



COMUNE DI BARLETTA

Provincia di Barletta-Andria-Trani

CITTA' DI BARLETTA
DOCUMENTO PERVENUTO IL

19 DIC. 2016

SETT. LAVORI PUBBLICI



prot. 83479

PROGETTO di VARIANTE

Titolo progetto:

ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLO STADIO COMUNALE "C. PUTTILLI"

Amministrazione aggiudicatrice:

Comune di Barletta

corso V. Emanuele, 94 - 70051 Barletta (BT)

Progettazione:

CMS s.r.l.



S.S. Nocerina

Località Fosso Imperatore Lotto 17
84014 Nocera Inferiore (SA)

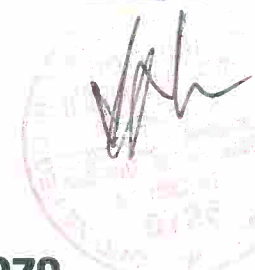
C.M.S. s.r.l.
LUIGI SANTONICOLA
(Amministratore Unico)



C.M.S. S.r.l.
ing. Cavallaro Domenico
Direttore Tecnico dell'Impresa

C.M.S. S.r.l.
ing. Gigi Annamaria
Dipendente CMS

STUDIO NUNZIATA
ing. Nunziata Vincenzo
Consulente Esterno dell'Impresa



VARIANTE al DEPOSITO N° 24079

Titolo elaborato: VERIFICHE TRIBUNA AUTORITA'

Rev.	Data	Descrizione	Redaz.	Verif.
3				
2	Ottobre 2016			
1	Luglio 2015			
0	Marzo 2015			

Commessa:

IL R.U.P.
(Ing. Sebastiano LONGANO)

FUNZIONARIO TECNICO INGEGNERE
(Ing. Francesco Cognetti)

IL DIRIGENTE
Arch. Donato TAMACCHIA

RS2-V4

1	PREMESSA.....	2
1.1	CLASSE D'USO E VITA NOMINALE	2
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
1.3	CALCOLO STRUTTURALE E MODELLAZIONE.....	3
1.3.1	RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE .	3
1.3.2	CARICHI PER ELEMENTI TRAVE.....	4
1.3.3	CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI (GUSCI).....	5
1.3.4	MATERIALI UTILIZZATI.....	5
1.4	COMBINAZIONI DI CARICO prg 2.5.3 NTC 08	5
1.5	SPETTRI SISMICI.....	7
1.6	ANALISI DINAMICA LINEARE	9
2	VERIFICHE DELLA STRUTTURA IN ELEVAZIONE	15
2.1	VERIFICA TRIBUNA AGLI SLV.....	15
2.1.1	Pilastrì	15
2.1.2	Travi.....	16
2.1.3	Gusci per gradonate	16
2.1.4	Solaio HI-Bond A55 sp 10/10.....	17
2.1.5	Struttura reticolare spaziale: aste superiori	18
2.1.6	Struttura reticolare spaziale: aste inferiori	18
2.1.7	Struttura reticolare spaziale: aste diagonali	18
2.1.8	Sky Box.....	19
2.2	VERIFICA TRIBUNA AGLI SLE.....	20
2.2.1	VERIFICHE DI DEFORMABILITA' VERTICALE (FRECCE).....	20
2.2.2	VERIFICHE ALLO SLO.....	23
2.2.3	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLD	24
2.3	VERIFICA GIUNTI.....	27
3	VERIFICHE DELLA STRUTTURA IN FONDAZIONE.....	32
3.1	VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE AGLI SLV	32
3.2	VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE AGLI SLE.....	32
4	CONCLUSIONI.....	33

VERIFICHE

(ai sensi del §10 del D.M. 14.01.08 e § C10 della Circ. Min. 617/09)

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le modifiche apportate ai lavori di “Ampliamento Funzionale dello Stadio Comunale C. Puttilli”, inerenti la struttura della **Tribuna Autorità**. La struttura portante in elevazione, realizzata in carpenteria pesante (acciaio tipo S275 – ex Fe 430), è costituita da n.17 telai principali che sorreggono le gradonate. Le modifiche riguardano essenzialmente: l’inserimento di un corpo aggiuntivo sulla parte sommitale delle gradonate chiamato “Skybox” (il quale scarica il proprio peso sulla struttura principale), l’incremento dei carichi per le travi del secondo livello dovuto alla realizzazione di un pacchetto tecnologico di isolamento più pesante rispetto a quello previsto in origine e l’incremento dei carichi in copertura dovuto all’installazione di pannelli fotovoltaici. Dal modello di calcolo geometrico, visibile in figura 1, è possibile visualizzare l’aggiunta degli skybox.

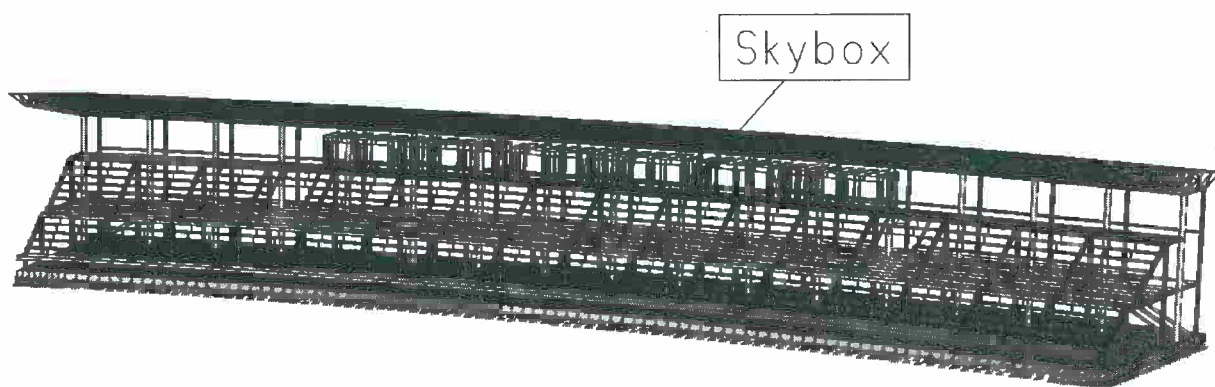


Figura 1 - Modello Strutturale.

1.1 CLASSE D'USO E VITA NOMINALE

Lo stadio Comunale “C. Puttilli” è un’opera strategica poiché rientra nel *Piano Comunale di Emergenza di Protezione Civile*, in particolare è individuata come area di accoglienza o di ricovero per cui adibita alla realizzazione di una tendopoli in caso di sisma. La progettazione strutturale deve essere eseguita considerando la classe d’uso IV (NTC 08 prg. 2.4.2) “*Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità*”.

Periodo di riferimento per l’azione sismica, $V_R \geq 200$ anni

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

Per le opere di tipo 3 di importanza strategica $V_N \geq 100$ anni

Per la classe d’uso IV $C_u=2,0$

Per il calcolo della struttura è stato utilizzato il programma MasterSap 2014 SP2 dell’A.M.V. s.r.l. **Licenza n. 27003 registrata a nome dell’ing. Vincenzo Nunziata.**

1.2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 5 Novembre 1971 n°1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.P.R 6 giugno 2001, n. 380 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia” e successive modifiche con il D.L. del 27 dicembre 2002 n.301;
- Decreto Ministeriale 14/01/2008 – Norme tecniche per le Costruzioni;
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 – Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008;
- Eurocodice 2 “Progettazione delle strutture in c.a.”
- Eurocodice 3 “Progettazione delle strutture in acciaio”

1.3 **CALCOLO STRUTTURALE E MODELLAZIONE**

La parte in elevazione in acciaio è stata modellata con elementi travi IPE 300 e pilastri HEA 240, HEA 200 e sezioni circolare di diametro 406 mm e spessore 8mm, le gradonate sono state modellate come elementi guscio (per i pannelli in lamiera $s_p=3\text{mm}$), mentre la sottostruttura irrigidente in tubolari come elementi travi 40x40x3 e collegati ai telai con nodi incastro. Le fondazioni a platea sono state schematizzate come un insieme di elementi guscio poggiati su suolo elastico. Infine gli skybox sono stati modellati con elementi di sezione tubolare quadra 80x80x3, pilastri sempre costituiti con elementi tubolari 80x80x3 e controventi costituiti da elementi a sezione circolare $\varnothing 14$.

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Tribuna Stadio Puttilli_Barletta
Intestazione del lavoro	Stadio Puttilli_Barletta Tribuna
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC/2008

1.3.1 **RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE**

ELEMENTO FINITO: TRAVE

Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	Tubolari_40X40X3
2	Pilastri
3	Travi principali
4	Aste superiori
5	Aste inferiori
6	Aste diagonali
7	Travi Secondarie II Livello
8	Tubolari_40X40X3 bis
9	Travi Secondarie I Livello
10	Travi Secondarie III Livello
11	Travi scale
12	Travi Vomitoi
13	Elementi Sky Box
14	Copertura
15	Pilastri
16	Controventature

ELEMENTO FINITO: PIASTRA

Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	Lamiera bognata 3mm
2	Platea
3	Platea 2
4	Zona skybox

ELEMENTO FINITO: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	Vincoli di platea cost. sottofondo = 2

SEZIONE RETTANGOLARE CAVA

Codice	B	H	s	t
4	4.000	4.000	0.300	0.300

SEZIONE RETTANGOLARE CAVA CON RACCORDI AGLI SPIGOLI

Codice	B	H	s	Raggio esterno	Raggio interno
19	8.000	8.000	0.300	0.450	0.300
20	8.000	4.000	0.300	0.450	0.300

SEZIONE CIRCOLARE PIENA

Codice	Diametro
21	1.400

SEZIONI CIRCOLARI CAVE

Codice	Diametro esterno	Spessore
3	40.600	0.800
13	8.890	0.500
14	6.000	0.300
15	4.800	0.260
16	7.600	0.300

SEZIONI A PROFILO SEMPLICE

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
1	IPE 300	No
2	HEA 240	No
5	IPE 200	No
6	HEA 200	No
7	UNP 180	No
8	IPE 240	No
9	IPE 400	No
10	HEA 160	No
11	IPE 220	No
12	UNP 200	No
17	IPE 160	No
18	UNP 240	No

1.3.2 CARICHI PER ELEMENTI TRAVE

Carico distribuito con riferimento globale Y

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento -Y	18	Condizione 6	Variabile: Vento	-0.007200	0.000	-0.007200	0.000	0.0000	0.0000
Vento -0.4Y	19	Condizione 6	Variabile: Vento	0.003600	0.000	-0.003600	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist. fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Vento -Z (verso il basso)	10	Condizione 7	Variabile: Vento	-0.013000	0.000	-0.013000	0.000	0.0000	0.0000
Vento +Z (verso l'alto)	11	Condizione 6	Variabile: Vento	0.013000	0.000	0.013000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist. fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Grigliato	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.005000	0.000	0.005000	0.000	1.0000	1.0000
Affollamento Cat 3	2	Condizione 2	Variabile: Aree di acquisto e congresso	0.050000	0.000	0.050000	0.000	0.6000	0.6000
Peso Solaio HI BOND h=10 cm	9	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.019000	0.000	0.019000	0.000	1.0000	1.0000
Pannello Copertura	12	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.001200	0.000	0.001200	0.000	1.0000	1.0000
Lamiera bugnata	13	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.002500	0.000	0.002500	0.000	1.0000	1.0000
Neve Zona II	14	Condizione 5	Variabile: Neve	0.008000	0.000	0.008000	0.000	0.0000	0.0000
Massetto ed isolamento	15	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.005000	0.000	0.005000	0.000	1.0000	1.0000
Pannelli coibentati	17	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.001500	0.000	0.001500	0.000	0.0000	0.0000
Pannelli fotovoltaici	20	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.001000	0.000	0.001000	0.000	0.0000	0.0000

Carico termico tx

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Temperatura
Dilatazione_Travi	3	Condizione 3	Nessuna	45.000000
Contrazioni_Travi	4	Condizione 4	Nessuna	-15.000000

1.3.3 CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI (GUSCI)

Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Sedute	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.001000	1.0000	1.0000
Affollamento Cat 3	6	Condizione 2	Variabile: Aree di acquisto e congresso	0.050000	0.6000	0.6000
Affollamento Skybox	16	Condizione 8	Variabile: Uffici	0.030000	0.6000	0.6000

Carico termico (temperatura uniforme)

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Temperatura
Dilatazione_Gusci	7	Condizione 3	Nessuna	45.000000
Contrazione_Gusci	8	Condizione 4	Nessuna	-15.000000

1.3.4 MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Acciaio	+2.10e+006	0.300	0.00785	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.21e+005	0.120	0.00250	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

1.4 COMBINAZIONI DI CARICO prg 2.5.3 NTC 08

Le combinazioni di carico di tipo statico agli SLU e agli SLE sono state definite tenendo conto del peso proprio della struttura e del sovraccarico di categoria C3, 500 daN/m². Le azioni sismiche inerziali sono state valutate in base alle masse ottenibili dai carichi propri e accidentali secondo le aliquote inerziali (ψ_{2i}) riportate nel paragrafo 3.2.4 delle NTC 08, presi con valori unitari per i pesi propri e i permanenti portati e con valore ($\psi_{2i}=0,6$) per l'affollamento. L'azione termica è stata computata nel calcolo fornendo i valori di temperatura minima -15°C in contrazione e massima +45°C in dilatazione (secondo NTC 08 prg 3.5), nelle combinazioni di carico allo SLU è stata considerata come condizione secondaria rispetto all'affollamento ($\psi_{0i}=0,6$ e amplificata per $\gamma=1,5$), viceversa

nella combinazione di esercizio è stata considerata principale analogamente all'affollamento ($\psi_{0i}=1$). L'azione termica è stata applicata su tutte le membrature in acciaio (travi principali e secondarie, pilastri, tubolari e pannelli delle gradonate).

Per tenere conto anche della interazione tra i vari corpi, nelle combinazioni di carico sono state inserite le azioni dei corpi adiacenti come prima specificato considerando le risultanze degli involucri sia allo SLU che allo SLE.

Le varie combinazioni di carico uniformemente distribuito sugli elementi trave e gusci sono:

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore			
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Nessuna	Condizione 3	1.000			
			Nessuna	Condizione 4	1.000			
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000			
			Variabile: Uffici	Condizione 8	0.600			
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600			
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000			
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000			
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.000			
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300			
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.500			
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500			
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.750			
4	Vento +Z	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300			
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.050			
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.050			
			Variabile: Vento	Condizione 6	1.500			
5	Vento -Z	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300			
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.050			
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.050			
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.750			
			Variabile: Vento	Condizione 7	1.500			
			7	Contrazione e Affollamento_SLU	Azione sismica: Sisma assente	Nessuna	Condizione 4	0.600
						Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
						Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
						Variabile: Uffici	Condizione 8	1.500
Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500						
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.750			
			8	Dilatazione e Affollamento_SLU	Azione sismica: Sisma assente	Nessuna	Condizione 3	0.600
						Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
						Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
						Variabile: Uffici	Condizione 8	1.500
Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500						
11	Vento -Y skybox	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300			
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.050			
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.050			
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.750			
			Variabile: Vento	Condizione 6	1.500			

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara +Z	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.600

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	Rara -Z	Tipologia: Rara	Variabile: Vento	Condizione 7	0.600
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.500
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.500
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.500
9	Contrazione e Affollamento_SLE	Tipologia: Rara	Nessuna	Condizione 4	1.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.500
			Variabile: Vento	Condizione 6	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 7	1.000
10	Dilatazione e Affollamento_SLE	Tipologia: Rara	Nessuna	Condizione 3	1.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 8	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.700
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.700
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.700

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
12	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 8	0.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.000

1.5 SPETTRI SISMICI

L'intervento oggetto della presente relazione ricade nel Comune di Barletta (Barletta Andria Trani), Lat: 41,31256; Long: 16,28383. In particolare il suolo risulta essere di categoria sismica C e pianeggiante, lo spettro di risposta allo SLU è stato determinato per un fattore di struttura $q=1$ e si riportano di seguito.

Per SLU: Spettro SLV

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Tribuna Stadio Puttilli_Barletta
Intestazione del lavoro	Stadio Puttilli_Barletta Tribuna
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC/2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	100 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	200 anni

Spettro di risposta	Stato limite ultimo slv
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	1898 anni
Localita'	Barletta - (BT)
ag/g	0.27
F0	2.41
Tc	0.42
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	3
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Fattore di struttura qv per sisma verticale	1.5
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC 2008 - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

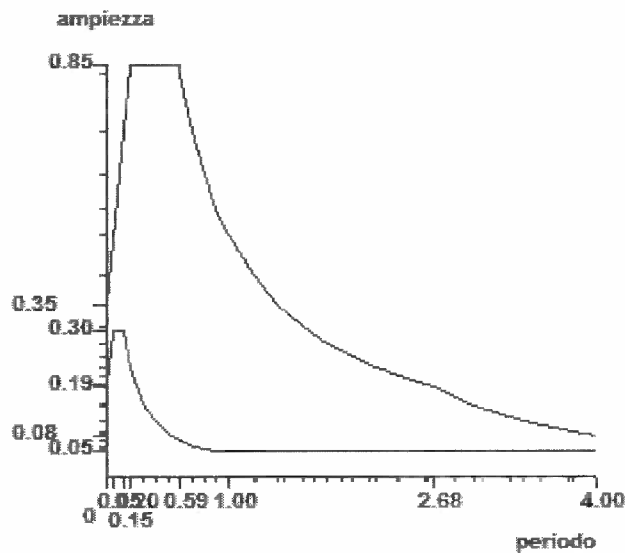


Figura 2 - Spettro SLV per q=1

Per SLE: Spettro SLD

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Tribuna Stadio Puttilli_Barletta
Intestazione del lavoro	Stadio Puttilli_Barletta Tribuna
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm

Normativa	NTC/2008
NORMATIVA	
Vita nominale costruzione	100 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	200 anni
Spettro di risposta	Stato limite di danno
Probabilità di superamento periodo di riferimento	63
Tempo di ritorno del sisma	201 anni
Località	Barletta - (BT)
ag/g	0.096
F0	2.53
Tc	0.36
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

STATO LIMITE DI DANNO

Coefficiente di smorzamento	17.27%
Eccentricità accidentale	5%
Numero di frequenze	3

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC 2008 - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

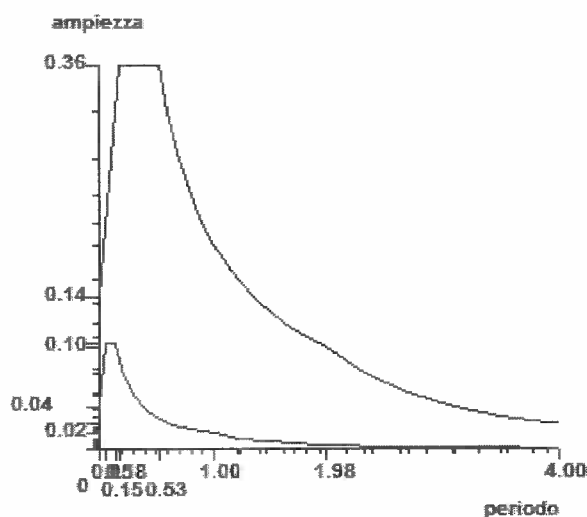


Figura 3 - Spettro sismico allo SLD

1.6 ANALISI DINAMICA LINEARE

L'analisi dinamica lineare è stata svolta con il metodo dello spettro di risposta. Il sistema da analizzare deve essere visto come un oscillatore a n gradi di libertà con i modi propri di vibrazione. Il numero di frequenze da considerare a cui corrispondono i modi propri di vibrazione non può superare il numero di gradi di libertà del sistema. La procedura attua l'analisi dinamica in due fasi distinte: la

prima si occupa di calcolare le frequenze proprie di vibrazione, la seconda calcola spostamenti e sollecitazioni conseguenti allo spettro di risposta assegnato in input. Nell'analisi spettrale il programma utilizza lo spettro di risposta assegnato in input, coerentemente con quanto previsto dalla normativa. Lo spettro nella direzione globale Z è ridotto del fattore q_v . L'ampiezza degli spettri di risposta è determinata dai parametri sismici previsti dalla normativa e assegnati in input dall'utente. La procedura calcola inizialmente i coefficienti di partecipazione modale per ogni direzione del sisma e per ogni frequenza. Tali coefficienti possono essere visti come il contributo dinamico di ogni modo di vibrazione nelle direzioni assegnate. Si potrà perciò notare in quale direzione il singolo modo di vibrazione ha effetti predominanti. Successivamente vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione. Per ogni direzione dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti. L'ultima elaborazione riguarda il calcolo degli effetti complessivi, ottenuti considerando tutte le direzioni dinamiche applicate.

Di seguito saranno riportati il primo modo di vibrazione e la massa partecipante complessiva, nonché grafici delle sollecitazioni significative.

Modo 1 $f = 1.863 \text{ Hz}$ $T = 0.537 \text{ s}$

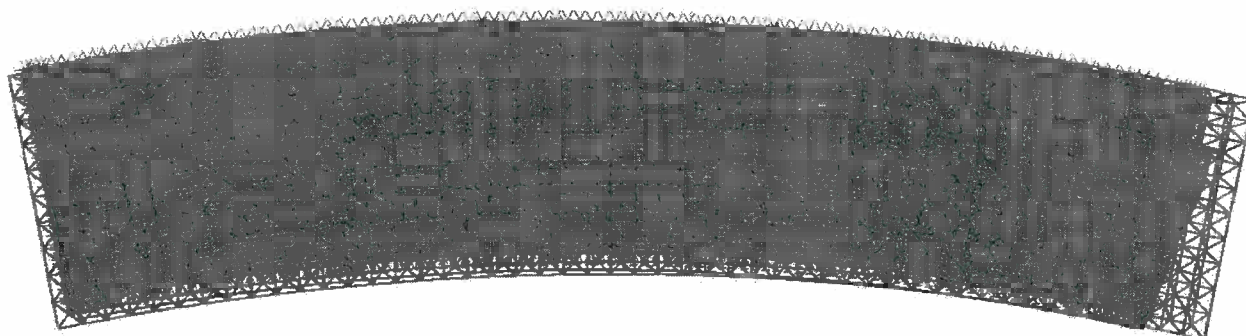


Figura 4 - Modo di vibrazione principale, direzione longitudinale prevalente.

TABELLA MASSE ECCITATE

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: +EX FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	1.171e+001	1.863e+000	5.368e-001	1.178e-017
2	1.220e+001	1.942e+000	5.149e-001	1.111e-013
3	1.230e+001	1.958e+000	5.108e-001	4.849e-012

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y	Direz.Z
1	4.201e+000	-9.347e-001	2.700e-002
2	-3.063e+000	1.139e+000	-1.640e-003
3	9.198e-001	3.495e-001	-6.666e-003

MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Progressiva	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Modo: 2	+9.38e+000	1	+1.30e+000	0	+2.65e-006	0

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Progressiva	+2.70e+001	2	+2.17e+000	0	+7.23e-004	0
Modo: 3	+8.46e-001	0	+1.22e-001	0	+4.49e-005	0
Progressiva	+2.79e+001	2	+2.29e+000	0	+7.68e-004	0

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+1.25e+003	+1.25e+003	+1.25e+003

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: -EX FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	1.171e+001	1.863e+000	5.368e-001	1.178e-017
2	1.220e+001	1.942e+000	5.149e-001	1.111e-013
3	1.230e+001	1.958e+000	5.108e-001	4.849e-012

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y	Direz.Z
1	4.201e+000	-9.347e-001	2.700e-002
2	-3.063e+000	1.139e+000	-1.640e-003
3	9.198e-001	3.495e-001	-6.666e-003

MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Progressiva	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Modo: 2	+9.38e+000	1	+1.30e+000	0	+2.65e-006	0
Progressiva	+2.70e+001	2	+2.17e+000	0	+7.23e-004	0
Modo: 3	+8.46e-001	0	+1.22e-001	0	+4.49e-005	0
Progressiva	+2.79e+001	2	+2.29e+000	0	+7.68e-004	0

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+1.25e+003	+1.25e+003	+1.25e+003

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: +EY FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	1.171e+001	1.863e+000	5.368e-001	1.178e-017
2	1.220e+001	1.942e+000	5.149e-001	1.111e-013
3	1.230e+001	1.958e+000	5.108e-001	4.849e-012

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y	Direz.Z
1	4.201e+000	-9.347e-001	2.700e-002
2	-3.063e+000	1.139e+000	-1.640e-003
3	9.198e-001	3.495e-001	-6.666e-003

MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Progressiva	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Modo: 2	+9.38e+000	1	+1.30e+000	0	+2.65e-006	0
Progressiva	+2.70e+001	2	+2.17e+000	0	+7.23e-004	0

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 3	+8.46e-001	0	+1.22e-001	0	+4.49e-005	0
Progressiva	+2.79e+001	2	+2.29e+000	0	+7.68e-004	0

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+1.25e+003	+1.25e+003	+1.25e+003

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: -EY FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	1.171e+001	1.863e+000	5.368e-001	1.178e-017
2	1.220e+001	1.942e+000	5.149e-001	1.111e-013
3	1.230e+001	1.958e+000	5.108e-001	4.849e-012

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

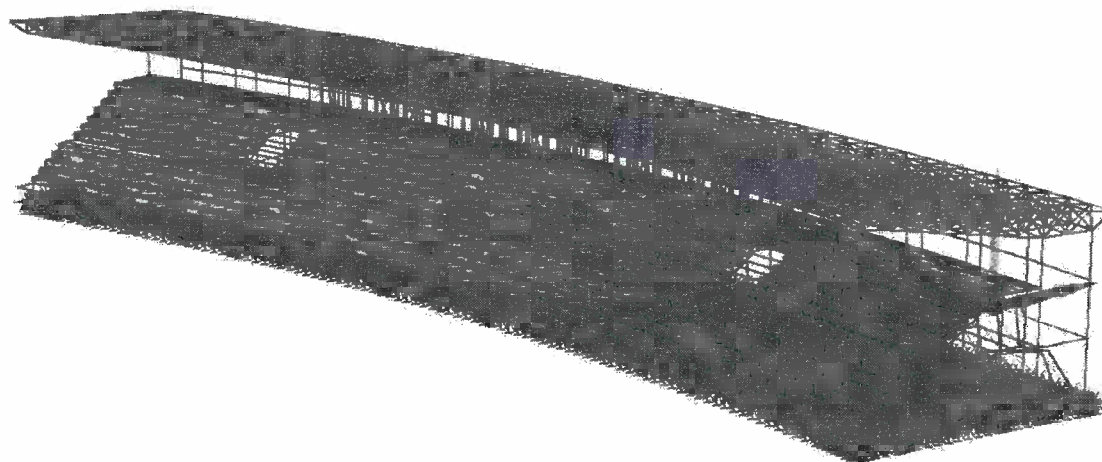
Modo	Direz.X	Direz.Y	Direz.Z
1	4.201e+000	-9.347e-001	2.700e-002
2	-3.063e+000	1.139e+000	-1.640e-003
3	9.198e-001	3.495e-001	-6.666e-003

MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

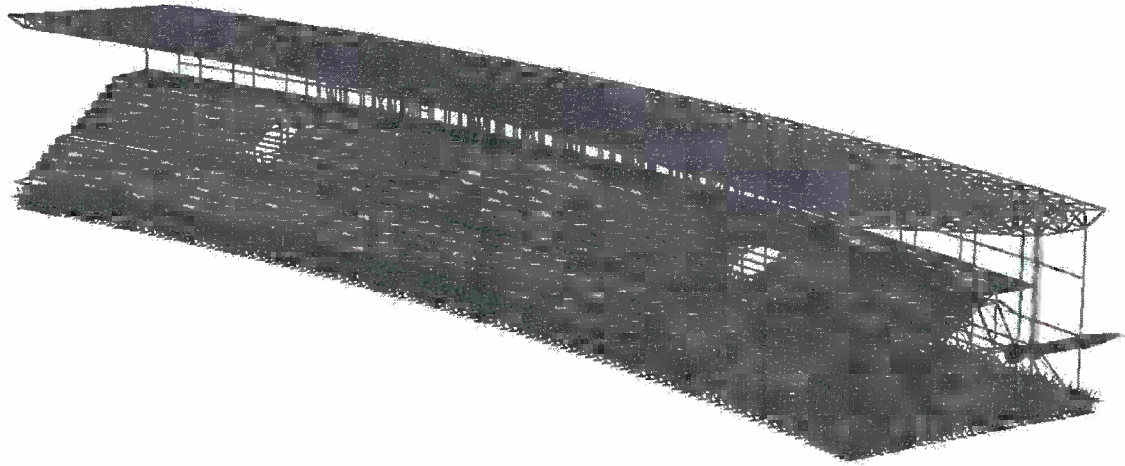
Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Progressiva	+1.76e+001	1	+8.74e-001	0	+7.21e-004	0
Modo: 2	+9.38e+000	1	+1.30e+000	0	+2.65e-006	0
Progressiva	+2.70e+001	2	+2.17e+000	0	+7.23e-004	0
Modo: 3	+8.46e-001	0	+1.22e-001	0	+4.49e-005	0
Progressiva	+2.79e+001	2	+2.29e+000	0	+7.68e-004	0

MASSA TOTALE ECCITABILE

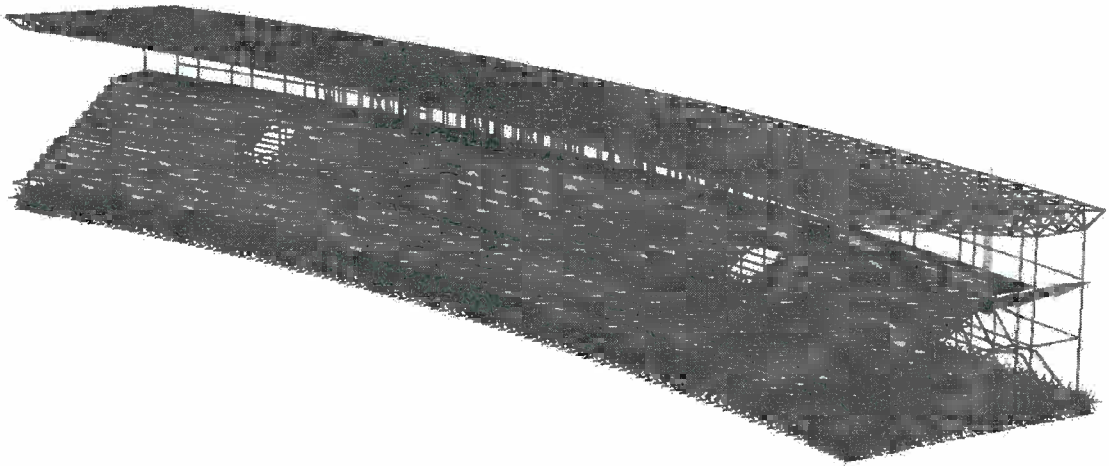
Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+1.25e+003	+1.25e+003	+1.25e+003



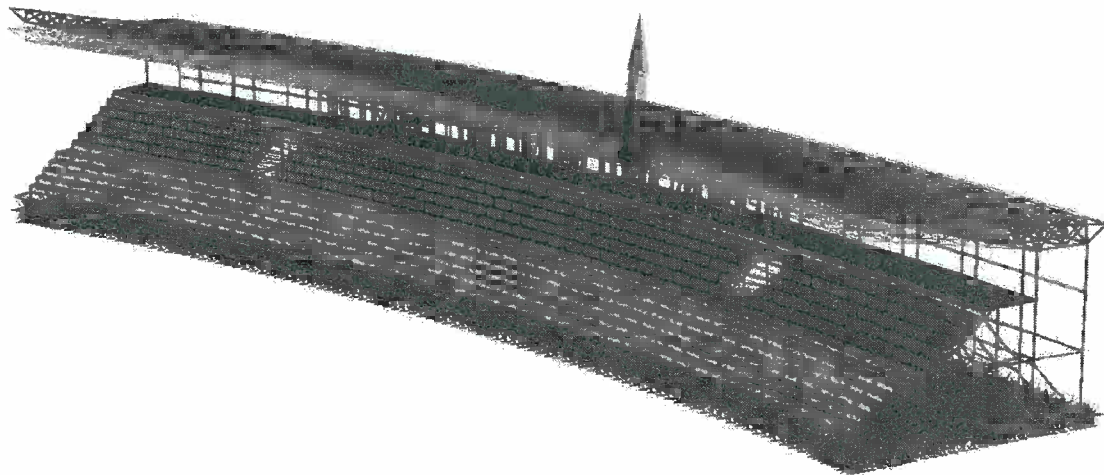
a) Inviluppi dinamici $E_x + \lambda E_y + \mu E_z$



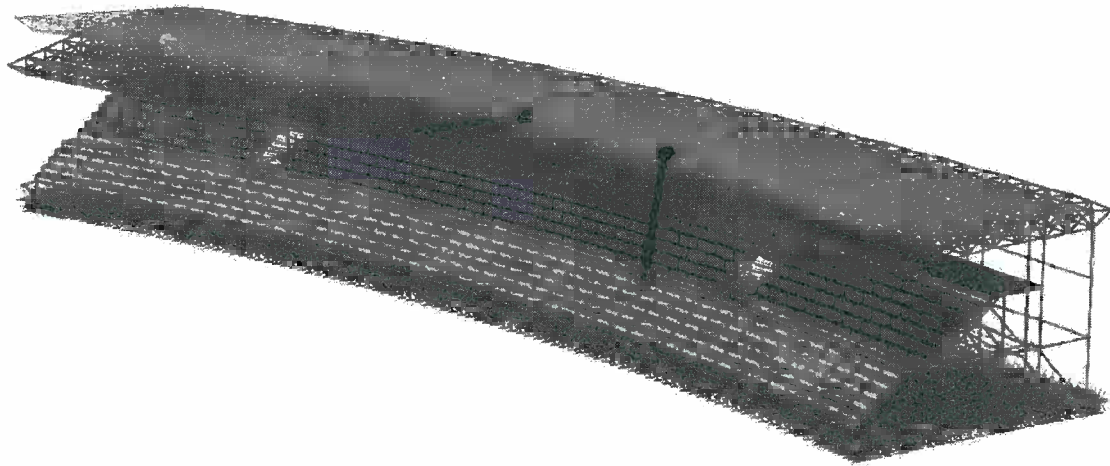
b) Involuppi dinamici $\lambda E_x + E_y + \mu E_z$



c) Involuppi dinamici $\lambda E_x + \lambda E_y + E_z$

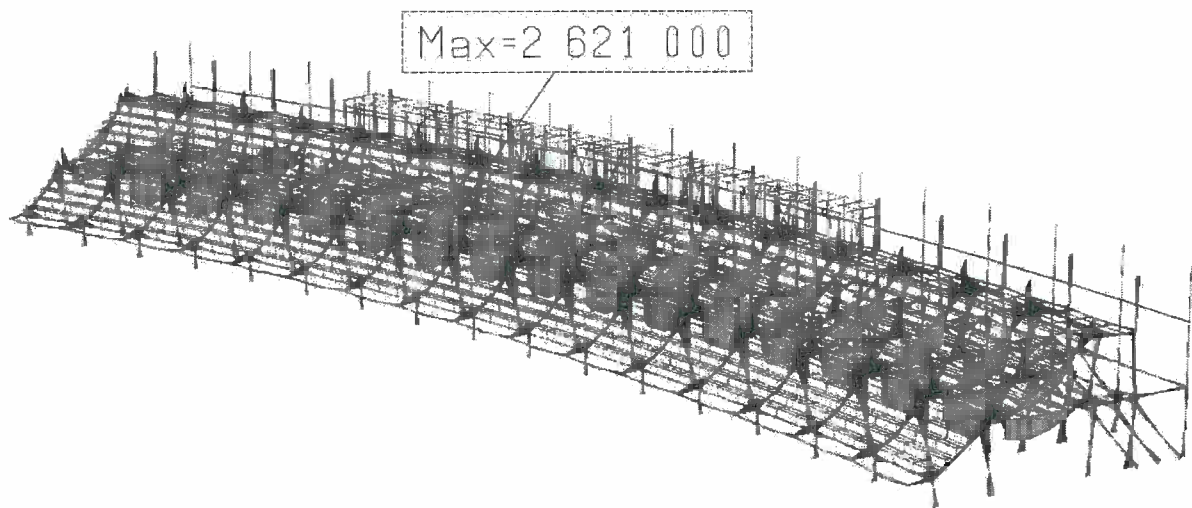


d) Deformata statica Rara: Vento (+)

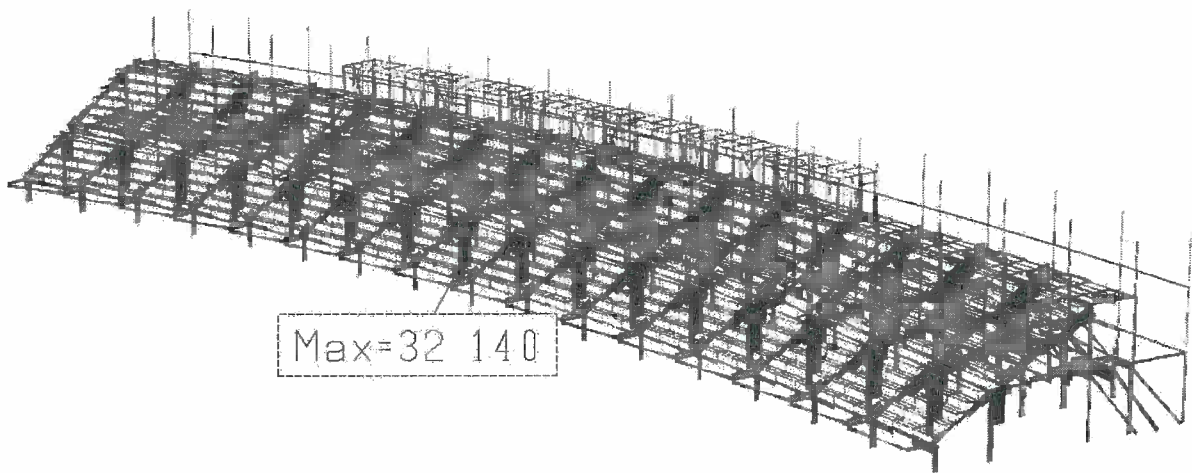


e) Deformata statica Rara: Vento (-)

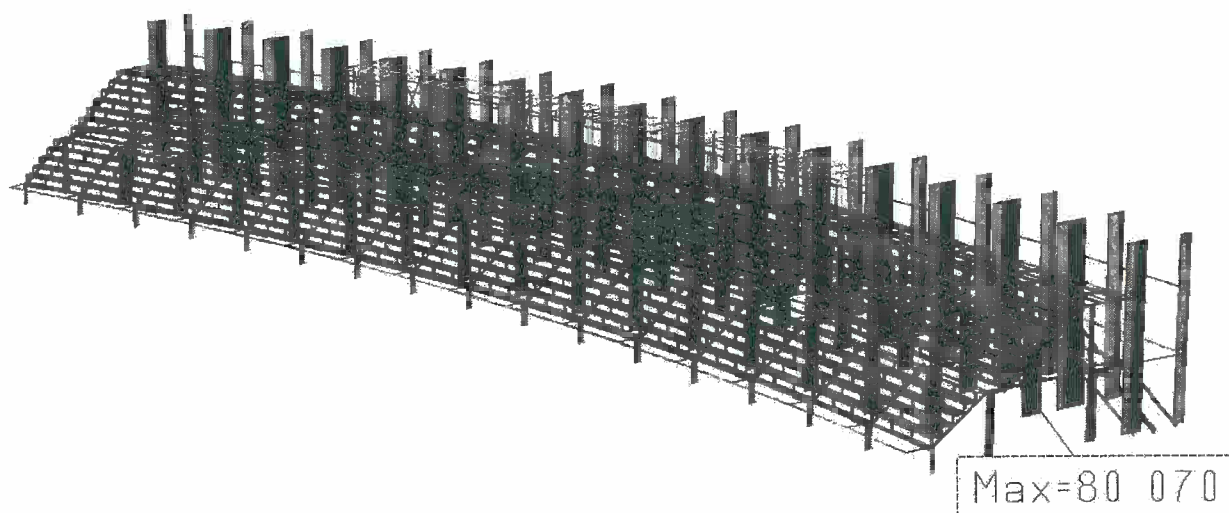
Figura 5 - Deformate Corpo Tribuna Autorità



a) Momento Flettente M_z



b) Taglio F_y



c) Sforzo Normale Fx

Figura 6 - Sollecitazioni Corpo Tribuna Autorità.

2 VERIFICHE DELLA STRUTTURA IN ELEVAZIONE

Si riportano in via grafica le sole verifiche svolte di alcuni elementi dove, per gli elementi per i quali gli esiti dell'elaborazioni sono favorevoli assumono una colorazione verde. Per consentire una più agevole lettura dei tabulati di calcolo e per non appesantire troppo il fascicolo di stampa, i risultati in forma grafica saranno esplicitati solo per alcuni elementi strutturali.

2.1 VERIFICA TRIBUNA AGLI SLV

2.1.1 Pilastrì

Tutte le verifiche allo SLU per i pilastrì in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

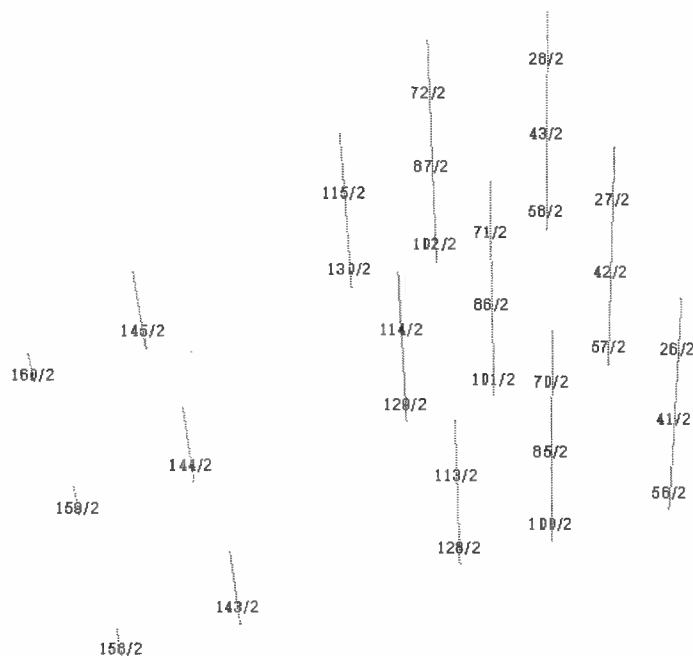


Figura 7 – Numerazione Pilastrì

Per motivi si è ritenuto opportuno riportare solo le verifiche relative ai pilastri maggiormente sollecitati, ovvero quelli nella zona relativa agli sky box.

2.1.2 Travi

Tutte le verifiche allo SLU per gli elementi trave in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Per motivi si è ritenuto opportuno riportare solo le verifiche relative alle travi maggiormente sollecitate, ovvero quelli nella zona relativa agli sky box.

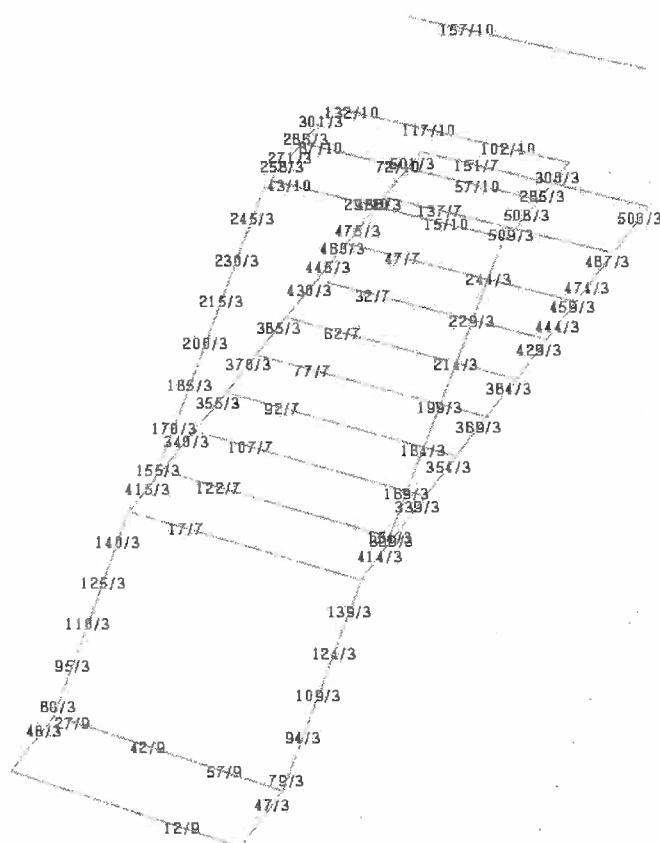


Figura 8 – Numerazione Travi.

2.1.3 Gusci per gradonate

Si riporta la verifica degli stati tensionali membranali mediante il Criterio di Von Mises (elemento guscio). Attraverso le mappe a colori è visibile lo stato tensionale al centro di ciascun pannello in acciaio costituenti le gradonate, affinché tale verifica sia soddisfatta i valori di tensione ottenuti dal calcolo devono essere inferiori al valore f_{yd} che per l'acciaio S275 vale:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,05} = \frac{2750}{1,05} = 2619 \frac{daN}{cm^2}$$

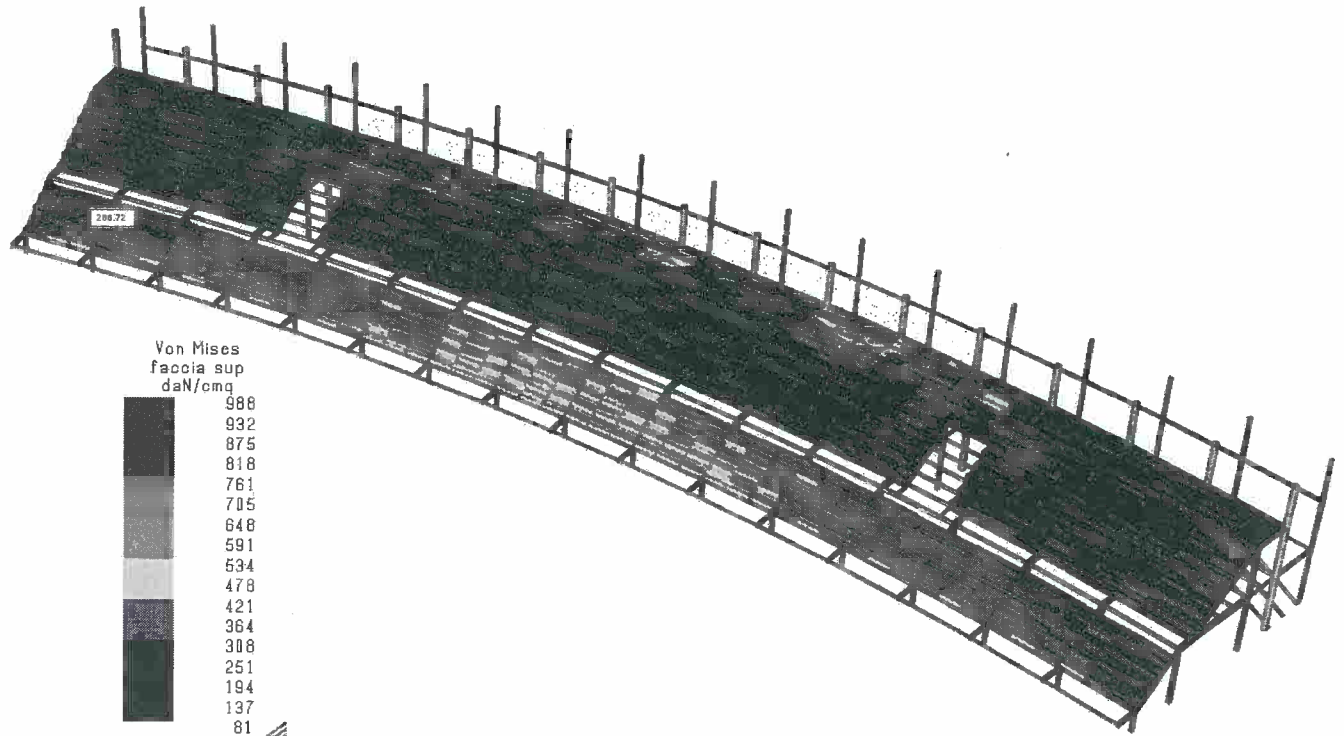


Figura 9 - TRIBUNA AUTORITA' - Stato di tensione criterio di Von Mises, valore max 988 daN/cm² < f_{yd}

2.1.4 Solaio HI-Bond A55 sp 10/10

Per gli orizzontamenti della tribuna autorità è stato adottato un solaio realizzato con una lamiera collaborante tipo HI Bond A55 spessore 10/10 con soletta in C.A. di 4,5 cm.

Dalla Tabella seguente si ricava, fissando il sovraccarico utile uniformemente distribuito (500 daN/mq), la luce massima per un solaio su più appoggi.

TIPO A 55/P 600 - HI-BOND

HI-BOND TYPE A 55/P 600

Luca massima in metri per solai HI-BOND - Max spans in meters - Max entr'axes en metres - Max spanweite in metern

H Soletta Stab Dalla Decke mm	Spessore Thickness Epaisseur Stärke mm	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m ² - Useful overload evenly distributed KN/m ² Surcharge utile uniformement répartie KN/m ² - Nutzlast gleichmässig verteilt KN/m ²													
		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,59	3,43	3,28	3,17	3,06	2,95	2,87	2,78	2,71	2,64	2,51	2,40	2,22	1,89
	0,80	3,60	3,48	3,33	3,20	3,08	2,97	2,89	2,80	2,72	2,65	2,52	2,36	2,18	1,86
	1,00	4,34	4,14	3,96	3,81	3,67	3,55	3,43	3,33	3,24	3,15	3,00	2,83	2,26	1,98
11	0,70	4,78	4,55	4,35	4,18	4,02	3,88	3,76	3,64	3,54	3,44	3,23	2,82	2,20	1,88
	0,80	4,49	4,37	4,25	4,15	4,05	3,95	3,87	3,78	3,71	3,62	3,47	3,27	2,90	2,48
	1,00	4,24	4,07	3,93	3,80	3,68	3,57	3,47	3,38	3,29	3,21	3,07	2,95	2,50	2,06
12	0,70	4,67	4,48	4,32	4,17	4,02	3,91	3,80	3,70	3,60	3,52	3,36	3,13	2,50	2,06
	0,80	3,38	3,28	3,20	3,11	3,03	2,95	2,89	2,82	2,76	2,71	2,60	2,51	2,36	2,22
	1,00	3,65	3,54	3,44	3,34	3,25	3,17	3,10	3,03	2,96	2,90	2,79	2,69	2,52	2,27
13	0,70	4,12	3,99	3,87	3,76	3,66	3,56	3,48	3,40	3,32	3,25	3,12	3,01	2,72	2,27
	0,80	4,55	4,40	4,26	4,13	4,02	3,91	3,82	3,72	3,64	3,56	3,42	3,29	2,72	2,27
	1,00	3,29	3,21	3,13	3,06	2,98	2,92	2,87	2,81	2,76	2,71	2,62	2,53	2,39	2,26
13	0,80	3,55	3,45	3,37	3,29	3,21	3,14	3,08	3,02	2,96	2,91	2,81	2,71	2,56	2,42
	1,00	4,01	3,90	3,80	3,71	3,62	3,54	3,46	3,39	3,33	3,26	3,15	3,04	2,86	2,43
	1,20	4,42	4,30	4,18	4,08	3,98	3,89	3,80	3,72	3,65	3,58	3,45	3,33	2,92	2,43

I valori in colore non prevedono limitazione di fleccia f < 1/240 (1^a fase) - Values indicated in color are calculated without deflection limitation f < 1/240 (1st phase) - Les valeurs imprimées en couleur sont sans limitation de flèche f < 1/240 (1^{ère} phase) - Die in Farbe angegebenen Werte sehen keine Begrenzung der Durchbiegung vor f < 1/240 (1. phase).

Come si evince la luce massima consentita per il tipo di solaio scelto è di 3,33 m ampiamente inferiore hai alla luce massima di progetto che è di 1,81 m

2.1.5 *Struttura reticolare spaziale: aste superiori*

Tutte le verifiche allo SLU per le aste superiori della copertura reticolare spaziale in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Si riportano le verifiche delle aste dove è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

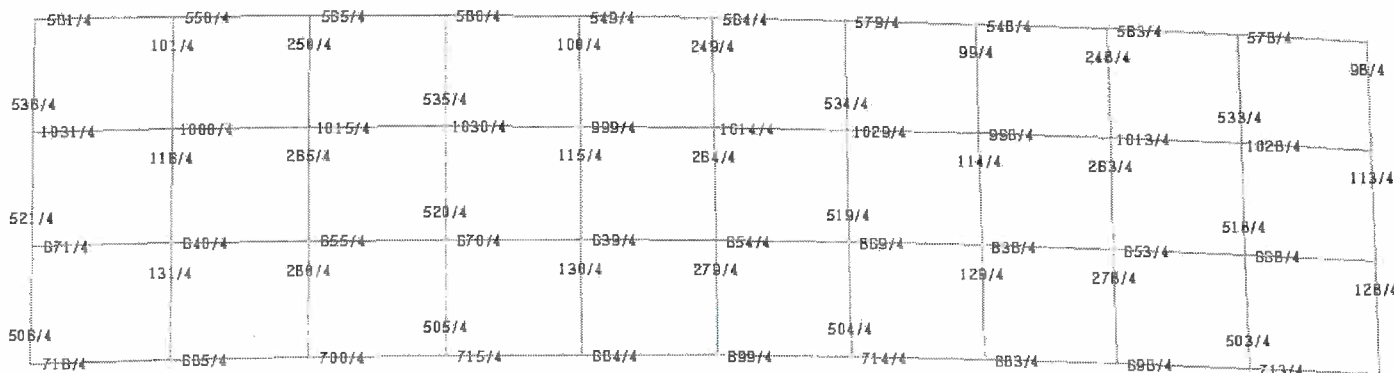


Figura 10 – Numerazione aste superiori di copertura

2.1.6 *Struttura reticolare spaziale: aste inferiori*

Tutte le verifiche allo SLU per le aste inferiori della copertura reticolare spaziale in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Si riportano le verifiche delle aste dove è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

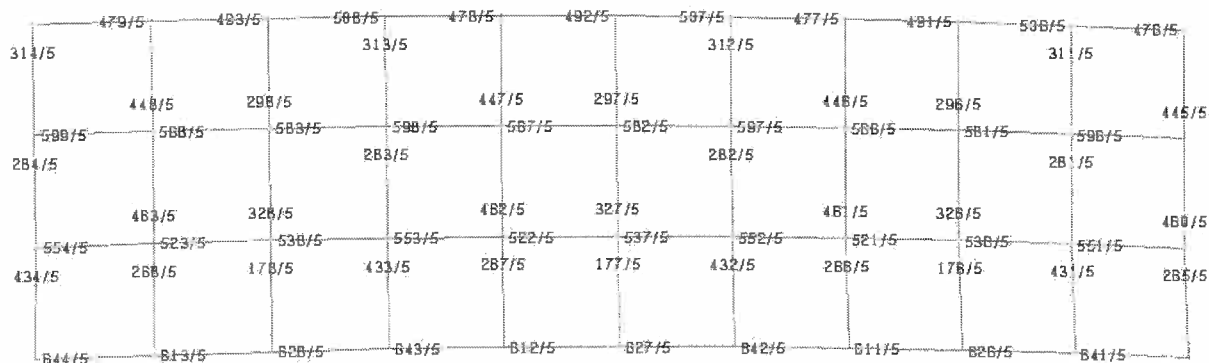


Figura 11 – Numerazione aste inferiori di copertura.

2.1.7 *Struttura reticolare spaziale: aste diagonali*

Tutte le verifiche allo SLU per le aste diagonali della copertura reticolare spaziale in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura

sottostante.

Si riportano le verifiche delle aste dove è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

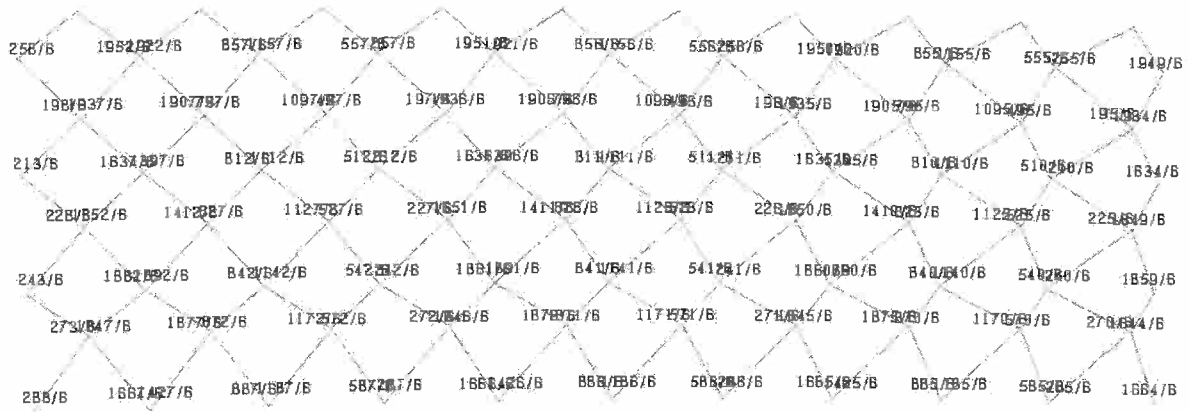


Figura 12 – Numerazione aste diagonali di copertura

2.1.8 Sky Box

Tutte le verifiche allo SLU per gli elementi dello sky box risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato “**Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA**” per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Per motivi pratici si riportano solo le verifiche di una parte dello sky box.

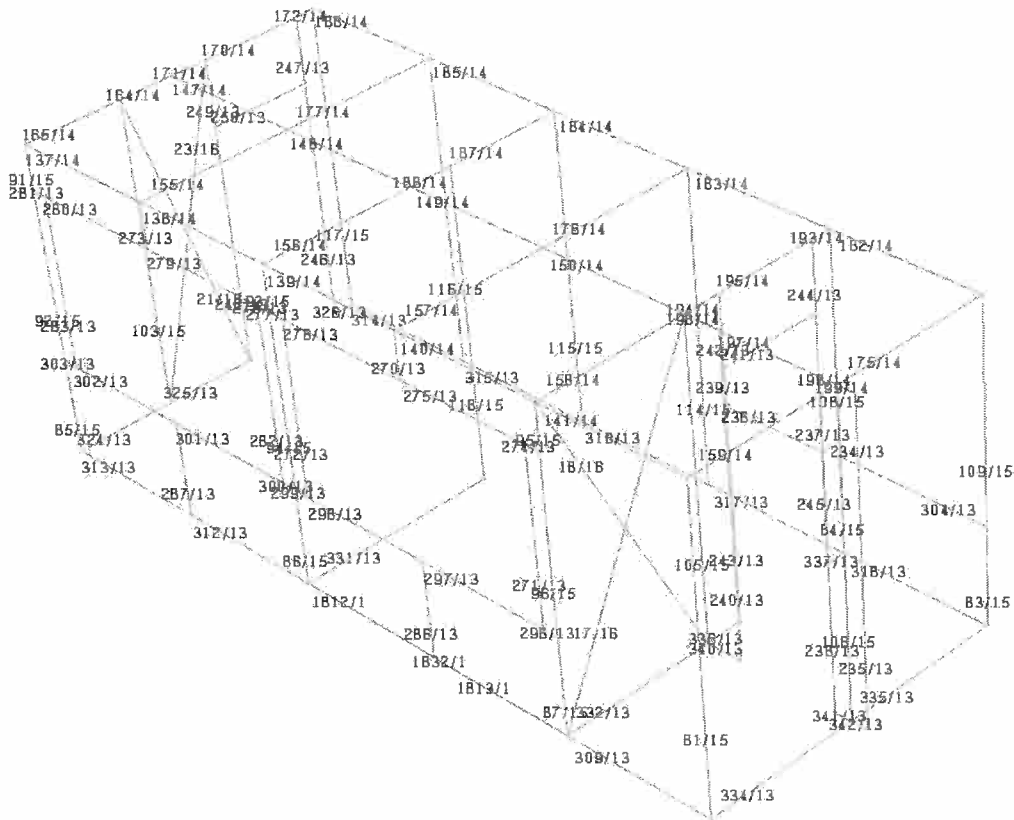


Figura 13 – Numerazione elementi Sky Box.

$$\begin{aligned} \delta_{rara} &= 0.41 \text{ cm} < \delta_{\max} = 0.64 \text{ cm}; \\ \delta_{rara} &= 0.41 \text{ cm} < \delta_{\max} = 1.71 \text{ cm}; \\ \delta_{rara} &= 1.56 \text{ cm} < \delta_{\max} = 2.64 \text{ cm}; \\ \delta_{rara} &= 2.38 \text{ cm} < \delta_{\max} = 2.56 \text{ cm}. \end{aligned}$$

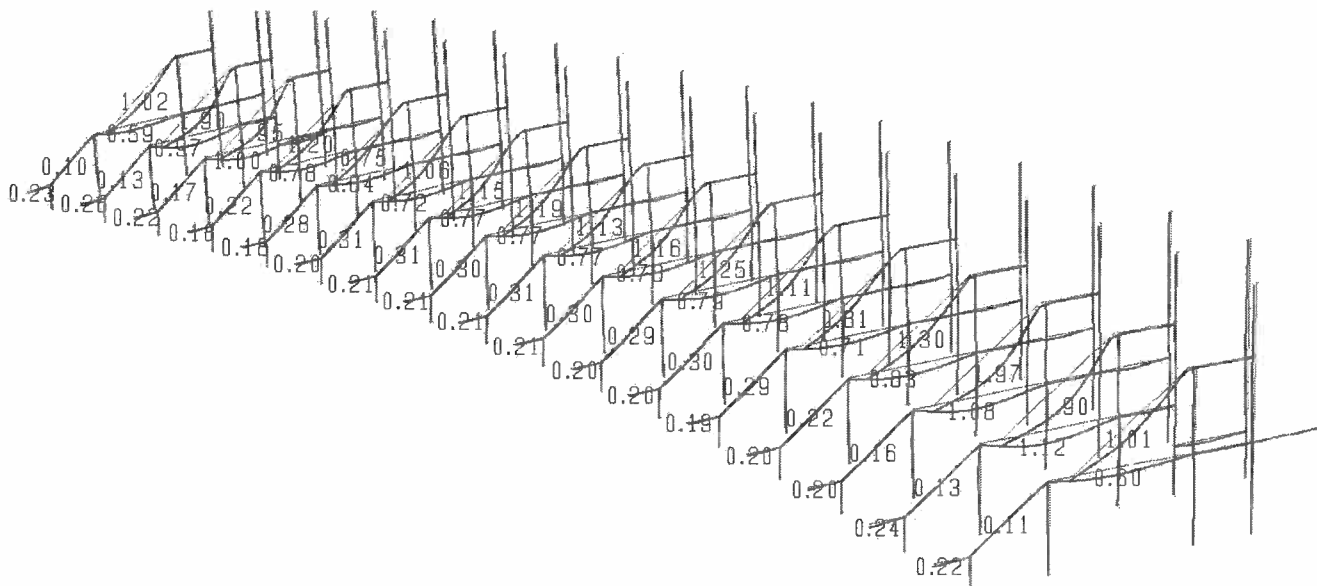


Figura 15 – Abbassamento δ_2 Travi Principali.

Le frecce massime δ_2 che leggiamo in figura 15 nella mezzeria delle trave per ogni campata sono rispettivamente:

$$\begin{aligned} \delta_{rara} &= 0.26 \text{ cm} < \delta_2 = 0.53 \text{ cm}; \\ \delta_{rara} &= 0.31 \text{ cm} < \delta_2 = 1.42 \text{ cm}; \\ \delta_{rara} &= 1.12 \text{ cm} < \delta_2 = 2.20 \text{ cm}; \\ \delta_{rara} &= 1.97 \text{ cm} < \delta_2 = 2.14 \text{ cm}. \end{aligned}$$

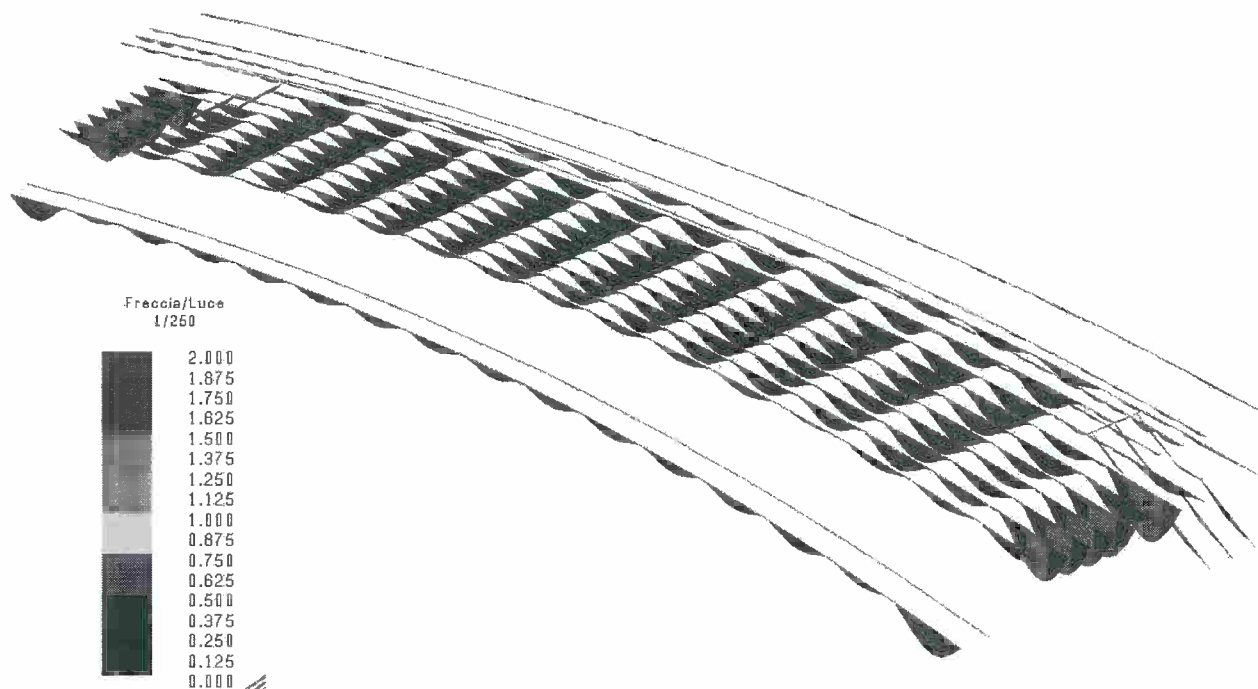


Figura 16 – Verifica di deformabilità per le travi secondarie - δ_{\max} .

Per le Travi secondarie si riporta la mappa a colori dei rapporti frecce/luci i cui limiti di deformazione sono quelli indicati sopra. Le mappe sono state ricavate considerando la combinazione di carico RARA per la verifica di δ_{max} ed una combinazione carico di tipo RARA con i soli carichi variabili per la verifica di δ_2 (Figg. 15,16).

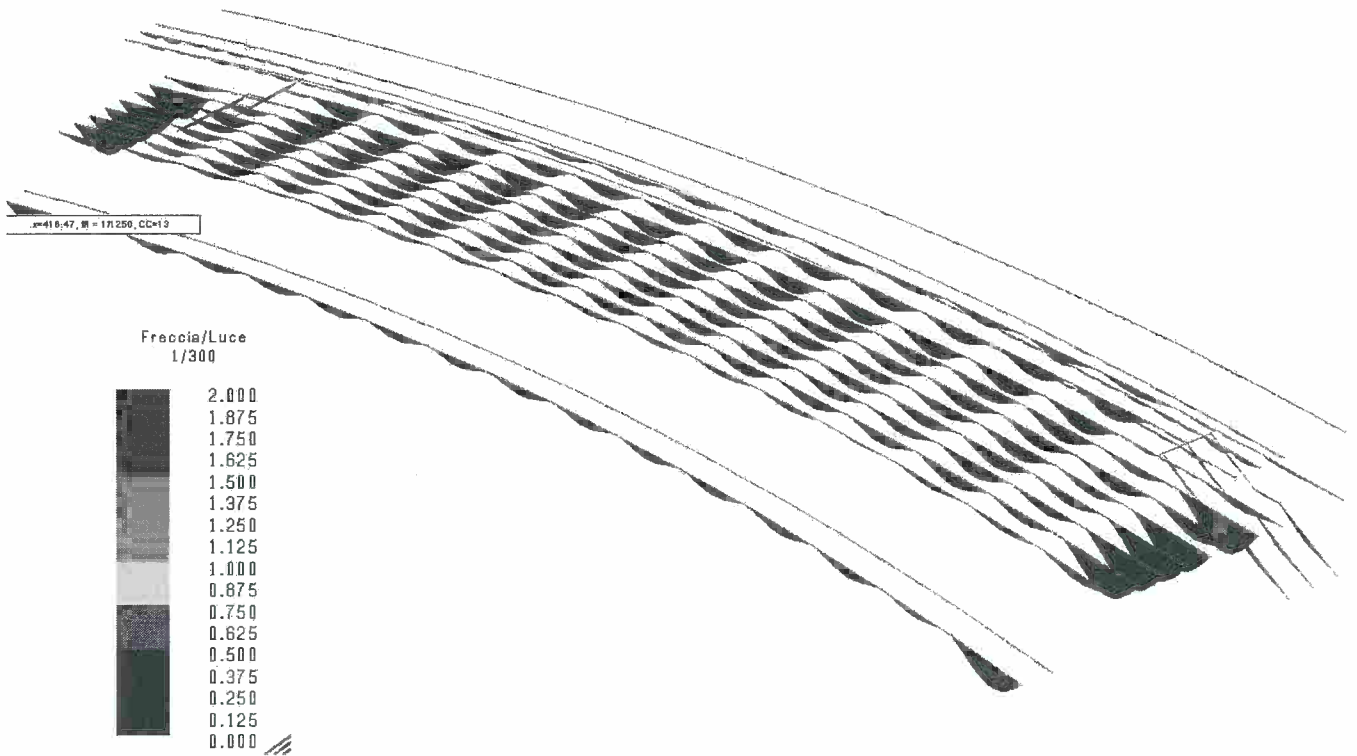


Figura 17 – Verifica di deformabilità per le travi secondarie - δ_2 .

La copertura presenta uno sbalzo di 13 m quindi i limiti per la verifica di deformabilità sono:

$$\delta_{max} \leq 6.5 \text{ cm} \quad - \quad \delta_2 \leq 5.2 \text{ cm}$$

Le frecce massime δ_{max} che leggiamo in figura 17 nella mezzeria delle trave per ogni campata sono rispettivamente:

$$\delta_{rara} = 4.8 \text{ cm} < \delta_{max} = 6.5 \text{ cm}$$

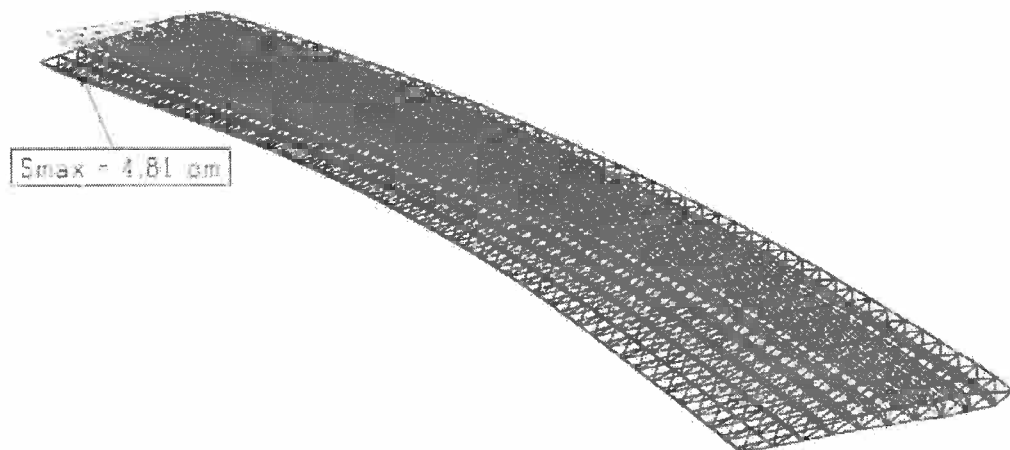


Figura 18 – Abbassamento δ_{max} Copertura.

Le frecce massime δ_2 che leggiamo in figura 14 nella mezzeria delle trave per ogni campata sono rispettivamente:

$$\delta_{rara}=2.6 \text{ cm} < \delta_2=5.2 \text{ cm}$$

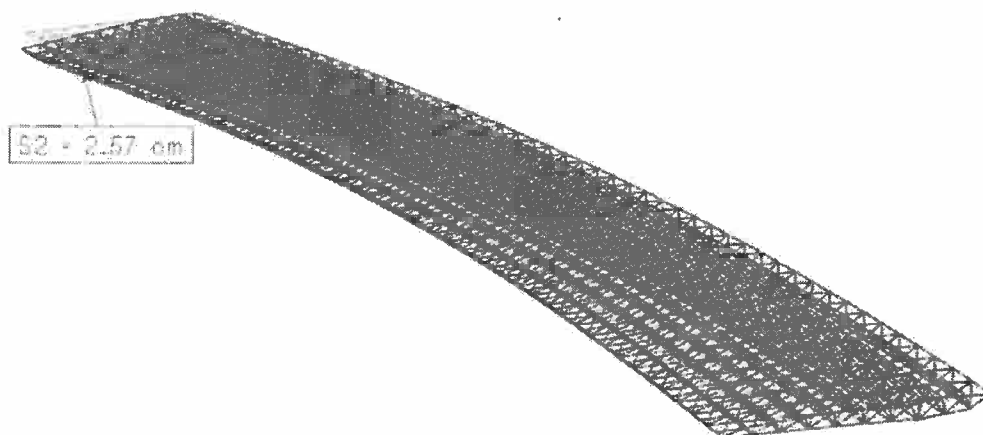


Figura 19 – Abbassamento δ_2 Copertura.

2.2.2 VERIFICHE ALLO SLO

Le verifiche per lo SLO riguardano il contenimento del danno agli elementi non strutturali, in particolare come da normativa al par. 7.3.7.2: “Per le costruzioni in classe d’uso III e IV si deve verificare che l’azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione”.

Per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa lo spostamento d’interpiano deve essere inferiore a $d_r < 0,0033$.

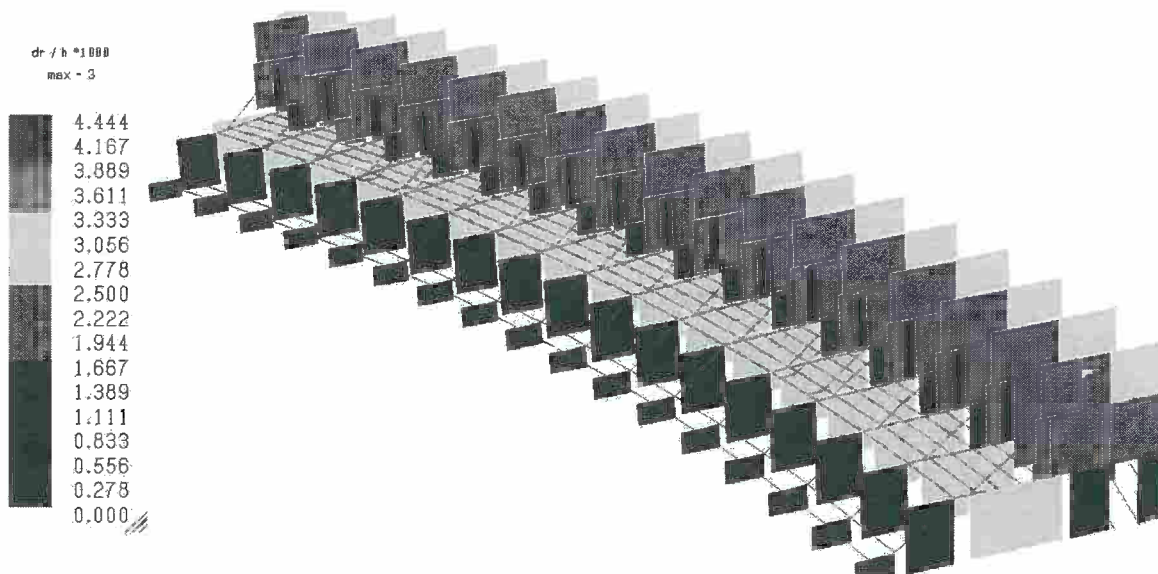


Figura 20 – Spostamenti d’interpiano.

Come da normativa al par. 7.3.7.3: “Per le costruzioni ricadenti in classe d’uso III e IV, si deve verificare che gli spostamenti strutturali o le accelerazioni ... [omissis] ... prodotti dalle azioni relative allo SLO non siano tali da produrre interruzioni d’uso degli impianti stessi”.

Si evidenzia che gli spostamenti degli impalcati delle tribune sono tali da non produrre interruzioni d’uso degli impianti idrici, elettrici e di riscaldamento.

2.2.3 VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLD

Si riportano i tabulati di calcolo relativi alle verifiche per i diversi elementi strutturali ottenuti per spettro SLD definito per fattore $\eta=2/3$ (coefficiente di smorzamento $\xi=17,27\%$).

2.2.3.1 Pilastri

Tutte le verifiche allo SLD per i pilastri in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

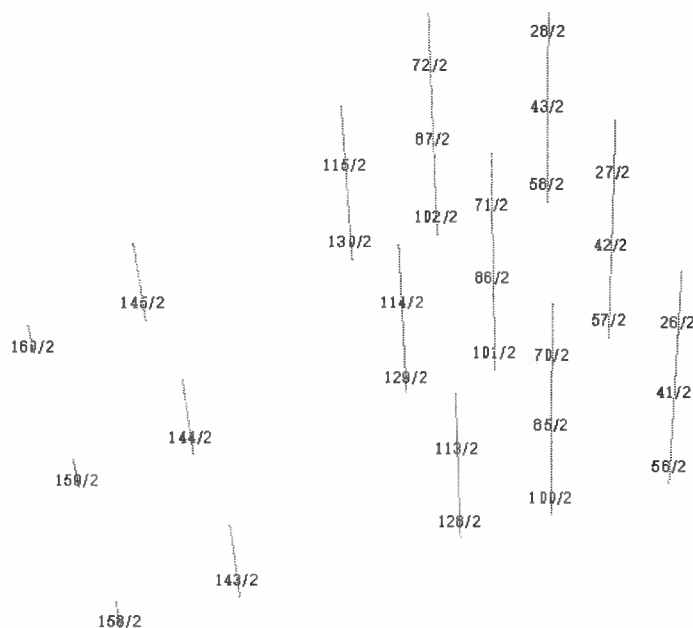


Figura 21 – Numerazione Pilastri.

2.2.3.2 Travi

Tutte le verifiche allo SLD per gli elementi trave in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Per motivi si è ritenuto opportuno riportare solo le verifiche relative alle travi maggiormente sollecitati, ovvero quelli nella zona relativa agli sky box.

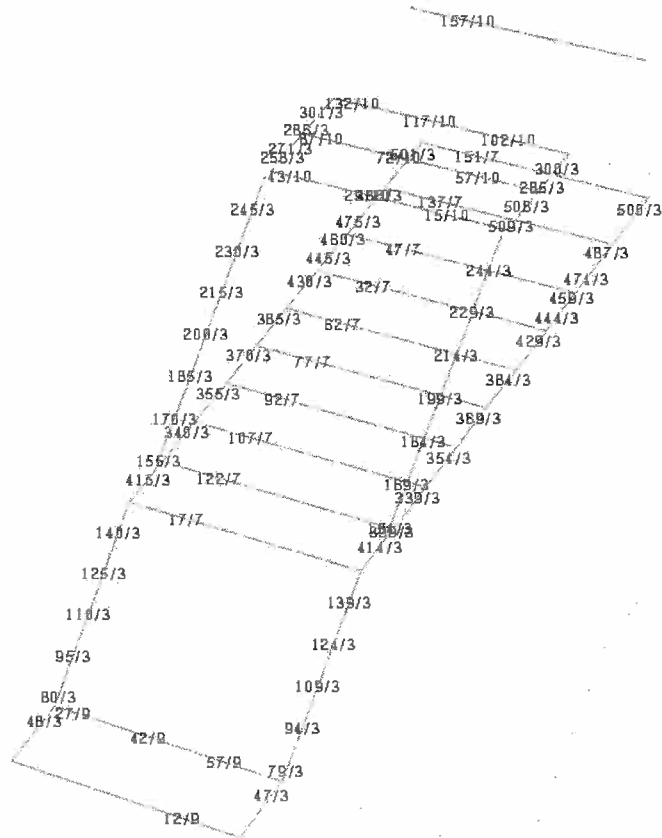


Figura 22 – Numerazione Travi

2.2.3.3 Struttura reticolare spaziale: aste superiori

Tutte le verifiche allo SLD per le aste superiori della copertura reticolare spaziale in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato **"Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA"** per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Si riportano le verifiche delle aste dove è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

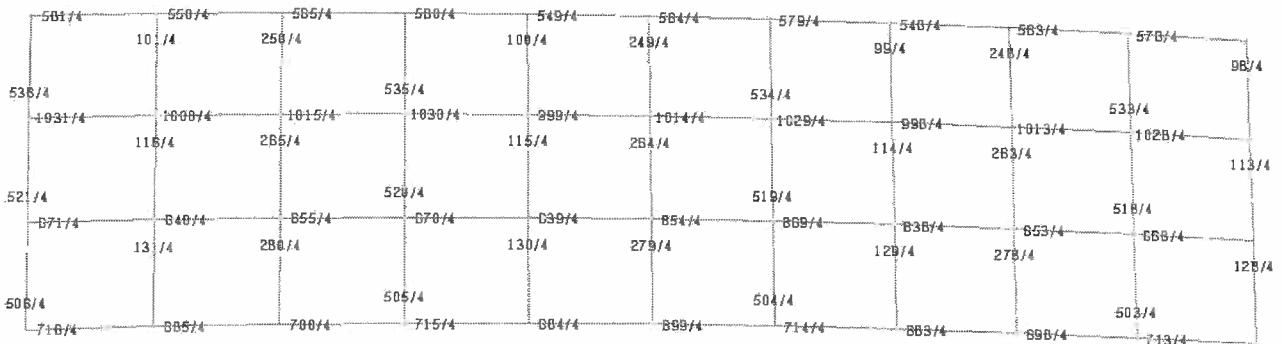


Figura 23 – Numerazione aste superiori di copertura

2.2.3.4 Struttura reticolare spaziale: aste inferiori

Tutte le verifiche allo SLD per le aste inferiori della copertura reticolare spaziale in acciaio risultano

soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato **"Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA"** per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Si riportano le verifiche delle aste dove è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

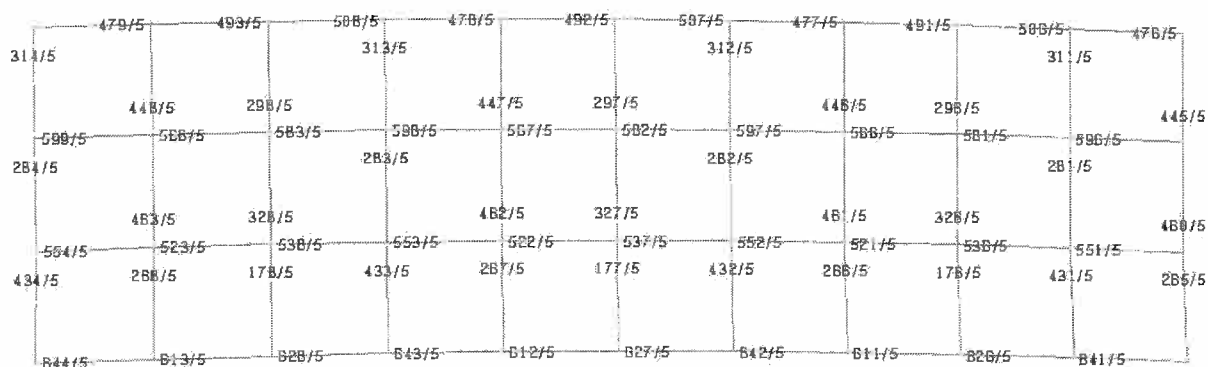


Figura 24 – Numerazione aste inferiori di copertura

2.2.3.5 Struttura reticolare spaziale: aste diagonali

Tutte le verifiche allo SLD per le aste diagonali della copertura reticolare spaziale in acciaio risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato **"Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA"** per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Si riportano le verifiche delle aste dove è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici.

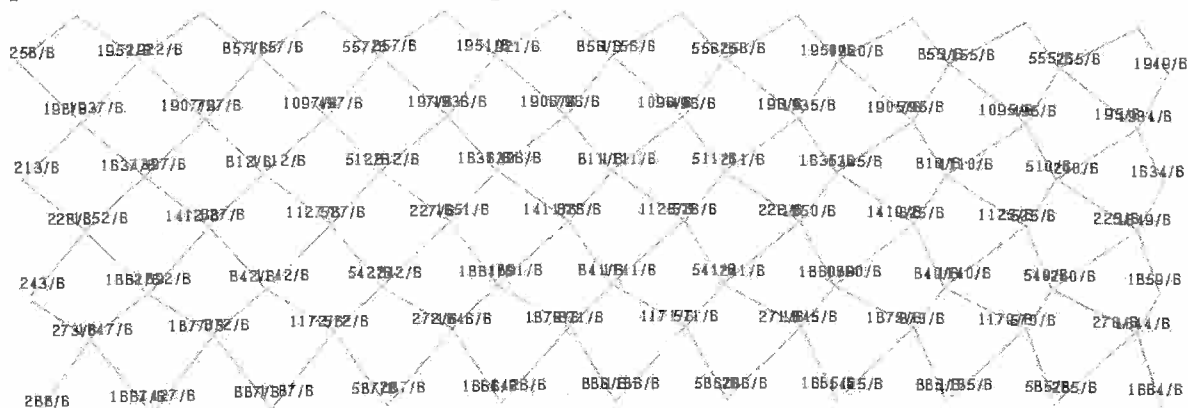


Figura 25 – Numerazione aste diagonali di copertura.

2.2.3.6 Sky Box

Tutte le verifiche allo SLD per gli elementi dello sky box risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato **"Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA"** per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

Per motivi pratici si riportano solo le verifiche di una parte dello sky box.

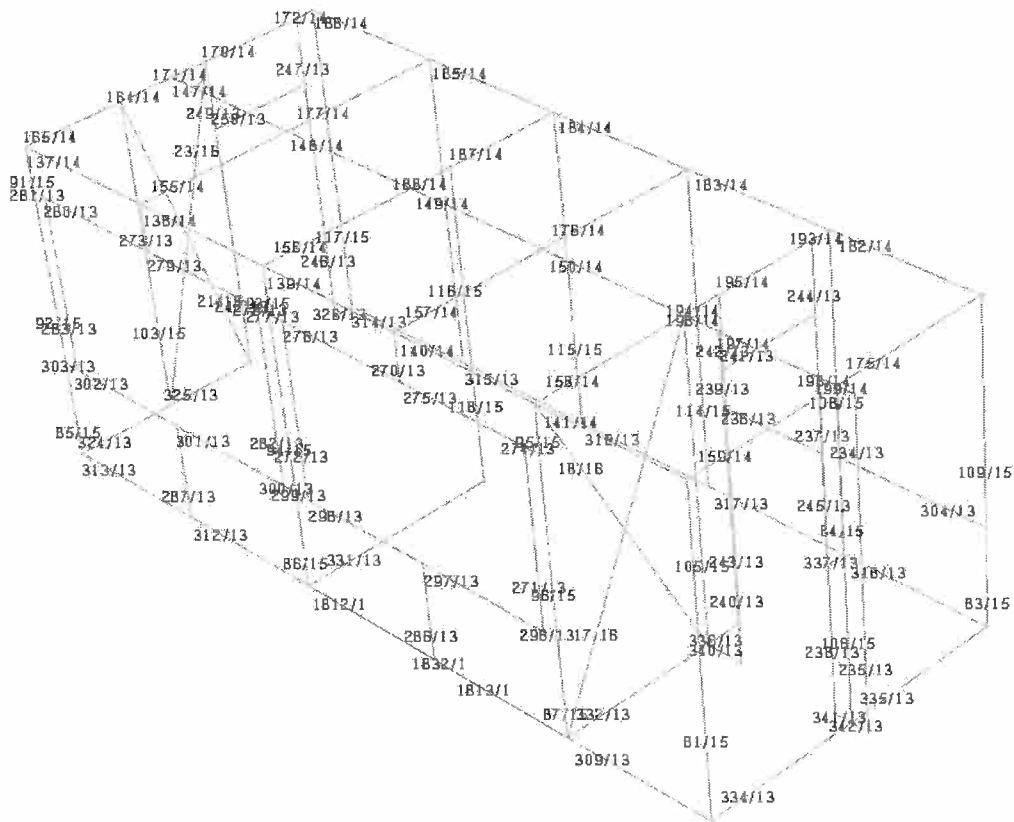
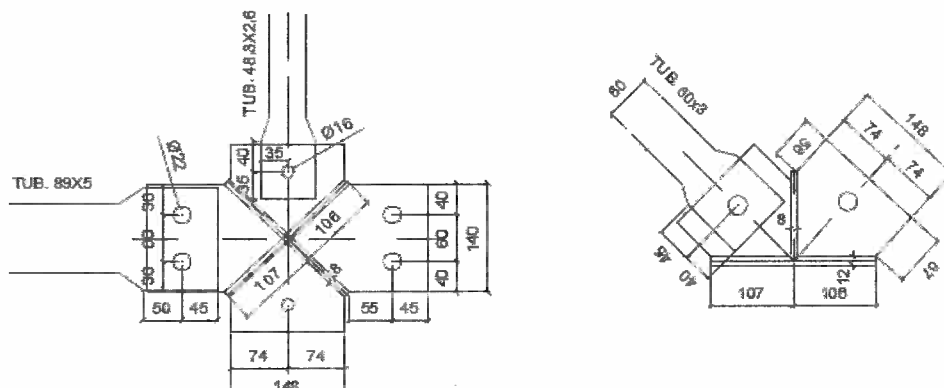


Figura 26 – Numerazione elementi Sky Box.

2.3 VERIFICA GIUNTI

STRUTTURA SPAZIALE



- Tub. 88,9x5

Dati: $N_{max} = 20000 \text{ daN}$

Taglio:

$$\tau = \frac{F}{A_{res}} = \frac{20000}{2 \cdot 3,03} = 3300 \text{ daN/cm}^2 < f_{vRd} = 3800 \text{ daN/m}^2$$

Rifollamento Lamiera

$$\sigma_{rif} = \frac{F}{n \cdot t \cdot d} = \frac{20000}{2 \cdot 1,2 \cdot 2,2} = 3787 \text{ kg} < \frac{k \cdot \alpha \cdot f_t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 4300}{1,25} \text{ daN} \cong 5500 \text{ kg}$$

Rifollamento Tubolare

$$\sigma_{rif} = \frac{F}{n \cdot t \cdot d} = \frac{20000}{2 \cdot 1,0 \cdot 2,2} = 4545 \text{ kg} < \frac{k \cdot \alpha \cdot f_t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 4300}{1,25} \cong 5500 \text{ daN}$$

- Tub. 60x3

Dati: Nmax = 8000 daN

Taglio:

$$\tau = \frac{F}{A_{res}} = \frac{8000}{4,52} = 1769 \text{ daN/cm}^2 < f_{vRd} = 3800 \text{ daN/m}^2$$

Rifollamento Lamiera

$$\sigma_{rif} = \frac{F}{n \cdot t \cdot d} = \frac{8000}{2,4 \cdot 0,8} = 4166 \text{ kg} < \frac{k \cdot \alpha \cdot f_t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 4300}{1,25} \text{ daN} \cong 5500 \text{ kg}$$

Rifollamento Tubolare

$$\sigma_{rif} = \frac{F}{n \cdot t \cdot d} = \frac{8000}{0,6 \cdot 2,4} = 5500 \text{ kg} < \frac{k \cdot \alpha \cdot f_t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 4300}{1,25} \text{ daN} \cong 5500 \text{ daN}$$

- Tub. 76x3

Dati: Nmax = 8500 daN

Taglio:

$$\tau = \frac{F}{A_{res}} = \frac{8500}{2 \cdot 1,92} = 2200 \text{ daN/cm}^2 < f_{vRd} = 3800 \text{ daN/m}^2$$

Rifollamento Lamiera

$$\sigma_{rif} = \frac{F}{n \cdot t \cdot d} = \frac{8500}{2 \cdot 1,8 \cdot 0,8} = 2951 \text{ kg} < \frac{k \cdot \alpha \cdot f_t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 4300}{1,25} \text{ daN} \cong 5500 \text{ kg}$$

Rifollamento Tubolare

$$\sigma_{rif} = \frac{F}{n \cdot t \cdot d} = \frac{8500}{2 \cdot 1,8 \cdot 0,6} = 3900 \text{ kg} < \frac{k \cdot \alpha \cdot f_t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 4300}{1,25} \text{ daN} \cong 5500 \text{ daN}$$

Risultati in ordine progressivo

Colonna-Fondazione

Colonna: Gruppo = 2 Elemento = 106 Nodo = 2020 Cc D=40.6 s=0.799999 S 275 (Fe 430)

[Verifica] Banca n. 0: Banche generali AMV

Assi locali piastra

N = -79440.00 daN

Ty = 1400.00 daN My = 993320.25 daN*cm

Tz = -2810.00 daN Mz = 334906.00 daN*cm

Per le sollecitazioni di ogni c.c. riferirsi ai risultati dell'analisi strutturale.

[Verifica piastra di base] (S 275 (Fe 430), Rck 300)

D=606 s=20 Tipologia n. 2 A = 50

[Verifica cls]

Verifica cls: I.R. = 0.36

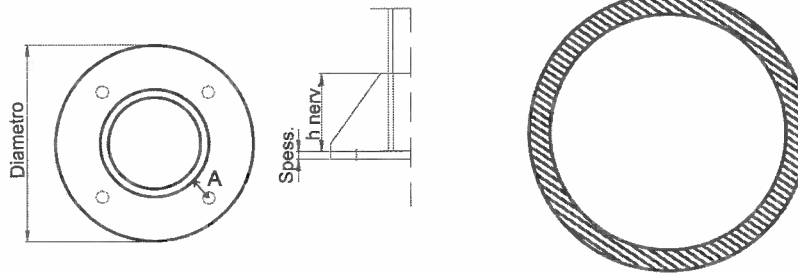
Verifica piastra: $\Sigma \sigma_{id} = 2685.0 \text{ daN/cm}^2$ I.R. = 0.93
 [Verifica tirafondo] (S 235 (Fe 360))
 Numero 8 tirafondi: Diam. tirafondo = 24 (mm)
 Rosetta: Diam. = 85 Spessore = 15 (mm)
 Fvb,Rd = 5862.97 daN Ft,Rd = 8794.45 daN I.R. = 0.62
 [Verifica nervature]

Numero 8 nervature superiori: h=150 sp=8 (mm)
 $\Sigma \sigma = 1087.5 \text{ daN/cm}^2$ I.R. = 0.4

[Verifica saldatura profilo]
 Saldatura a completa penetrazione: verificata
 $\Sigma \sigma_{id} = 1204.3 \text{ daN/cm}^2$ I.R. = 0.46

[Verifica saldatura nervature superiori]
 Alt. gola = 5 (mm) Tens par. = 813.4 daN/cm² Tens perp. = 933.1 daN/cm² I.R. = 0.72

[Resistenza del nodo]
 Modalità di collasso: vedi [Verifica piastra]



Colonna-Fondazione

Colonna: Gruppo = 2 Elemento = 161 Nodo = 1436 HEA 200 S 275 (Fe 430)

[Verifica] Banca n. 0: Banche generali AMV

Assi locali piastra

N = -12700.00 daN

Ty = -1348.00 daN My = 320356.03 daN*cm

Tz = 4058.04 daN Mz = -125499.95 daN*cm

Per le sollecitazioni di ogni c.c. riferirsi ai risultati dell'analisi strutturale.

[Verifica piastra di base] (S 275 (Fe 430), Rck 300)

450x450x15 Tipologia n. 3 A = 330 B = 330 (mm)

[Verifica cls]

Verifica cls: I.R. = 0.27

Verifica piastra: $\Sigma \sigma_{id} = 1556.7 \text{ daN/cm}^2$ I.R. = 0.59

[Verifica tirafondo] (S 235 (Fe 360))

Numero 4 tirafondi: Diam. tirafondo = 24 (mm)

Rosetta: Diam. = 69 Spessore = 10 (mm)

Fvb,Rd = 5862.97 daN Ft,Rd = 8794.45 daN I.R. = 0.45

[Verifica nervature]

Nervature superiori: h=150 sp=10 (mm)

$\Sigma \sigma = 905.7 \text{ daN/cm}^2$ I.R. = 0.3

[Verifica saldatura profilo]

Saldatura a completa penetrazione: verificata

Lunghezza1: 200 (mm) Lunghezza2: 134 (mm)

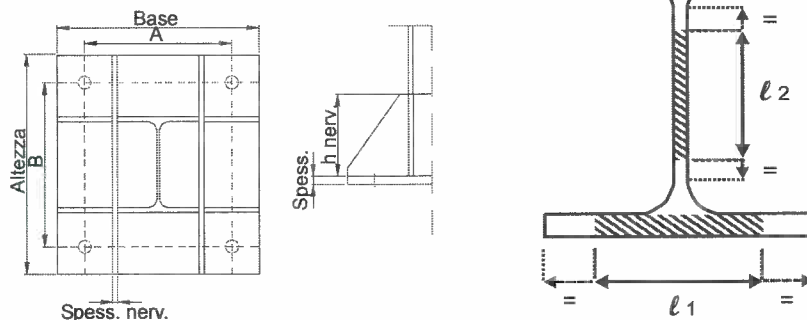
$\Sigma \sigma_{id} = 2518.3 \text{ daN/cm}^2$ I.R. = 0.96

[Verifica saldatura nervature superiori]

Alt. gola = 7 (mm) Tens par. = 298.3 daN/cm² Tens perp. = 476.4 daN/cm² I.R. = 0.30

[Resistenza del nodo]

Modalità di collasso: nessuna, situazione più gravosa [saldatura colonna-piastra]



Colonna-Fondazione

Colonna: Gruppo = 2 Elemento = 146 Nodo = 1438 HEA 240 S 275 (Fe 430)

[Verifica] Banca n. 0: Banche generali AMV

Assi locali piastra

N = -36170.00 daN
 Ty = -3492.00 daN My = -293300.00 daN*cm
 Tz = -1349.42 daN Mz = 436900.03 daN*cm
 Per le sollecitazioni di ogni c.c. riferirsi ai risultati dell'analisi strutturale.

[Verifica piastra di base] (S 275 (Fe 430), Rck 300)
 500x500x15 Tipologia n. 3 A = 380 B = 380 (mm)

[Verifica cls]

Verifica cls: I.R. = 0.24
 Verifica piastra: Sigma id = 1352.3 daN/cm² I.R. = 0.52

[Verifica tirafondo] (S 235 (Fe 360))

Numero 4 tirafondi: Diam. tirafondo = 24 (mm)
 Rosetta: Diam. = 34 Spessore = 2 (mm)
 Fvb,Rd = 5862.97 daN Ft,Rd = 8794.45 daN I.R. = 0.16

[Verifica nervature]

Nervature superiori: h=150 sp=10 (mm)
 Sigma = 1548.5 daN/cm² I.R. = 0.6

[Verifica saldatura profilo]

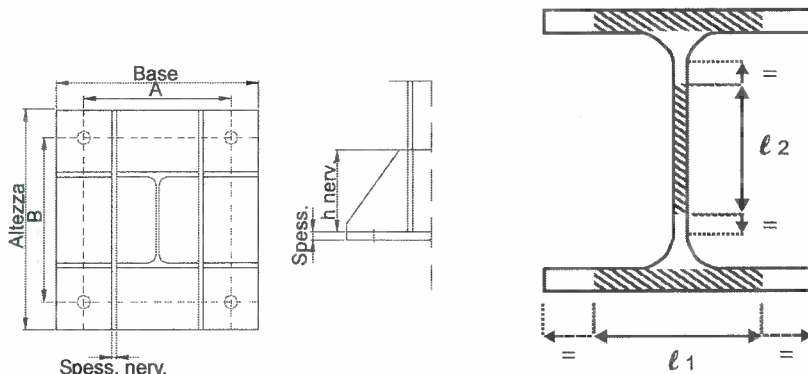
Saldatura a completa penetrazione: verificata
 Lunghezza1: 240 (mm) Lunghezza2: 164 (mm)
 Sigma id = 1516.9 daN/cm² I.R. = 0.58

[Verifica saldatura nervature superiori]

Alt. gola = 7 (mm) Tens par. = 451.8 daN/cm² Tens perp. = 559.9 daN/cm² I.R. = 0.41

[Resistenza del nodo]

Modalità di collasso: nessuna, situazione più gravosa [nervature superiori]



Trave-Colonna (flangia)

Colonna: Gruppo = 2 Elemento = 146 HEA 240
 Trave: Gruppo = 3 Elemento = 420 IPE 400 S 275 (Fe 430)

[Verifica] Banca n. 0: Banche generali AMV
 N = -3580.00 daN T (taglio massimo) = -24510.00 daN Mmax neg. = -1957000.00 daN*cm M torcente = -8631.81 daN*cm

Per le sollecitazioni di ogni c.c. riferirsi ai risultati dell'analisi strutturale.

[Verifica flangia] (S 275 (Fe 430))

Flangia tipo 1: 180x400x18 A = 100 B = 280 C = 60 (mm)
 n. 2 file intermedie di bulloni per infittimento
 Diam. bulloni M24 Incremento foro: 2.0 (mm) (Classe 8.8)

[Resistenza zona a taglio]

F,Rd = 34213.0 daN (resistenza anima colonna)

[Resistenza zona a compressione]

F,Rd = 30838.3 daN (resistenza anima colonna)

[Resistenza zona a trazione]

[Seconda fila di bulloni]

F,Rd = 23696.6 daN (resistenza ala colonna)

F,Rd = 34016.4 daN (resistenza flangia di estremità)

F,Rd = 30761.2 daN (resistenza anima colonna)

F,t2,Rd,ult = 23696.6 daN (resistenza efficace seconda fila)

[Momento resistente]

Mj,Rd = 789688.8 daN*cm

[Rigidità rotazionale] (calcolata per N trascurabile)

S,j = 243257152.0 daN*cm/rad (rigidità del giunto)

[Resistenza assiale profilo]

Npl,Rd = 221309.5 daN |N| <= 0.05 Npl,Rd (trascurabile)

[Verifica a taglio del nodo]

F,v,Rd = 13724.6 daN (resistenza dei bulloni a taglio)

F,t,Rd = 20587.0 daN (resistenza dei bulloni a trazione)

I.R. = 0.86

[Verifica di rifollamento]

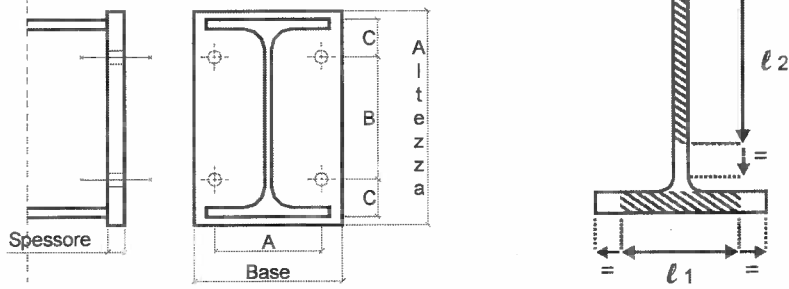
F,b,Rd = 28578.5 daN (resistenza a rifollamento)

I.R. = 0.11

[Verifica saldatura profilo]

Saldatura a completa penetrazione: verificata

Lunghezza1: 180 (mm) Lunghezza2: 331 (mm)
 Sigma id = 2178.7 daN/cm² I.R. = 0.83



Trave-Colonna (flangia)

Colonna: Gruppo = 2 Elemento = 145 **HEA 240**
 Trave: Gruppo = 3 Elemento = 139 **IPE 300** S 275 (Fe 430)

[Verifica] Banca n. 0: Banche generali AMV
 N = 5591.00 daN T (taglio massimo) = -5723.00 daN Mmax neg. = -1037000.00 daN*cm M torcente = 1493.15 daN*cm
 Per le sollecitazioni di ogni c.c. riferirsi ai risultati dell'analisi strutturale.

[Verifica flangia] (S 275 (Fe 430))
 Flangia tipo 1: 150x360x15 A = 78 B = 240 C = 60 (mm)
 n. 1 file intermedie di bulloni per infittimento
 Diam. bulloni M20 Incremento foro: 2.0 (mm) (Classe 8.8)

[Resistenza zona a taglio]
 F,Rd = 34213.0 daN (resistenza anima colonna)

[Resistenza zona a compressione]
 F,Rd = 29331.8 daN (resistenza anima colonna)

[Resistenza zona a trazione]
 [Seconda fila di bulloni]
 F,Rd = 21141.9 daN (resistenza ala colonna)
 F,Rd = 23926.5 daN (resistenza flangia di estremità)
 F,Rd = 21183.6 daN (resistenza anima colonna)
 F,t2,Rd,ult = 21141.9 daN (resistenza efficace seconda fila)

[Momento resistente]
 Mj,Rd = 496094.9 daN*cm

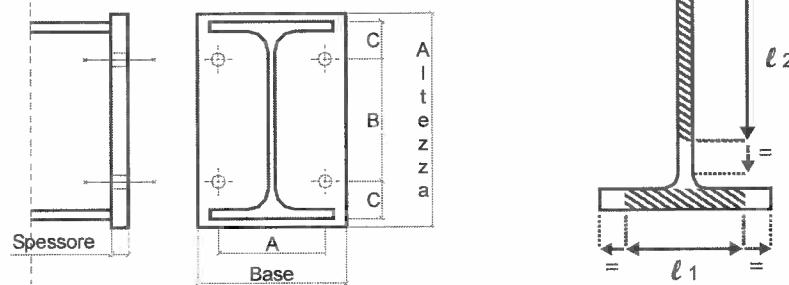
[Rigidità rotazionale] (calcolata per N trascurabile)
 S,j = 194478048.0 daN*cm/rad (rigidità del giunto)

[Resistenza assiale profilo]
 Npl,Rd = 140904.8 daN |N| <= 0.05 Npl,Rd (trascurabile)

[Verifica a taglio del nodo]
 F,v,Rd = 9525.6 daN (resistenza dei bulloni a taglio)
 F,t,Rd = 14288.4 daN (resistenza dei bulloni a trazione)
 I.R. = 0.88

[Verifica di rifollamento]
 F,b,Rd = 23454.5 daN (resistenza a rifollamento)
 I.R. = 0.04

[Verifica saldatura profilo]
 Saldatura a completa penetrazione: verificata
 Lunghezza1: 150 (mm) Lunghezza2: 249 (mm)
 Sigma id = 2078.7 daN/cm² I.R. = 0.79



3 VERIFICHE DELLA STRUTTURA IN FONDAZIONE

Si riportano in via grafica le sole verifiche svolte di alcuni elementi dove, per gli elementi per i quali gli esiti dell'elaborazioni sono favorevoli assumono una colorazione verde.

3.1 VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE AGLI SLV

Tutte le verifiche allo SLV per gli elementi della platea di fondazione in c.a. risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

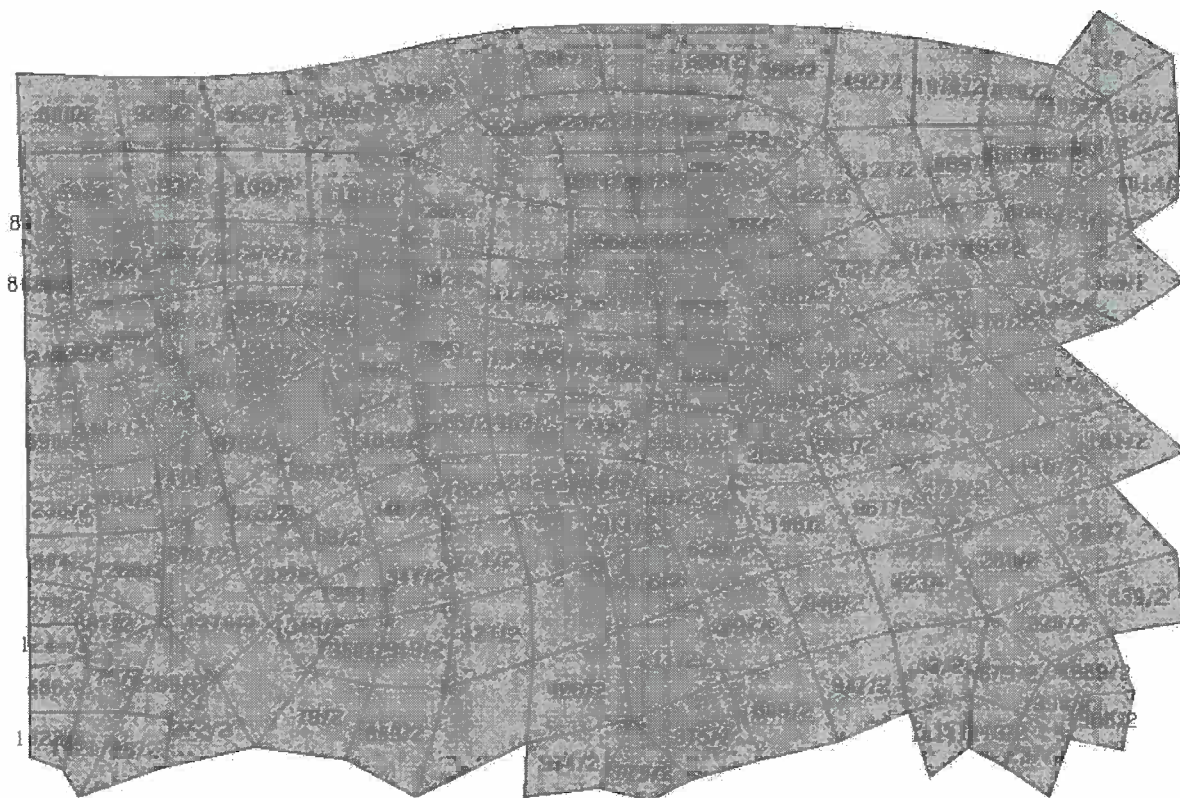


Figura 27 – Numerazione gusci platea

3.2 VERIFICA PLATEA DI FONDAZIONE AGLI SLE

Tutte le verifiche allo SLE per gli elementi della platea di fondazione in c.a. risultano soddisfatte (colorazione verde); si rimanda all'allegato "Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA" per la completezza dei risultati delle verifiche relative agli elementi evidenziati nella figura sottostante.

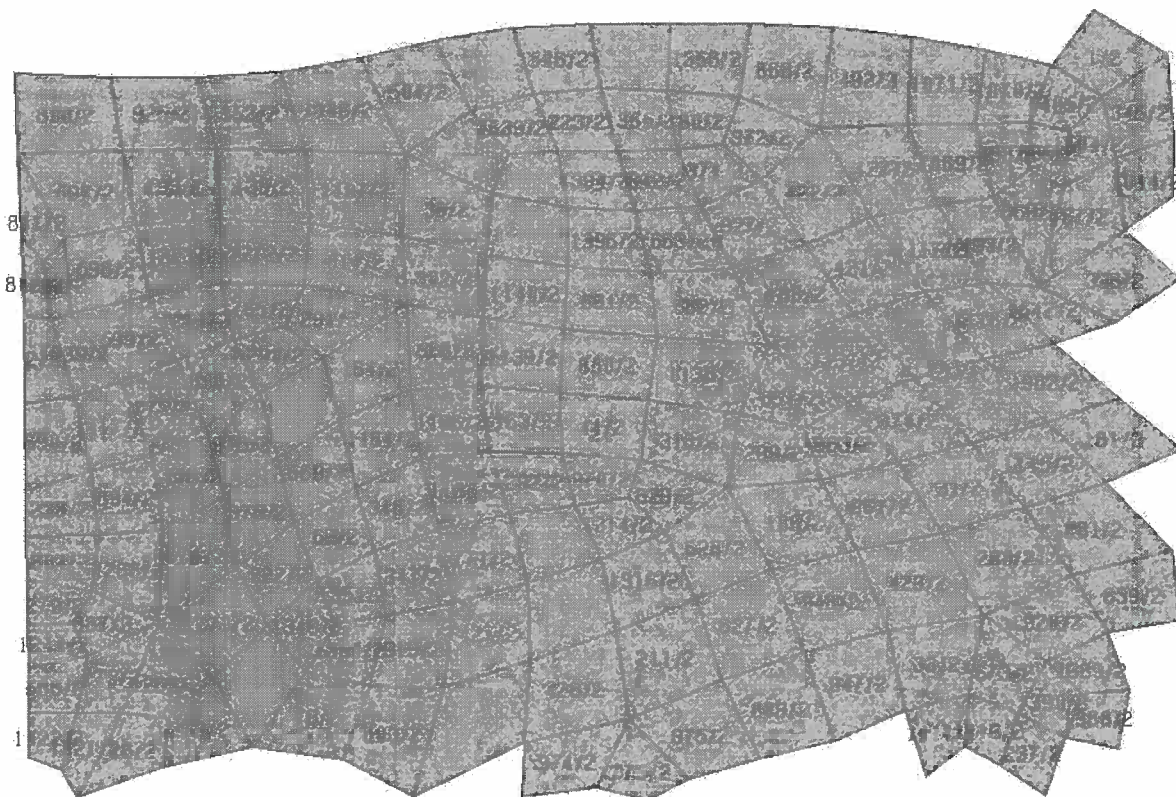


Figura 28 – Numerazione gusci platea.

4 CONCLUSIONI

La progettazione e tutte le verifiche effettuate sugli elementi strutturali sono state eseguite con il supporto del software di calcolo agli elementi finiti **MASTERSAP – AMV SOFTWARE HOUSE** concesso in uso con regolare licenza n° 27003 all'ing. **Vincenzo Nunziata**. Le verifiche sono state soddisfatte con ottimi risultati, nel senso che tutte le sollecitazioni sui materiali risultano inferiori a quelle limiti prefissate, per cui la struttura risponde bene al sisma di calcolo per la zona in oggetto.

Le azioni sismiche sono state applicate alla struttura in conformità alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008) e gli elementi sono stati verificati con il metodo agli stati limite. Tutte le verifiche effettuate hanno dato esito positivo.

BARLETTA LI

IL PROGETTISTA STRUTTURALE

IN ALLEGATO

Tabulato dei calcoli – CORPO TRIBUNA

