto realizzato in lamiera e intonacato che non verrà realizzato nella nuova copertura ( peso G<sub>k2</sub>=30 daN/m<sup>2</sup>).

Per la definizione dei carichi per il consolidamento della porzione di solaio si fa riferimento alla relazione di calcolo originale.

Solaio zona servizi:	Solaio h 20+3	250 daN/mq
	Sottofondi,pavimenti e intonaco	120 daN /mq
	Tramezzi servizi	130 daN /mq
	Accidentali	500 daN /mq

Per le verifiche agli stati limite si hanno pertanto i seguenti carichi

			G <sub>k1</sub>	G <sub>k2</sub>	Q <sub>k1</sub>
3	Solaio esistente	daN /m <sup>2</sup>	250	250	500

### 2.1.D.2. CARICHI VARIABILI

Cat. H1: Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione: 0.50 kN/m<sup>2</sup>

### 2.1.D.3. SOVRACCARICO DELLA NEVE

Il valore del sovraccarico neve è stato calcolato sulla base dei seguenti parametri

Sito di installazione Bologna (comune di Bologna)

Coefficiente di forma per la copertura

$0 < \alpha < 30^\circ$  (inclinazione della falda)

$$\mu = 0,8$$

Valore caratteristico della neve al suolo

Zona I – Mediterranea – Provincia di Bologna - Bologna

$a_s < 200$  m (Altitudine)

$$q_{sk} = 1,50 \text{ KN/m}^2 = 150 \text{ daN/m}^2$$

Coefficiente di esposizione

$$C_E = 1$$

Coefficiente termico

$$C_t = 1$$

Carico neve sulla copertura

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0,8 \cdot 150 = 120 \text{ daN/m}^2$$

### 2.1.D.4. AZIONE DEL VENTO

Pressione del vento

Ubicazione della struttura: Bologna (BO)

Altitudine: < 750 m

Altezza massima della costruzione:  $H_{max} = 16$  m

Classe di Rugosità: B

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

Pressione cinetica di riferimento ( $q_b$ )

La struttura si trova nella ZONA 2

$$V_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad a_0 = 750 \text{ m}$$

$$v_b = V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot (25)^2 = 390 \text{ N/m}^2$$

Coefficiente di esposizione ( $c_e$ )

Per la determinazione di  $c_e$  il luogo in cui sorge la struttura appartiene alla cat. IV

$k_r=0,22$        $z_0=0,30$  m       $z_{min}=8$  m

Si assume inoltre

$c_t$ = Coefficiente di topografia=1

$c_e = 2.15$

Coefficiente di forma ( $c_p$ )

$c_p=0.8$  per elementi sopravento

$c_p=-0.4$  per elementi sottovento o soggetti a vento radente

Coefficiente dinamico ( $c_d$ )

$c_d=1$

Pressione del vento

$p=39*2.15*1*0.8=67$  daN/m<sup>2</sup>      per elementi sopravento

$p=39*2.15*1*0.4=34$  daN/m<sup>2</sup>      per elementi sottovento o soggetti a vento radente

#### **2.1.D.5. AZIONI SISMICHE**

Il presente progetto esecutivo ha determinato la classe d'uso del fabbricato e la sua vita nominale. In questa parte vengono riportate tutte le informazioni progettuali utilizzate per la verifica strutturale condotta.

La struttura è stata verificata nei confronti del sisma considerando un comportamento di tipo non dissipativo, si è assunto pertanto il fattore di struttura  $q=1$  in entrambe le direzioni, pertanto la verifica è stata svolta confrontando le sollecitazioni di calcolo con le caratteristiche resistenti delle membrature.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto si sono considerati i seguenti parametri di base:

Tipo di costruzione	3 – Grandi opere...o di importanza strategica
Vita nominale	$V_N \geq 100$ anni
Classe d'uso	(III) Costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi
Coefficiente d'uso	$C_U=1.5$
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R=V_N*C_U \geq 150$ anni
Coordinate geografiche	Lat. 44,51042°



	Long. 11,39098°
Categoria di suolo	D
Categoria topografica	T1

## 2.1.E DESCRIZIONE DEI MATERIALI

### Acciaio per profili laminati a caldo

Tipo di acciaio S275

$\gamma_{M0}=1,05$  Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

$$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{2.750}{1,05} = 2.619 \text{ daN/cm}^2 \text{ (valore di calcolo)}$$

### Bulloni

Classe 8.8

$\gamma_{M2}=1,25$  Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

$f_{yb}=649 \text{ N/mm}^2$  (valore caratteristico della tensione di snervamento)

$f_{tb}=800 \text{ N/mm}^2$  (valore caratteristico della tensione di rottura)

## 2.1.F CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

Si sono realizzati due modelli strutturali, uno per il padiglione 1 e un secondo per il padiglione 2. Il calcolo del rinforzo del solaio è stato condotto senza l'ausilio di un programma di calcolo strutturale. Come già dichiarato le strutture sono state verificate nei confronti del sisma considerando un comportamento di tipo non dissipativo, si è assunto pertanto il fattore di struttura  $q=1$  in entrambe le direzioni.

L'impalcato di copertura è stato definito come impalcato deformabile e conseguentemente l'analisi dinamica è stata di tipo nodale con le masse concentrate nei nodi.

Le strutture sono state verificate agli stati limite SLV ed SLD ed SLO.

Nei modelli di calcolo si è tenuto conto della componente verticale del sisma.

Per quanto riguarda il telaio da realizzare a rinforzo del solaio esistente, esso è stato calcolato con la combinazione di carico fondamentale (§ 2.5.1 DM 2008 ), essendo un presidio che non modifica il comportamento sismico delle strutture esistenti.

## 2.1.G COMBINAZIONI DI CARICO

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Vento	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Neve h<=1000	0.75	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sisma verticale	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00
Corr. Tors. dir. 90	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	0.30
Sisma direz. grd 0	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Sisma direz. grd 90	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sisma verticale	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	-1.00	1.00	-1.00	1.00	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 90	-0.30	-0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00
Sisma direz. grd 0	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sisma direz. grd 90	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00
Sisma verticale	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00
Sisma direz. grd 0	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
Sisma direz. grd 90	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00
Sisma verticale	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
Var.Vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
Corr. Tors. dir. 0	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.00
Sisma direz. grd 90	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.00
Sisma verticale	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	0.00

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.	
DESCRIZIONI	76
Peso Strutturale	1.30
Perm.Non Strutturale	1.50
Var.Vento	0.00
Var.Neve h<=1000	1.50
Var.Coperture	1.50
Corr. Tors. dir. 0	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00
Sisma verticale	0.00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00
Var.Vento	1.00	0.60
Var.Neve h<=1000	0.50	1.00
Var.Coperture	1.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00
Var.Vento	0.20	0.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.20

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Var.Coperture	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
Var.Vento	0.00
Var.Neve h<=1000	0.00
Var.Coperture	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00
Sisma verticale	0.00

## 2.1.H INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI

### Padiglione 1

I periodi fondamentali dello spettro di progetto sono i seguenti:

$$T_B=0,23 \text{ s}$$

$$T_C=0,70 \text{ s}$$

$$T_D=2,57 \text{ s}$$

Le non linearità geometriche non vengono considerate in quanto il fattore  $\theta$  di cui al §7.3.1 delle NTC risulta inferiore a 0,1, come mostrato nella tabella di verifica del software utilizzato nei calcoli.

BARICENTRI MASSE E COEFFICIENTI TETA												
IDENTIFICATIVO			MASSE		BARICENTRI MASSE		DIREZIONE X			DIREZIONE Y		
Piano N.ro	Quota (m)	Tipo Piano	PesoQuot (t)	SommaPesi (t)	XG (m)	YG (m)	Tagliante (t)	Spont. (mm)	Teta	Tagliante (t)	Spont. (mm)	Teta
1	2.90	DEFORM.	144.44	144.44	20.20	20.20	97.81	10.10	0.005	97.81	10.10	0.005

Si riporta la tabella riassuntiva dei risultati dell'analisi modale.

	SISMA N.ro 1		SISMA N.ro 2		SISMA N.ro 3	
	Massa (t)	Perc.	Massa (t)	Perc.	Massa (t)	Perc.
Eccitat	144.43	.99	144.43	.99	127.89	.88
Totale	144.44		144.44		144.44	

## 2.1.I STATI LIMITE INDAGATI

Sulla struttura in elevazione sono state svolte le seguenti verifiche:

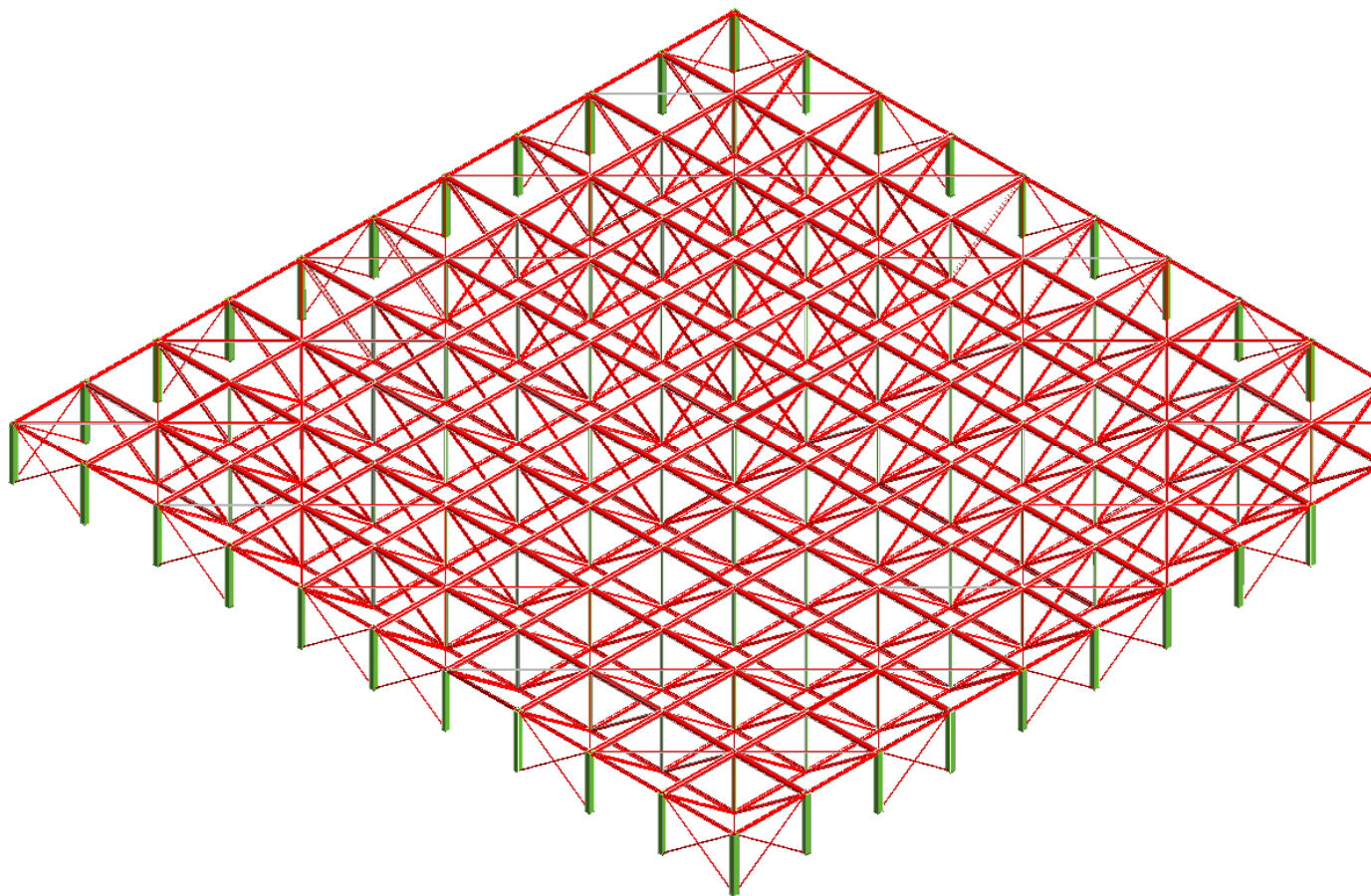
- Verifica strutturale allo stato limite di Salvaguardia della vita SLV
- Verifica strutturale allo stato limite di Danno SLD
- Verifica strutturale allo stato limite ultimo di Operatività SLO.

## **2.1.J RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE**

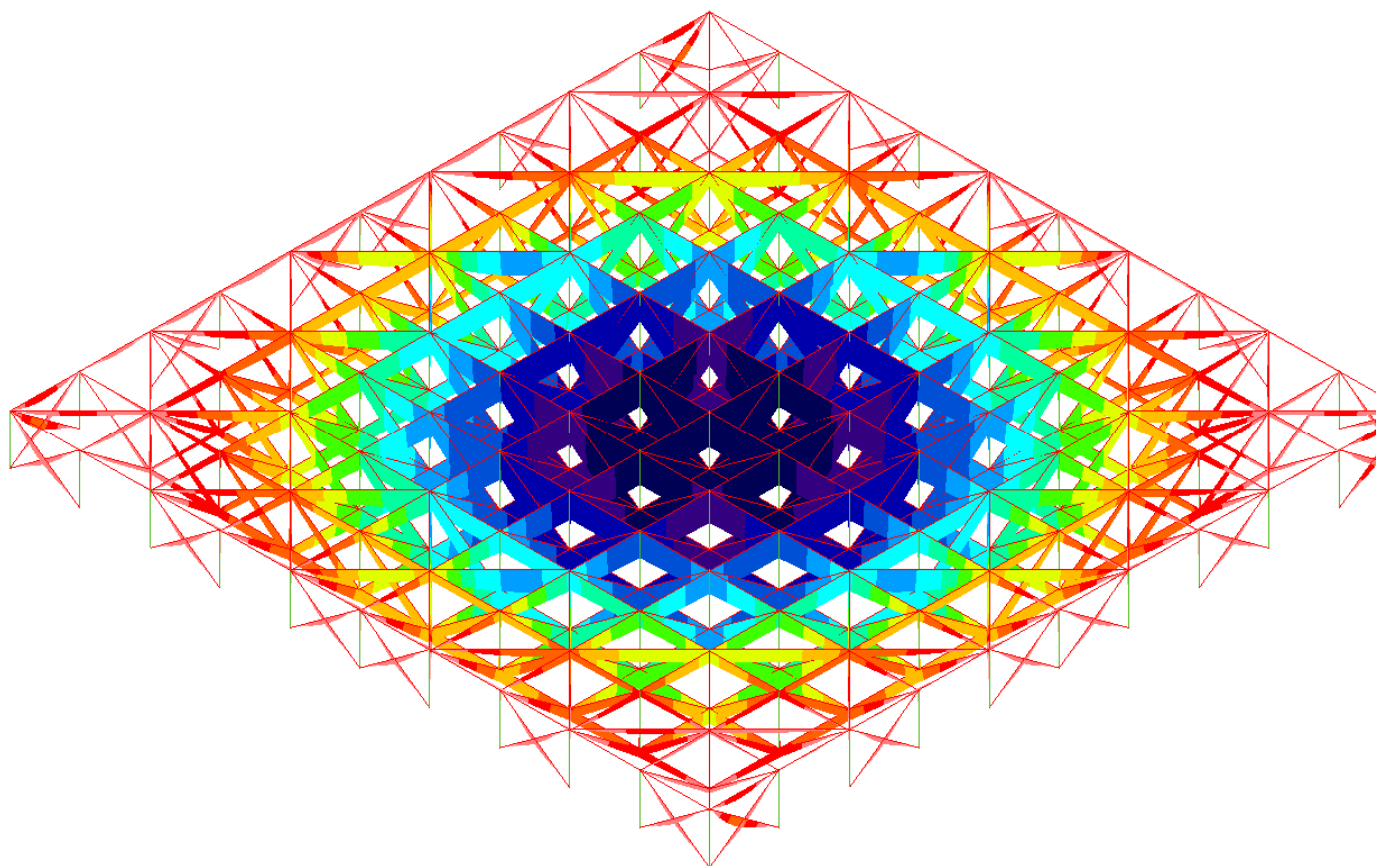
### **2.1.J.A DEFORMATE E CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE**

Si riportano di seguito i grafici delle deformate e delle sollecitazioni derivanti all'analisi di inviluppo delle combinazioni di carico.

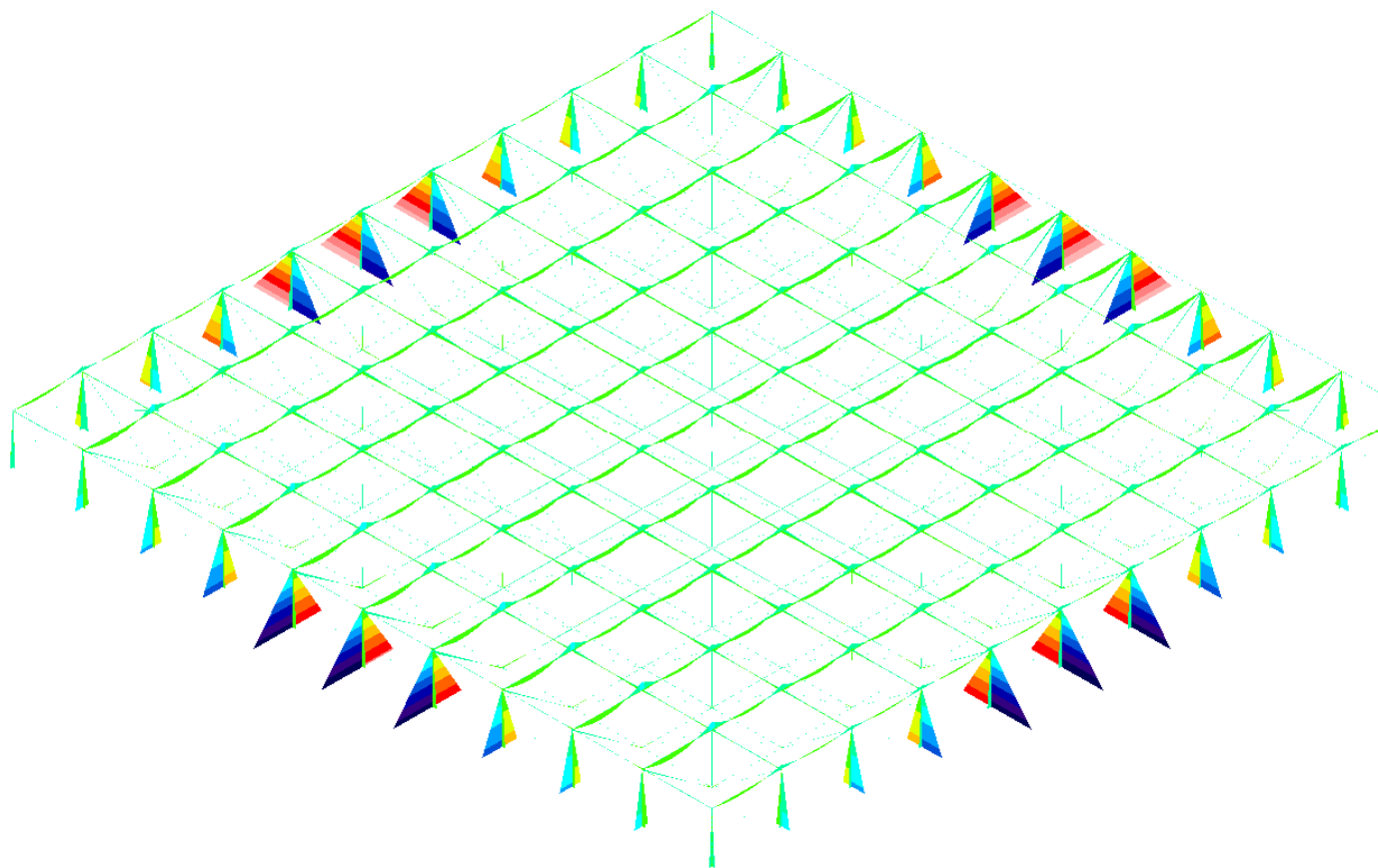
**PADIGLIONE 1**



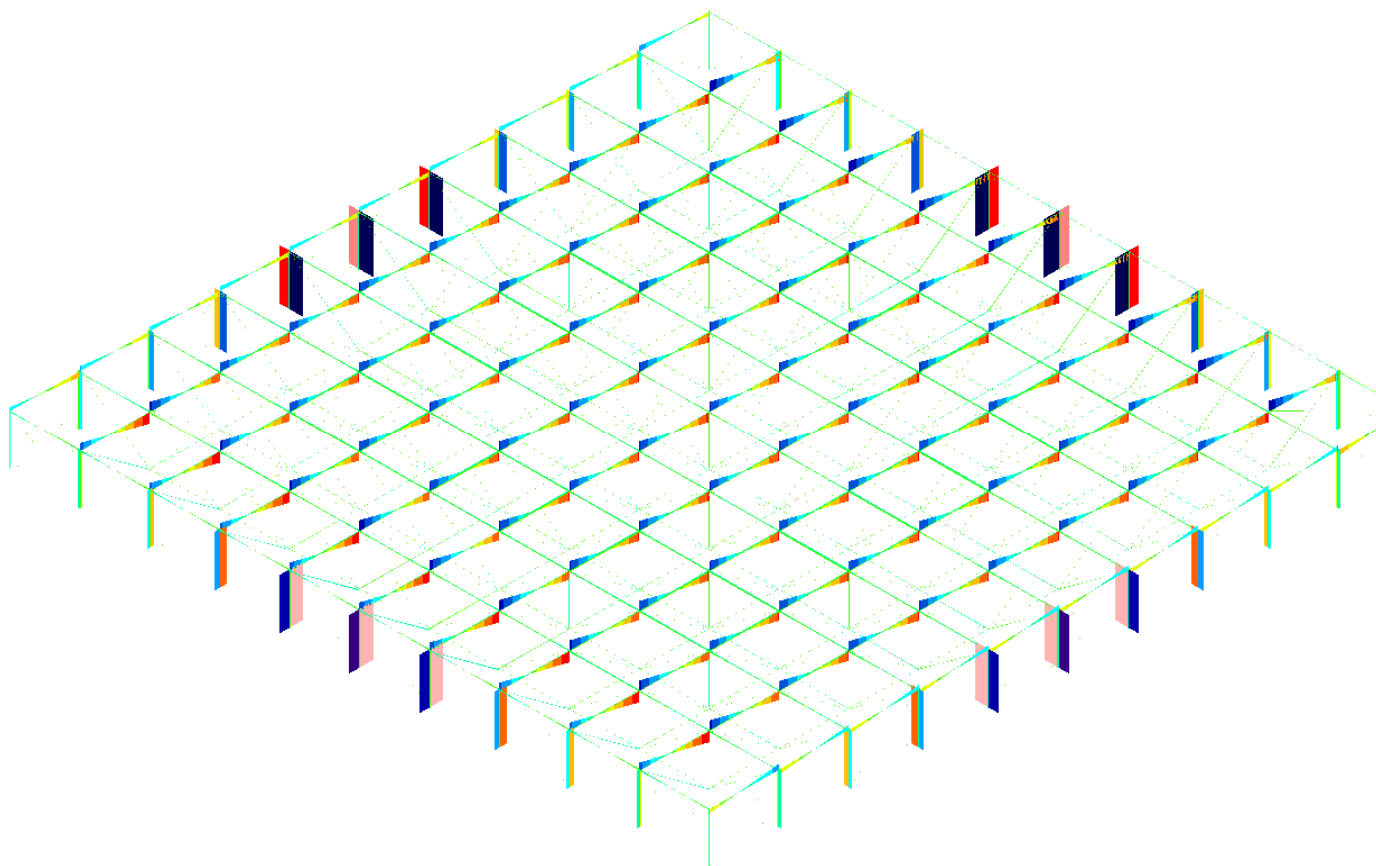
*Assonometria del modello strutturale*



*Deformata statica con neve*

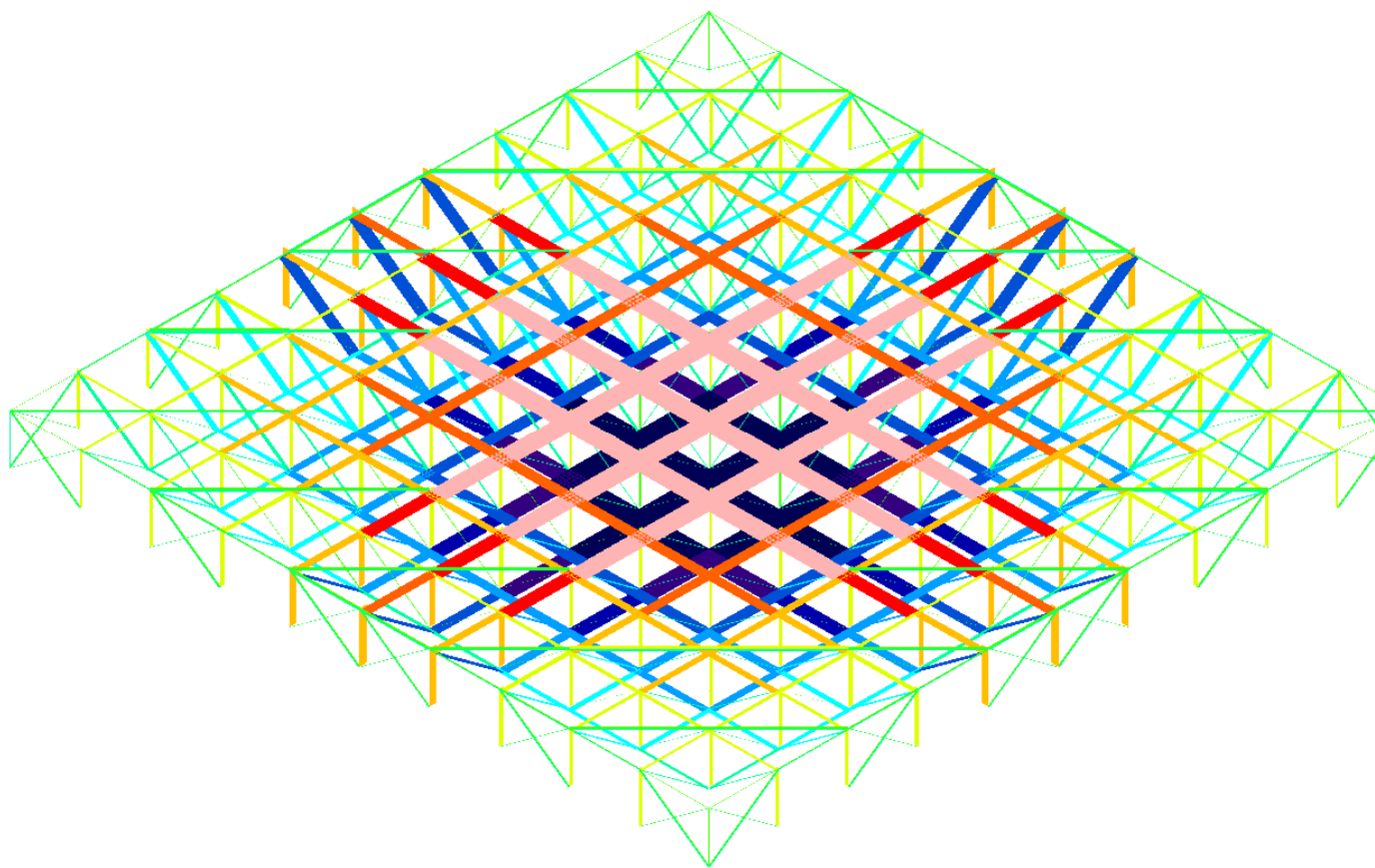


*Momento Involuppo delle combinazioni di carico*

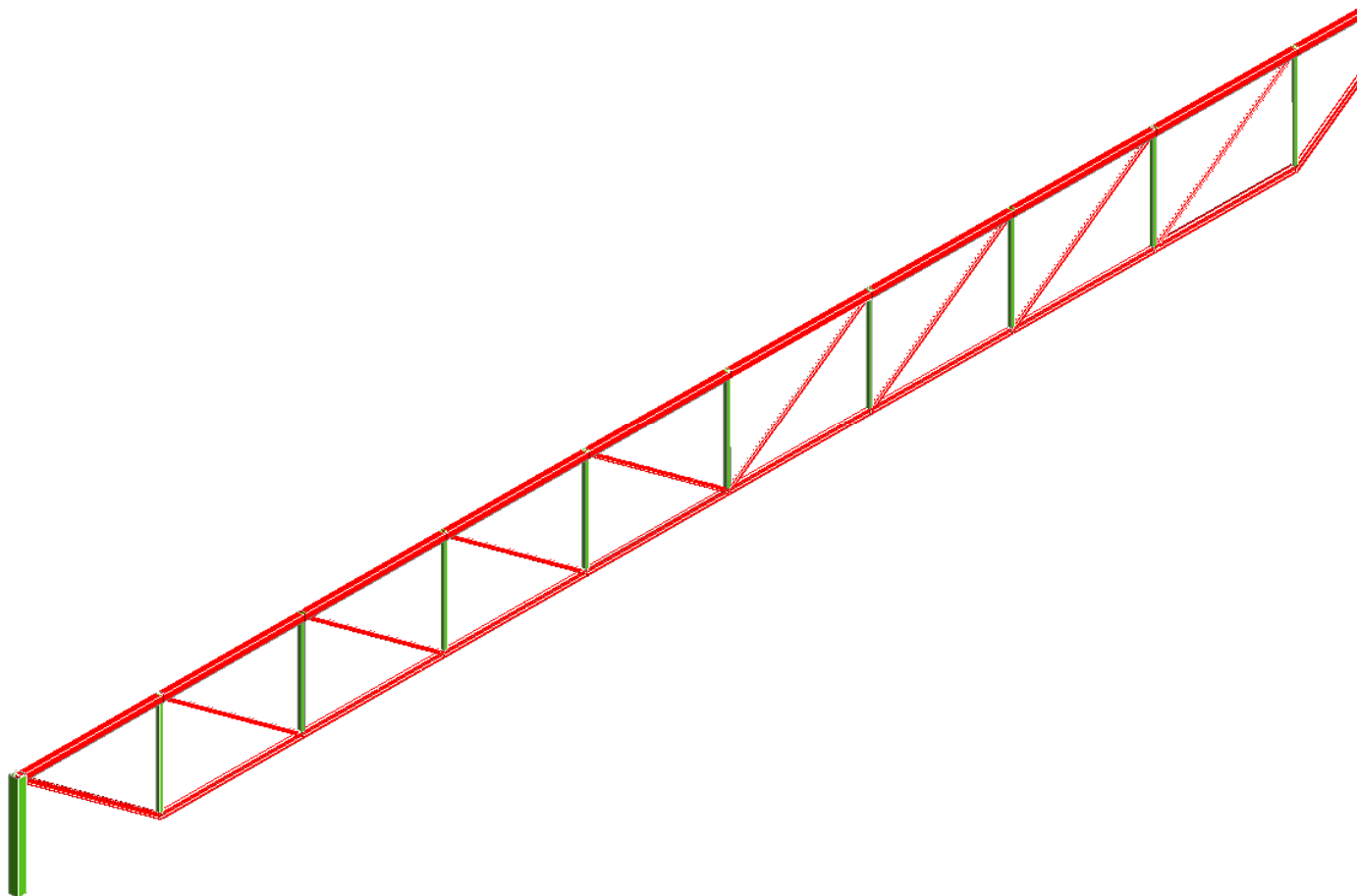


*Taglio Inviluppo delle combinazioni di carico*

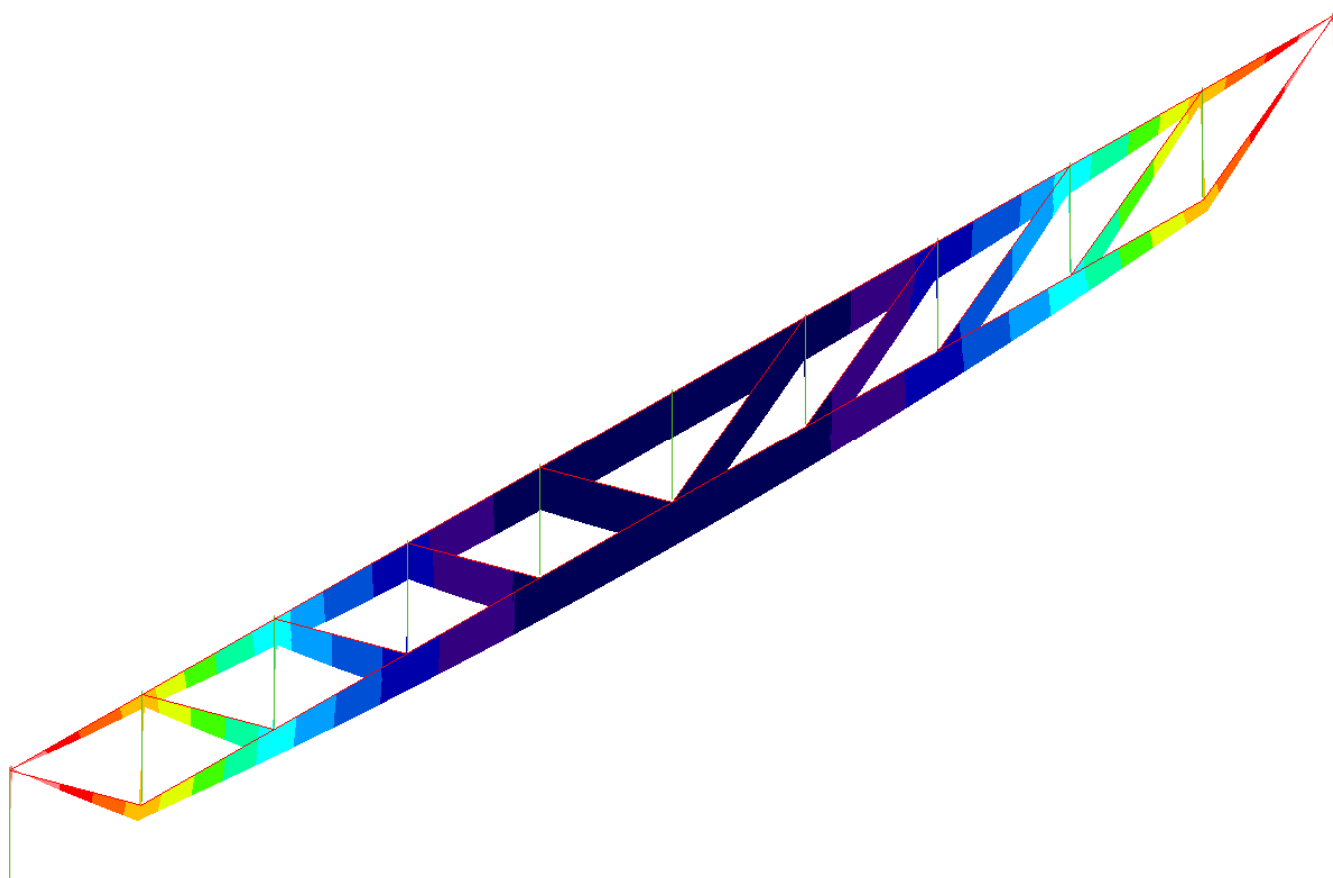




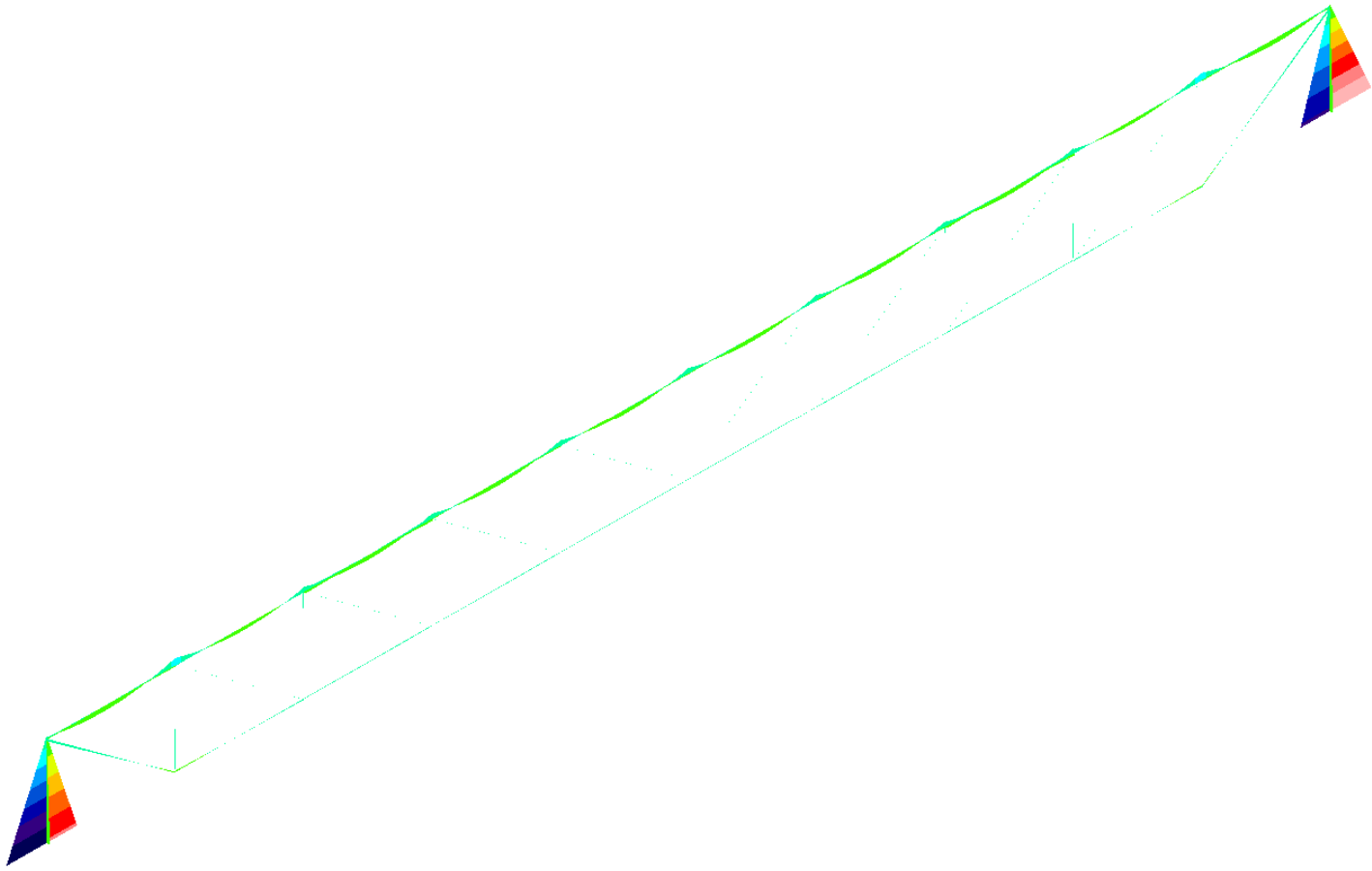
*Sforzo normale Involuppo delle combinazioni di carico*



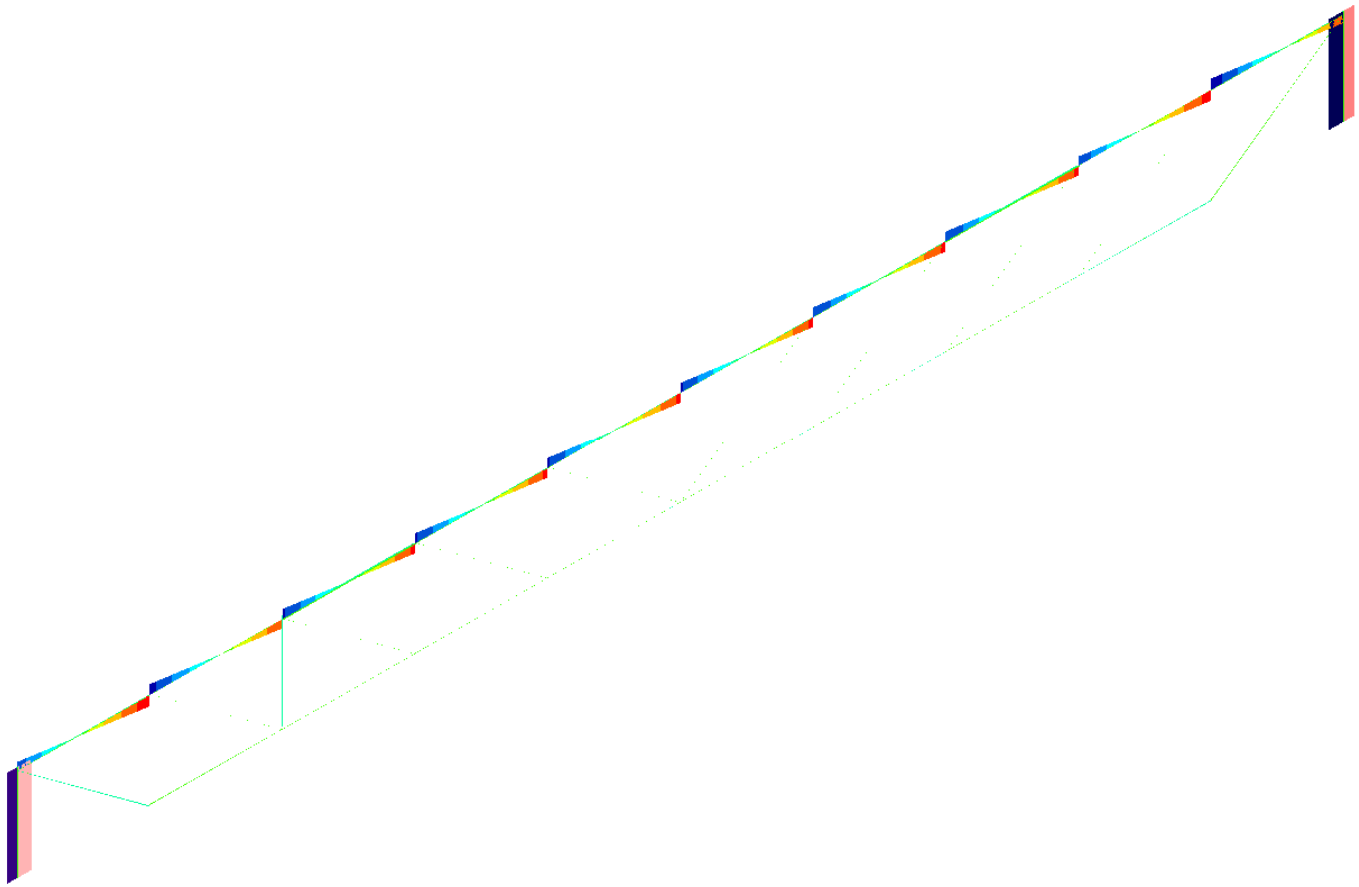
*Telaio centrale*



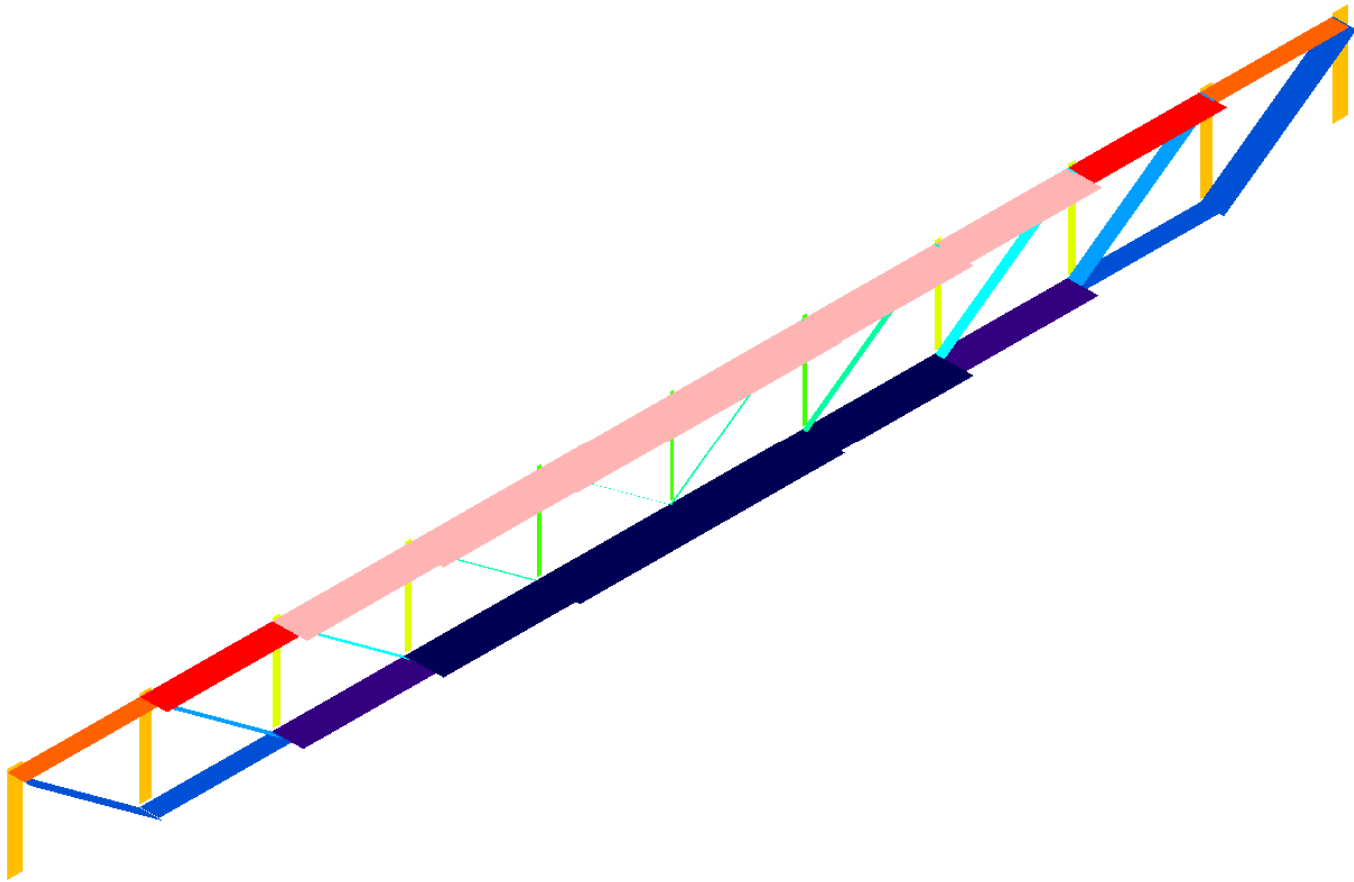
*Deformata statica con neve telaio centrale*



*Momento Involuppo delle combinazioni di carico telaio centrale*



*Taglio Inviluppo delle combinazioni di carico telaio centrale*



*Sforzo normale Involuppo delle combinazioni di carico telaio centrale*

## **2.1.J.B GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI**

Per verificare l'accettabilità dei risultati ottenuti col programma di calcolo si riporta il calcolo manuale delle reazioni vincolari verticali confrontandole con quelle ottenute dal modello strutturale. La combinazione utilizzata è quella statica senza applicazione dei coefficienti sui carichi.

### **Padiglione 1**

Carichi di progetto

			Gk1	Gk2	Sup. m <sup>2</sup>	Tot. daN
	Solaio copertura non acc.	daN/m <sup>2</sup>	15	40	1600	88000
	P.P. struttura in acciaio da computo metrico	daN	92500	--	--	92500

Totale carico sugli appoggi:  $P_{tot} = 180500 \text{ daN}$

Si riportano le reazioni vincolari alla base del modello agli elementi finiti ottenuti dalla medesima combinazione statica di carico al fine della validazione del software.

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 1						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0.332	0.400	-0.551	-0.141	-0.120	0.114
5	-0.148	0.246	3.534	-0.714	-0.113	-0.006
9	0.234	0.405	7.118	-1.175	-0.035	0.001
15	0.114	0.425	7.936	-1.232	0.014	0.004
19	0.618	0.352	5.086	-1.020	0.087	0.009
184	0.561	0.134	3.389	-0.390	0.126	0.018
186	0.452	0.458	-0.788	-0.157	0.153	-0.057
187	0.263	0.243	3.407	-0.143	0.764	-0.008
188	0.442	-0.175	7.050	-0.057	1.283	-0.002
189	0.464	0.006	7.996	-0.001	1.347	0.000
190	0.380	-0.600	5.057	0.079	1.102	0.006
191	0.142	-0.569	3.312	0.126	0.414	0.016
193	0.452	-0.452	-0.780	0.156	0.153	0.057
195	0.264	-0.245	3.393	0.710	0.145	-0.012
197	-0.125	-0.405	6.978	1.175	0.066	-0.005
200	0.115	-0.425	7.936	1.232	0.014	-0.004
203	-0.492	-0.352	4.920	1.020	-0.057	0.003
210	-0.434	-0.133	3.222	0.387	-0.095	0.013
213	-0.332	-0.400	-0.551	0.141	-0.120	-0.114
217	-0.216	-0.201	3.486	0.128	-0.626	-0.010
221	-0.359	0.180	7.064	0.050	-1.043	-0.002
222	-0.376	0.000	7.963	0.000	-1.092	0.000
223	-0.309	0.550	5.003	-0.071	-0.898	0.006
224	-0.110	0.515	3.255	-0.113	-0.319	0.016
226	-0.147	-0.246	3.534	0.714	-0.113	0.006
227	0.234	-0.405	7.118	1.175	-0.035	-0.001
228	0.618	-0.351	5.086	1.019	0.087	-0.009
229	0.561	-0.134	3.389	0.388	0.126	-0.018
230	-0.110	-0.515	3.255	0.113	-0.319	-0.016
231	0.263	-0.236	3.416	0.141	0.764	0.008
232	-0.309	-0.550	5.003	0.071	-0.898	-0.006
233	0.442	0.181	7.058	0.055	1.283	0.002
235	-0.359	-0.180	7.064	-0.050	-1.043	0.002
236	0.380	0.607	5.065	-0.081	1.102	-0.006
237	-0.216	0.201	3.486	-0.128	-0.626	0.010
238	0.142	0.575	3.320	-0.127	0.414	-0.016
239	-0.434	0.133	3.222	-0.387	-0.095	-0.013
240	-0.492	0.352	4.920	-1.020	-0.057	-0.003
241	-0.125	0.405	6.978	-1.175	0.066	0.005
242	0.263	0.245	3.393	-0.711	0.145	0.012

Somma delle reazioni vincolari da software:  $P_{tot} = 179742 \text{ daN}$

Somma da calcolo manuale	Somma da modello
180500 daN	179742 daN

Variazione percentuale stato pre intervento:  $\Delta P / P_{tot} = 4.2\%$

Le differenze percentuali tra i dati calcolati manualmente e i dati derivanti dall'analisi FE differiscono di una percentuale pari allo **4.2%**. Si ritengono pertanto accettabili le risultanze del modello di calcolo.

#### **2.1.K CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO**

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica è stata effettuata una analisi dinamica nodale.

**SOFTWARE UTILIZZATO** : CDSWin versione 2013 con licenza chiave n° 156

prodotto dalla :

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

Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

#### **CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITÀ DEI RISULTATI**

Come previsto al punto **10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008** l'affidabilità del codice utilizzato è stata 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 (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>)



Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

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

Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato

Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

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

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

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

#### **2.1.L VERIFICHE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Elaborato non presente.

#### **2.1.M CATEGORIA DI INTERVENTO SULLE COSTRUZIONI ESISTENTI**

In riferimento al D.M. 14 Gennaio 2008 e successiva circolare esplicativa e tenuto conto di quanto detto durante l'appuntamento con l'Ing. Longhi e Ing. Belmonte del 19-11-2013, l'intervento si configura come "INTERVENTO LOCALE".

#### **2.1.N DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE**

Vedi **par. 2.1.B** ed **Elaborato 8 Valutazione della sicurezza** della presente relazione di calcolo.

#### **2.1.O MATERIALI DELLA STRUTTURA ESISTENTE**

Strutture in c.a. esistenti (livello di conoscenza LC1)

##### **Calcestruzzo esistente**

Valore caratteristico della resistenza cubica	$R_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \cdot 300 = 249 \text{ kg/cm}^2$
Fattore di resistenza di lungo periodo	$\alpha_{cc} = 0.85$
Fattore di confidenza	$FC = 1.35$
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	$\gamma_c = 1,5$
Resistenza a compressione di progetto	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / FC / \gamma_c = 104 \text{ kg/cm}^2$

<b>Acciaio ad aderenza migliorata esistente</b>	Feb44K
Valore caratteristico a snervamento	$f_{yk} = 4300 \text{ kg/cm}^2$
Fattore di confidenza	$FC = 1.35$
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	$\gamma_s = 1,15$
Resistenza a compressione di progetto	$f_{sd} = f_{yk}/FC/\gamma_s = 2769 \text{ kg/cm}^2$

## 2.1.P RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Per quanto concerne la valutazione della sicurezza si riporta il confronto tra gli scarichi sugli appoggi per le coperture esistenti e per le nuove coperture, considerando la combinazione di carico fondamentale per gli stati limite ultimi ( $1.3 \cdot G_k1 + 1.5 G_k2 + 1.5 Q_{neve}$ ).

### -Padiglione 1

Si hanno i seguenti risultati:

Scarico stato di progetto	Scarico stato di fatto
545366 daN	514347 daN

Variazione percentuale:  $\Delta P / P_{tot} = 5.7\%$

## ELABORATO 3: RELAZIONE SUI MATERIALI

Elenco dei materiali impiegati

### Acciaio per profili laminati a caldo

Tipo di acciaio S275  
 $\gamma_{M0} = 1,05$  Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

$$f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{2.750}{1,05} = 2.619 \text{ daN/cm}^2 \text{ (valore di calcolo)}$$

### Bulloni

Classe 8.8  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$  (valore caratteristico della tensione di snervamento)

$f_{tb}=800 \text{ N/mm}^2$  (valore caratteristico della tensione di rottura)

## **ELABORATO 4: ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI**

Vedi elaborati grafici strutturali allegati.

## **ELABORATO 5: PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA**

La manutenzione è il complesso delle attività tecniche ed amministrative volte al fine di conservare e preservare elementi strutturali e di finitura in modo da garantirne le prestazioni.

La funzionalità sia essa riferita ad un edificio o ad un suo componente è l'idoneità di questi ad adempiere le funzioni per cui è stato realizzato, ossia a fornire il livello di prestazioni atteso.

L'efficienza è l'idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto l'aspetto dell'affidabilità, dell'economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

L'affidabilità è l'attitudine di un elemento strutturale a conservare le suddette caratteristiche di funzionalità ed efficienza per tutta la durata della sua "vita utile", ossia per il periodo di tempo che intercorre tra la messa in opera ed il momento in cui si verifica un guasto irreparabile o il deterioramento è tale da rendere antieconomica la riparazione.

Si conviene che il manufatto non può considerarsi un bene di per se durevole, quasi potesse resistere in eterno senza cure, e che la sua affidabilità globale dipende da quella delle sue parti componenti, che sono a loro volta strettamente interdipendenti le une dalle altre.

Il problema della vita utile di un manufatto affrontato in fase di progetto permette di razionalizzare le attività di manutenzione contenendone i costi.

Ciò si realizza compiutamente:

- puntando su materiali con una capacità di resistere nel tempo riducendo quanto più possibile il problema della manutenzione;

- prevedendo le future operazioni manutentive e quindi concependo manufatti che abbiano un alto grado di manutenibilità ossia che offrano alle azioni di controllo, sostituzione, ripristino, pulizia, una resistenza il più possibile limitata;

La manutenzione, in via più generale, è suddivisa in ordinaria e straordinaria:

- ordinaria: è quella che si attua in loco, con strumenti ed attrezzi di uso corrente e si limita a riparazioni di lieve entità. Comporta l'impiego di materiali di consumo di uso corrente, o la sostituzione di parti di modesto valore, espressamente previste (guarnizioni, cerniere, intonaci ecc...)
- straordinaria: è quella che non può essere eseguita in loco, o che pur essendo eseguita in loco, richiede mezzi di particolare importanza (scavi, ponteggi, mezzi di sollevamento ecc...) oppure attrezzature o strumentazioni particolari e che comporta riparazioni e/o qualora si rendano necessarie, parti di ricambio, ripristino, ecc..., prevede la revisione di elementi strutturali e/o la sostituzione di essi e materiali per i quali non siano possibili o convenienti le riparazioni.

## 5.1 Introduzione

Il piano di manutenzione ha lo scopo di prevedere una serie di controlli ed interventi volti al mantenimento degli standard di funzionalità, efficienza, affidabilità e qualità per cui il manufatto è stato realizzato.

La programmazione dei controlli e degli interventi passa attraverso una puntuale analisi dei singoli elementi e dei sistemi complessi costituiti da più elementi in relazione all'uso, all'influenza degli agenti esterni (atmosferici e meccanici) e al servizio che detti elementi o sistemi rendono.

Il presente piano di manutenzione è costituito da:

- **Schede tecniche di manutenzione** contenenti la descrizione sommaria dell'elemento o del sistema di elementi oggetto della manutenzione con la sua individuazione, la descrizione delle anomalie/difetti riscontrabili e l'individuazione delle manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle per le quali bisogna far ricorso a personale specializzato;
- **Programma di manutenzione** contenente l'indicazione dei controlli e degli interventi da eseguire a cadenze temporali o altrimenti prefissate articolato come segue:

- **Sottoprogramma dei controlli** contenente l'indicazione dell'elemento, il tipo di controlli da effettuare e la frequenza con cui questi ultimi debbano essere effettuati;
- **Sottoprogramma degli interventi** che riporta indicazioni dell'elemento, gli interventi di manutenzione previsti e la frequenza con cui questi ultimi debbano essere effettuati.

L'esecuzione dei controlli e degli interventi di manutenzione generalmente richiede l'approntamento di un nucleo di manutenzione composto da manodopera specializzata in grado di effettuare pur se di piccola entità, gli interventi più svariati per tipologia e specializzazione. Tale nucleo può essere all'interno della struttura organizzativa dell'utente o può appartenere ad un gestore esterno. Pertanto la distinzione operata, nel presente piano di manutenzione, tra interventi eseguibili direttamente dall'utente e quelli eseguibili solo da personale specializzato riguarda quel tipo di interventi che per caratteristiche, entità e complessità del controllo o dell'intervento stesso, deve necessariamente essere eseguita dal personale che è specializzato nella posa in opera o realizzazione dell'elemento oggetto di intervento.

## 5.2 Schede tecniche di manutenzione

### Strutture metalliche

Il principale problema delle strutture metalliche è l'ossidazione del metallo che deve essere adeguatamente protetto. Per strutture metalliche si intendono elementi strutturali, primari e secondari, gronde ecc...

I cicli di protezione delle opere in acciaio prevedono la zincatura e la verniciatura a garanzia di una maggiore protezione; occorre pertanto monitorare costantemente lo stato della protezione e delle strutture in acciaio in quanto da esse dipende la durata delle strutture stesse.

Gli interventi generalmente sono finalizzati al ripristino della protezione eliminando la eventuale ruggine presente e applicando uno o più mani di primer e di vernice di composizione chimica compatibile con le protezioni originarie.

- Elementi presenti:

*Travi e pilastri*

*Piastre di ancoraggio, bullonature e giunzioni agli edifici*

*Lamiere, canali, gronde e scossaline*

- Risorse necessarie:

*Operaio specializzato/fabbro*

- Livello minimo di prestazioni:

*Deterioramento della finitura di protezione*

- Anomalie riscontrabili

*Deterioramento della protezione verniciatura o zincatura;*

*Comparsa di tracce di ossidazione;*

*Deformazione di elementi lineari*

- Intervento eseguibile da

*Personale interno – se trattasi di piccoli ripristini legati al normale deterioramento d'uso;*

*Personale specializzato – se trattasi di interventi più estesi e di non facile accessibilità.*

### **5.3 Programma di manutenzione**

Il presente programma di manutenzione contiene l'indicazione dei controlli e degli interventi da eseguire su ogni intervento a cadenze temporali o altrimenti prefissate.

Le frequenze sono così codificate:

- Oc.....all'occorrenza
- Se.....settimanale
- Qu.....quindicinale
- M.....mensile
- TM.....trimestrale
- SM.....semestrale
- A.....annuale
- BA.....biennale
- TA.....triennale
- QA.....quinquennale

- DA.....decennale

### **Sottoprogramma dei controlli**

Nel presente sottoprogramma sono descritti, per ogni elemento o sistema di elementi, i controlli visivi, le ispezioni, le verifiche e ogni altra operazione volta alla ricerca di deterioramenti d'uso, rotture, distacchi, ecc...

Si precisa altresì che per le attività e i controlli ove sia necessario operare in quota o in particolari situazioni a rischio si dovranno adottare tutte le precauzioni e i sistemi di prevenzione e protezione previsti dalla vigente legislazione in materia di sicurezza.

Il personale preposto alla manutenzione, sarà pertanto dotato di tutti i mezzi di protezione individuale necessari allo svolgimento in perfetta sicurezza delle attività: scarpe antinfortunistiche, guanti, mascherine, cinture di sicurezza, ecc...le scale e i trabatelli utilizzati dovranno essere a norma di legge. Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione delle operazioni di controllo e manutenzione nei momenti e nel caso in cui ci sia la contemporanea presenza di operatori e pubblico, pertanto le zone interessate alle manutenzioni dovranno essere adeguatamente perimetrate e segnalate.

**- Travi e pilastri in acciaio** : Struttura realizzata con profili estrusi saldati a piastre ed imbullonati.

FINITURA : Acciaio zincato e verniciato.

CONTROLLI PREVISTI : Ispezione visiva delle superfici in vista per verifica di eventuale deterioramento delle zincature, scalfitture e principi di ossidazione. (A)

**- Piastre di ancoraggio e giunzioni agli edifici:** Ancoraggi metallici costituiti da piastre in acciaio zincato e bulloni di classe 8.8.

FINITURA : Acciaio zincato e verniciato.

CONTROLLI PREVISTI : Ispezione visiva delle superfici in vista per verifica di eventuale:  
- deterioramento delle zincature, scalfitture e principi di ossidazione. (A)

- verifica degli ancoraggi e delle parti imbullonate (BA)

- **Lamiere, Canali, gronde e scossaline** : Sistema di canaline, gronde e profili per la tenuta, la raccolta e il deflusso delle acque, realizzati in lamiera piegata. Assemblaggio mediante viti, rivetti e silicone.

FINITURA : varie

CONTROLLI PREVISTI : Ispezione visiva delle superfici in vista per verifica di eventuale:

- scalfitture e principi di ossidazione. (A)
- verifica degli ancoraggi (BA)
- tenuta delle siliconature (A)
- controllare che il deflusso delle acque non sia in nessun modo ostruito e che non vi siano perdite di nessun genere lungo tutto il percorso di deflusso.

### **Sottoprogramma degli interventi**

Nel presente sottoprogramma sono descritti, per ogni tipologia di elemento o sistema di elementi, gli interventi manutentivi per il loro ripristino funzionale ed estetico.

Essendo gli interventi di manutenzione relativi a diversi elementi edili, il personale preposto all'esecuzione di tali interventi (di piccola entità) dovrà essere dotato di tutte le attrezzature necessarie per la riparazione. I materiali di consumo saranno di volta in volta approvvigionati in ragione delle effettive necessità.

Per tutte le attività di manutenzione ove ci sia il rischio di infortuni, dovranno essere utilizzati adeguati sistemi di prevenzione e protezione ai sensi della vigente legislazione in materia di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Il personale preposto alla manutenzione, sarà pertanto dotato di tutti i mezzi di protezione individuale necessari allo svolgimento in perfetta sicurezza delle attività: scarpe antinfortunistiche, guanti, mascherine, cinture di sicurezza, ecc...le scale e i trabatelli utilizzati dovranno essere a norma di legge. Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione delle operazioni di manutenzione nel caso in cui ci sia la contemporanea presenza di operatori e pubblico, pertanto le zone interessate alle manutenzioni dovranno essere adeguatamente perimetrate e segnalate



- Travi e pilastri** : Struttura realizzata con profili estrusi saldati a piastre ed imbullonati.
- FINITURA : Zincatura e verniciatura.
- INTERVENTI PREVISTI: Trattamento con vernice passivante, monocomponente tixotropica con elevata resistenza chimica ai raggi ultravioletti, spessore almeno 2 mm, previa spazzolatura per asportazione di eventuale ruggine.(Oc)
- Ripristino della verniciatura (DA)
- Saldature e/o bullonature** : Saldatura o bullonatura di piastre, travi e pilastri.
- FINITURA : Zincatura e verniciatura.
- INTERVENTI PREVISTI: Trattamento con vernice passivante, monocomponente tixotropica con elevata resistenza chimica ai raggi ultravioletti, spessore almeno 2 mm, previa spazzolatura per asportazione di eventuale ruggine.(Oc)
- Riserraggio bulloni con chiave dinamometria. (A)
- Lamiere, canali, gronde e scossaline** : Sistema di canaline, gronde e profili per la tenuta, la raccolta e il deflusso delle acque, realizzati in lamiera piegata. Assemblaggio mediante viti, rivetti e silicone.
- FINITURA : varie
- INTERVENTI PREVISTI: - registrazione del sistema di blocco (Oc)  
- sostituzione di eventuali parti danneggiate (Oc)  
- ripristino di parti perforate dall'usura (QA)  
- sturamento di parti ostruite per consentire il libero

deflusso delle acque.

## ELABORATO 6 : RELAZIONE SPECIALISTICA SUI RISULTATI SPERIMENTALI

### ELABORATO 6.1: RELAZIONE GEOLOGICA

Elaborato non presente.

### ELABORATO 6.2. - RELAZIONE GEOTECNICA SUI TERRENI E SULLE FONDAZIONI

Elaborato non presente

### ELABORATO 6.3. - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE

L'azione sismica orizzontale viene definita a partire dallo spettro di risposta elastico in termini di accelerazione. Per quanto riguarda parametri utilizzati si fa riferimento a quanto già riportato al punto 2.1.D.5 della presente relazione di calcolo e sotto riportati.

Tipo di costruzione	3 – Grandi opere...o di importanza strategica
Vita nominale	$V_N \geq 100$ anni
Classe d'uso	(III) Costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi
Coefficiente d'uso	$C_U = 1.5$
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R = V_N * C_U \geq 150$ anni
Coordinate geografiche	Lat. 44,51042° Long. 11,39098°
Categoria di suolo	D
Categoria topografica	T1

PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	11.39098	Latitudine Nord (Grd)	44.51042
Categoria Suolo	D	Coeff. Condiz. Topogr.	1.00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Acciaio	Sistema Costruttivo Dir.2	Acciaio
Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	PRESENTE
Effetti P/Delta	NO		
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0.81	Periodo di Ritorno Anni	90.00
Accelerazione Ag/g	0.09	Periodo T'c (sec.)	0.29
Fo	2.47	Fv	0.97
Fattore Stratigrafia 'S'	1.80	Periodo TB (sec.)	0.22
Periodo TC (sec.)	0.67	Periodo TD (sec.)	1.94
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0.63	Periodo di Ritorno Anni	151.00

Accelerazione Ag/g	0.11	Periodo T'c (sec.)	0.29
Fo	2.45	Fv	1.08
Fattore Stratigrafia 'S'	1.80	Periodo TB (sec.)	0.22
Periodo TC (sec.)	0.67	Periodo TD (sec.)	2.03
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0.10	Periodo di Ritorno Anni	1424.00
Accelerazione Ag/g	0.24	Periodo T'c (sec.)	0.32
Fo	2.45	Fv	1.63
Fattore Stratigrafia 'S'	1.51	Periodo TB (sec.)	0.23
Periodo TC (sec.)	0.70	Periodo TD (sec.)	2.57
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 1</b>			
Classe Duttilita'	NON dissip.	Sotto-Sistema Strutturale	Tel+Conc.
AlfaU/Alfa1	1.10	Fattore di struttura 'q'	1.00
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 2</b>			
Classe Duttilita'	NON dissip.	Fattore di struttura 'q'	1.00

## ELABORATO 7 – ELABORATI GRAFICI DEL RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE

Vedi elaborati grafici strutturali allegati.

## ELABORATO 8 – VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

### SOSTITUZIONE DELLE COPERTURE DEL PADIGLIONE 1

Il recente evento sismico del maggio 2012, ha evidenziato ed accentuato delle criticità diffuse nei profilati tubolari in acciaio delle coperture con imbozzamenti e svergolamenti esistenti.

La presenza di tali criticità non consente di affermare che le deformazioni degli elementi costituenti la struttura avvengano in campo elastico. Deformazioni plastiche anche di pochi nodi o aste, potrebbe portare ad un collasso precoce ed imprevedibile di tutta la struttura.

Giova inoltre sottolineare inoltre che non è possibile verificare il livello di degrado interno dei singoli elementi e quindi i potenziali punti critici oltre a quelli già evidenziatisi ad un primo esame visivo.

In virtù di quanto suesposto si rende necessaria la completa sostituzione delle coperture esistenti con altre sempre in acciaio.

Si tenga presente che i previsti nuovi componenti hanno lo stesso ingombro delle precedenti e la stessa orditura ( *bidirezionale per il padiglione 1 ed unidirezionale per il padiglione 2* ) per cui, dall'interno, l'impatto visivo resta lo stesso con la sola differenza che i profilati metallici previsti sono stati dimensionati per sollecitazioni rispettose della vigente normativa.

Sulle coperture è stato svolto un accurato rilievo dimensionale delle strutture che ha permesso di definire;

- la geometria delle capriate metalliche;

- gli spessori dei profili tubolari utilizzati;
- i giunti utilizzati nelle connessioni;
- mappa delle anomalie riscontrate.

Si riporta una tabella riassuntiva delle tipologie di profili tubolari rilevati nelle strutture esaminate:

n°	Tipologia	Diametro [mm]	Spessore [mm]
1	Tubolare	168	5
2	Tubolare	165	5
3	Tubolare	163	4
4	Tubolare	138	3
5	Tubolare	133	4
6	Tubolare	114	4
7	Tubolare	102	4
8	Tubolare	89	3
9	Tubolare	76	4
10	Tubolare	70	3
11	Tubolare	60	3
12	Tubolare	50	3
13	Tubolare	48	3
14	Tubolare	42	3
15	Tubolare	40	3

Per l'individuazione dei profili sulle strutture esistenti si faccia riferimento alle **tavole 7.1 e 7.2 allegate**.

Per quanto concerne la valutazione della sicurezza si riporta il confronto tra gli scarichi sugli appoggi per le coperture esistenti e per le nuove coperture, considerando la combinazione di carico fondamentale per gli stati limite ultimi ( $1.3 \cdot G_k1 + 1.5 \cdot G_k2 + 1.5 \cdot Q_{neve}$ ). Si riporta la verifica della sezione in calcestruzzo della trave porta copertura basandosi sulle armature indicate nella relazione di calcolo originale.

Infine viene effettuata la verifica dei nuovi ancoraggi alla struttura esistente.

#### **-Padiglione 1**

Si hanno i seguenti risultati:

Scarico stato di progetto	Scarico stato di fatto
545366 daN	514347 daN

Variazione percentuale:  $\Delta P / P_{tot} = 5.7\%$

Verifica della trave porta copertura:

Carico massimo sull'appoggio:  $N_d = 28300$  daN

Lunghezza della trave.  $L = 8$  m

Schema statico di incastro:  $M_d = N_d \cdot L / 8 = 28300 \cdot 8 / 8 = 28300$  daNm

Armature: sup.  $4\Phi 16 + 3\Phi 20$

Parete  $3 + 3\Phi 16$

Inf.  $7\Phi 16$

Momento resistente positivo:  $M_{rd} = 44310$  daNm      SEZIONE VERIFICATA

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

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

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

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	55	50
2	35	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.48	3
2	4.02	42.5
3	18.10	82

Sollecitazioni

S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N Ed  kN  
M xEd  kNm  
M yEd

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

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

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

☐ Precompresso

Materiali

FeB44k C25/30

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    $\tau_{c1}$

M xRd  kN m  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

Verifica dell'ancoraggio:

L'ancoraggio alla struttura esistente avviene con 8+8 barre M20 inghisate alla trave in c.a. esistente. Dalle sollecitazioni del modello strutturale si ricavano i seguenti dati:

Momento massimo:  $M_d = 13800$  daNm

Braccio della coppia:  $b = 0.55$  m (larghezza trave esistente)

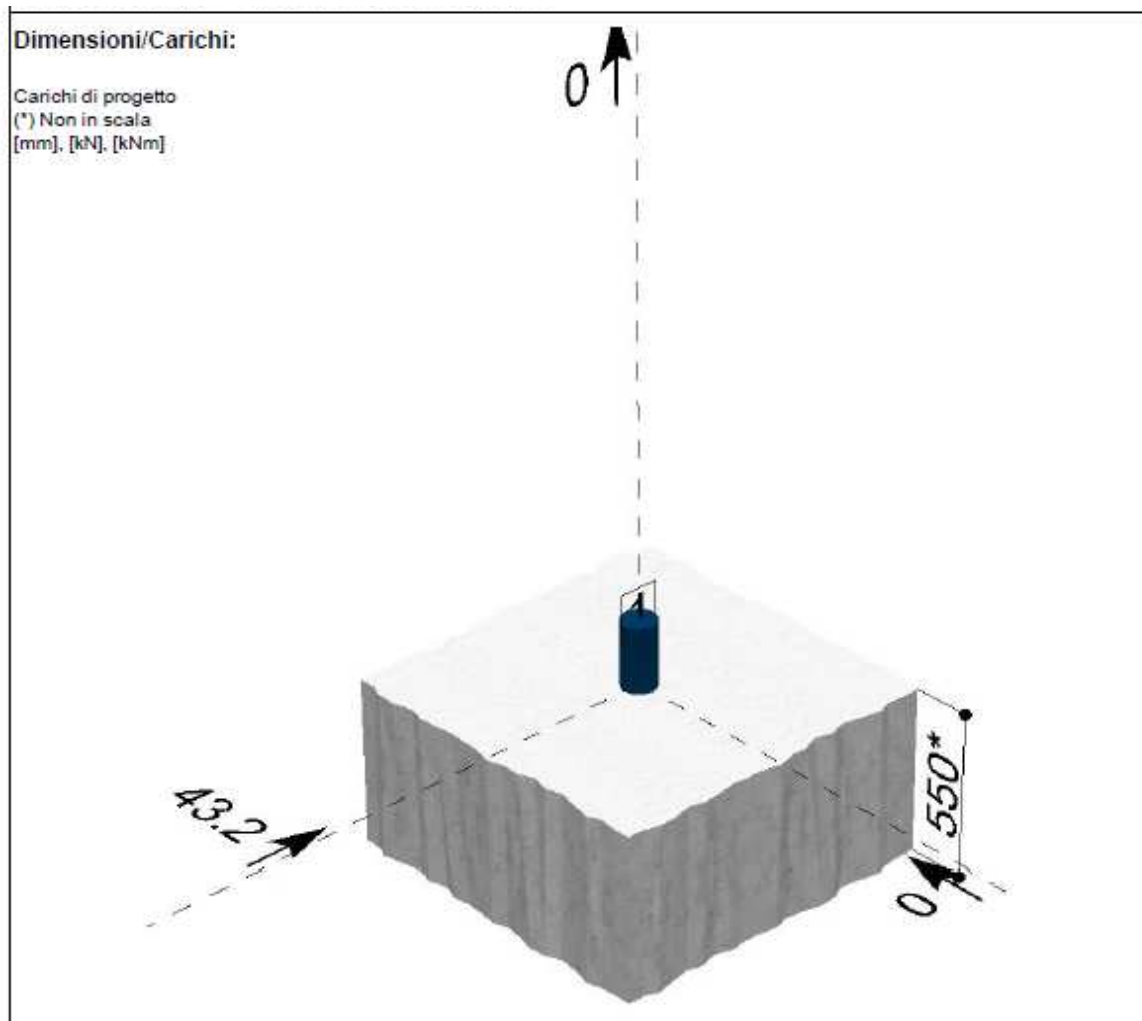
Taglio sul singolo ancoraggio:  $V = 13800 / 0.55 / 8 = 3136$  daN

Per tenere conto del fattore di confidenza si amplifica l'azione di  $FC = 1.35$ :

Taglio di progetto:  $V_d = 3136 * 1.35 = 4234$  daN

Si considera una lunghezza efficace dell'ancoraggio pari a 210 mm.

Tabella di verifica



Ancorante nr.	Unità di misura	$S_d$					
		N	V				
1	kN	0.00	43.20				
No carico a trazione				Carico a taglio, Rottura dell'acciaio:			
					Unità di misura	$S_d$	
				$V_{Rk,s}$	kN	86.00	
				$\gamma_{Mk}$	-	1.56	
				$V_{Ed,s}$	kN	55.13	
				$V_{Ed}$	kN	43.20	
				$\beta_{V,s}$	-	0.78	
				Carico a taglio, Rottura del calcestruzzo sul lato opposto al carico:			
					Unità di misura	$S_d$	
				$N_{Rk,c}^0$	kN	100.94	
				$A_{c,N}$	cm <sup>2</sup>	2773.33	
				$A_{c,N}^0$	cm <sup>2</sup>	2773.33	
				$A_{s,N} / A_{c,N}^0$	-	1.00	
				$\psi_{s,N}$	-	1.00	
				$\psi_{ec1,N}$	-	1.00	
				$\psi_{ec2,N}$	-	1.00	
				$\psi_{rk,N}$	-	1.00	
				$\psi_{q,N}$	-	1.00	
				k	-	2.00	
				$V_{Rk,cp}$	kN	201.88	
				$\gamma_{M,cp}$	-	1.50	
				$V_{Ed,cp}$	kN	134.59	
				$V_{Ed}$	kN	43.20	
				$\beta_{V,cp}$	-	0.32	
Carico a trazione	Capacità utilizzata	Carico a taglio	Capacità utilizzata	Combinazione carico a trazione e a taglio		Capacità utilizzata	
		Rottura dell'acciaio:	78.4 %			0.0 %	
		Rottura del calcestruzzo sul lato opposto al carico:	32.1 %				

## ELABORATO 9: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

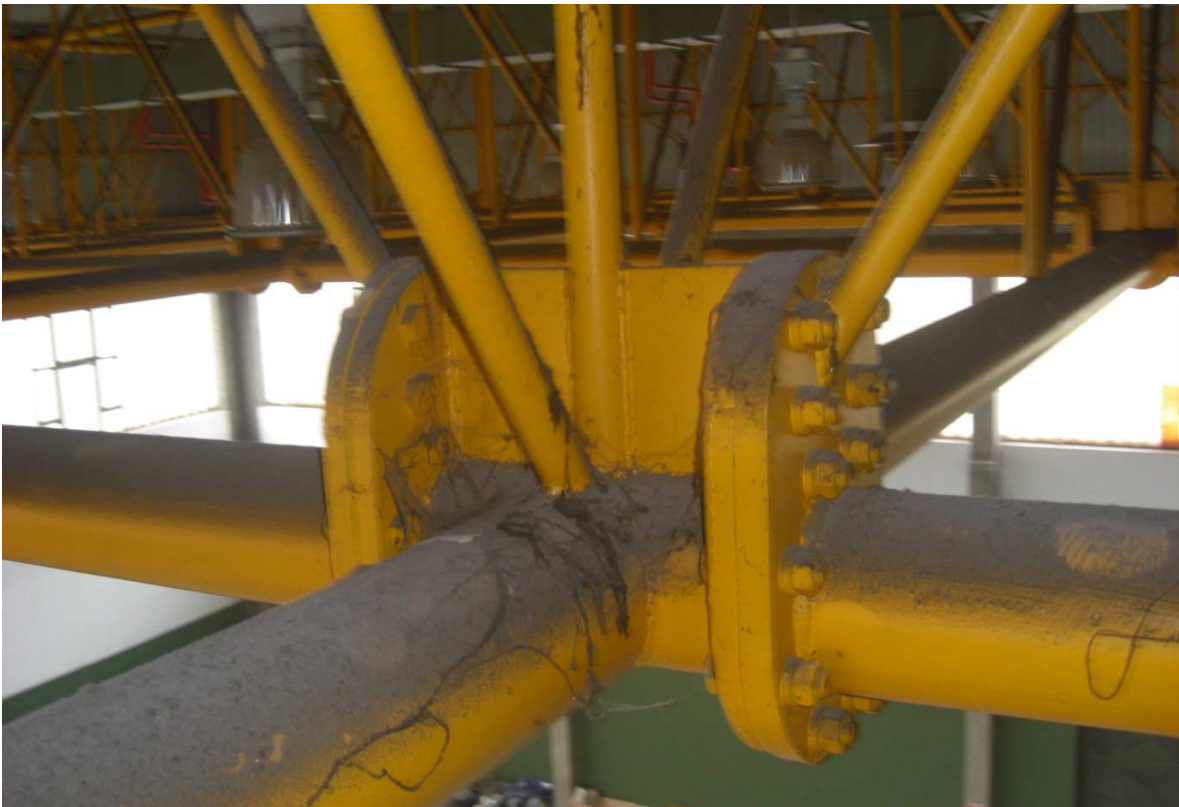
### STRUTTURA PADIGLIONE 1











Ing. Giuliano Bruschi