0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	TRESSO	BERTERO	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario
Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Hydrodata S.p.A.
Ing. Roberto Bertero
Ord. Ingg. Torino N° 7570L



Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr. ----

Codice elaborato: BIS2E - H - ALV01 - RE02 - 0

Oggetto della tavola

OPERE IN ALVEO

OPERA DI SBARRAMENTO

Relazione di calcolo passerelle di servizio

Scala

Data: NOVEMBRE 2017

Codice FILE: BIS2E-H-ALV01-RE02-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 GENERALITA' 2
2 NORMATIVA VIGENTE 3
3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO 3
3.1 Acciaio per passerella in carpenteria metallica 3
3.2 Acciaio per barre di armatura 3
3.3 Calcestruzzo soletta impalcato 4
4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE 4
5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI 7
6 PARAMETRI SISMICI 8
7 METODO DI CALCOLO PASSERELLE DI SERVIZIO ALL'OPERA DI SBARRAMENTO 9
8 ALLEGATO 1 10
Passerelle di servizio 10

1 GENERALITA'

La presente relazione di calcolo strutturale è relativa alla realizzazione delle **Passerelle di servizio poste superiormente all'Opera di sbarramento** nell'ambito del progetto esecutivo "Secondo lotto dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno in Comune di Genova".

Nello specifico vengono riportate nel seguito le analisi e le verifiche dei seguenti manufatti facenti parte dell'opera sopraccitata, in condizioni statiche e sismiche, in accordo alle vigenti normative NTC 2008:

- **N°3+3 Passerelle di servizio** in carpenteria metallica, aventi dimensioni massime in pianta 15.60 x 6.0 m, con struttura portante costituita da n°5 travi doppie accoppiate IPE 600, di luce di calcolo massima 14.10 m, poste in opera con interasse 1.14 m, con controventi verticali ad L accoppiati 60x6 mm posti in opera con interasse 2.82 m e controventi di piano ad L accoppiati 80x8 mm, completamente saldata, e posizionata su appoggi in gomma armata tipo ELASTOFIP EF 50-5 HIGH o equivalenti. La soletta carrabile della passerella ha spessore 15 cm ed è resa collaborante con la struttura portante inferiore in carpenteria metallica mediante piolatura Φ16 mm ed altezza 100 mm posti in opera con interasse 300 mm.
  (Allegato 1)

Nel seguito si riportano le analisi e le verifiche, eseguite con il metodo degli stati limite, in condizioni statiche e dinamiche delle opere in oggetto, attraverso la modellazione agli elementi finiti tridimensionale.

I manufatti non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.

Il Comune di Genova dove è localizzato l'intervento, è sismico di tipo 3.

2 NORMATIVA VIGENTE

• D.M. 14 gennaio 2008 – " Nuove Norma Tecniche per le costruzioni"

• Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – " Istruzioni per l'applicazione delle " Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

• UNI EN 1992 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato

• UNI EN 1993 - Progettazione delle strutture in acciaio

• UNI EN 1997 - Progettazione geotecnica

• UNI EN 1998 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO

3.1 Acciaio per passerella in carpenteria metallica

Acciaio tipo S275 dove:

- f_{tk} = tensione di rottura = 430 N/mm^2
- f_{yk} = tensione di snervamento = 275 N/mm^2
- f_{yd} = tensione di calcolo = f_{yk} : γ_M = 275 : 1.05 = 261.90 N/mm^2
- E = modulo elastico = 210000 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.3'
- α = coefficiente di espansione termica lineare = 12 x 10^{-6} °C^{-1}
- ρ = densità = 78,50 kN/m^3
- Viti e bulloni = classe 8.8
- Saldature a completa penetrazione

3.2 Acciaio per barre di armatura

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm^2
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm^2
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = 450 : 1.15 = 391.30 N/mm^2
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = f_{bk}:γ_c = 5.755 : 1.5 = 3.837 N/mm^2
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = 2.25 x η x f_{ctk} = 2.25 x 1.0 x 2.558 = 5.755 N/mm^2

3.3 Calcestruzzo soletta impalcato

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/mm^2
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = f_{ck} + 8 = 41.2 N/mm^2
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 3.09 N/mm^2
- f_{cfm} = resistenza a trazione per flessione = 1.2 f_{ctm} = 3.72 N/mm^2
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33642.78 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC4
- Copriferro ≥ 50 mm

4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

Le opere in progetto risultano essere di classe d'uso IV

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

ed è di tipo 3 *(grandi opere)*

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

con vita nominale ≥ 100 anni, C_U = coefficiente d'uso = 2.0, V_R = vita di riferimento = C_U x V_N = 200 anni.

Al fine di classificare gli elementi strutturali dal punto di vista delle caratteristiche costruttive, facendo riferimento alla norma UNI 1090, in vigore dal 1° luglio 2014, si classifica la struttura in oggetto secondo una matrice di valutazione dei rischi composta da fattori legati a:

SC: Rischi connessi all'esercizio della struttura;

PC: Rischi connessi alla costruzione della struttura;

CC: Importanza dei danni derivanti dall'uso della struttura;

SC: Rischi connessi all'esercizio della struttura;

Categoria	Criterio
SC1	• Strutture e componenti progettati solo per azioni quasi-statiche (ad es.: edifici). • Strutture e componenti con i loro sistemi di giunzione progettati per azioni sismiche in aree con bassa attività sismica ed in DCL * • Strutture e componenti progettati per sollecitazioni a fatica derivanti da gru (classe S_0)**
SC2	• Strutture e componenti progettati per sollecitazioni a fatica secondo EN 1993 (ad es.: ponti ferroviari e stradali, gru (classe da S1 a S9)**, strutture soggette a vibrazioni dovute al vento, al sovraffollamento a alla presenza di macchine rotanti). • Strutture e componenti con i loro sistemi di giunzione progettati per azioni sismiche in aree con media ed alta attività sismica ed in DCM * e DCH*

*DCL, DCM, DCH: classe di duttilità secondo EN 1998-1
** Per la classificazione delle sollecitazioni di fatica delle gru, vedere EN 1001-3 e EN 130001-1

PC: Rischi connessi alla costruzione della struttura

Categoria	Criterio
PC1	• Componente senza saldature fabbricato con prodotti di acciaio qualsiasi grado. • Componente con saldature fabbricato con prodotti di acciaio con caratteristiche inferiori al grado S355.
PC2	• Componente con saldature fabbricato con prodotti di acciaio di grado S355 e superiore. • Componenti fondamentali per l'integrità strutturale che vengono assemblati in cantiere mediante saldatura • Componenti ottenuti per formatura a caldo o sottoposti a trattamenti termico durante la lavorazione. • Componenti reticolari a sezione circolare cava - CHS - richiedenti taglio del profilo terminale.

CC: Importanza dei danni derivanti dall'uso della struttura;

Classe	Danno	Esempi di edifici ed opere di ingegneria civile
CC3	Danni elevati per perdita di vite umane, o conseguenze economiche, sociali e ambientali molto gravi	Tribune, edifici pubblici ove le conseguenze di un crollo sono molto gravi (ad es. sala da concerto)
CC2	Danni medi per perdita di vite umane, o conseguenze economiche, sociali e ambientali considerevoli	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici dove i danni per crollo sono medi (es. edificio per uffici)
CC1	Danni bassi per perdita di vite umane, o conseguenze economiche, sociali e ambientali trascurabili	Edifici agricoli dove le persone normalmente non entrano (es.. magazzini), serre.

Sulla base dei rischi identificati, si può classificare la struttura, sulla base delle linee guida dell'EN 1090, come **EXC4**

Classificazione del danno		CC1		CC2		CC3	
Esercizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Costruzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I terreni caratterizzanti le opere in oggetto, riportati all'interno della sezione geologica BIS2E-R-SDB01-SZ02-0, sono caratterizzati cautelativamente dai seguenti parametri geotecnici:

- **Riporto antropico**
  $\gamma = 19.0$ kN/m^3
  $\Phi_{res} = 28°$
  c = 0.0 kPa
  E = 30 MPa

- **Ghiaia alluvionale**
  $\gamma = 19.0$ kN/m^3
  $\Phi_{res} = 36°$
  c = 0.0 kPa
  E = 50 MPa

- **Coltre limoso-argillosa**
  $\gamma = 19.0$ kN/m^3
  $\Phi_{res} = 32°$
  c = 0.0 kPa
  E = 80 MPa

- **Cappellaccio di alterazione**
  $\gamma = 22.0$ kN/m^3
  $\Phi = 45°$
  c = 100.0 kPa
  E = 400 MPa

- **Substrato (Flysch Antola compatto)**
  $\gamma = 22.0$ kN/m^3
  $\Phi = 45°$
  c = 250.0 kPa
  E = 1200 MPa

Ai fini del dimensionamento delle strutture definitive si assume un livello di falda posto ad una quota di +39.0 mslm. Mentre per il dimensionamento del tappo di fondo in condizione provvisionale si è posta la falda a quota +38.0 mslm.

6 PARAMETRI SISMICI

L'azione dell'azione sismica di progetto viene effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "*Accelerazione orizzontale massima al sito"* (a_g), del *"Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione"* (F_o) e del *"Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione"* (T_C) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito.

L'opera strutturale in oggetto è sita nel comune di Genova è in zona sismica di tipo 3, collocata secondo i seguenti valori di posizionamento:

Latitudine : 44°.405

Longitudine : 8°.936

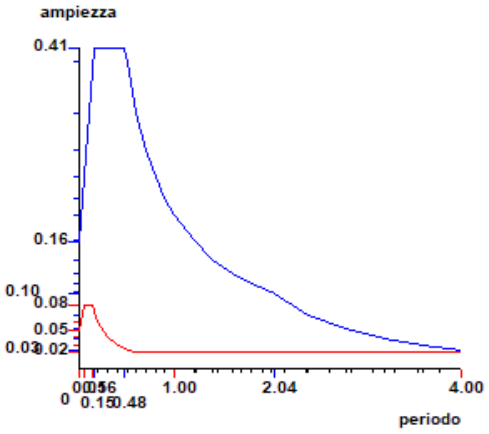
Per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:

P_r = periodo di ritorno = 1898 anni

a_g = accelerazione massima del sito = 0.1092 g

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.52

T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.31



Ai fini della definizione sismica di progetto, sulla base della caratterizzazione geotecnica dei tipo di terreno, ed eseguendo una scelta a favore di sicurezza, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di **tipo "B"** "*depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina*).

7 METODO DI CALCOLO PASSERELLE DI SERVIZIO ALL'OPERA DI SBARRAMENTO

La struttura è stata modellata con il software agli elementi finiti "Mastersap Top 2017" della AMV Software.

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevalente sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Piastre, muri e volte, ovvero elementi di tipo bidimensionale, sono modellati con elementi di tipo shell.

I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidezze nello spazio. Questi elementi consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni travi di fondazione. Al di sotto degli appoggi sono stati modellati appoggi elastici, con coefficienti dedotti dalle schede tecniche degli appoggi adottati.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidezza flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

E' stata impiegata un'analisi dinamica in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 14.01.2008. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.

L'intera struttura delle passerelle di servizio è stata analizzata e verificata in condizioni elastiche applicando al modello un coefficiente di struttura q = 1.0

Si ritiene che il modello utilizzato sia sufficientemente rappresentativo del comportamento reale della struttura.

Sono stati inoltre valutati tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

8 ALLEGATO 1

Passerelle di servizio

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche di una campata della passerella di servizio all'opera di sbarramento, soggetta ai carichi di prima categoria, così come riportato all'interno delle NTC 2008 al capitolo 5.1.3.3.5.

Q_{1k} (Condizione 1) = impronta 75x75 cm in asse a soletta c.a. = 150 / (0.75 x 0.75) = 266.67 kN/m^2

q_{1k} (Condizione 1) = 9.0 kN/m^2

Q_{1k} (Condizione 2) = impronta 70x95 cm in asse a soletta c.a. = 200 / (0.70 x 0.95) = 300.75 kN/m^2.

Peso pacchetto stradale sp. medio 10 cm = 2.85 kN/m^2

Peso cordolo laterale = 17.5 kN/m

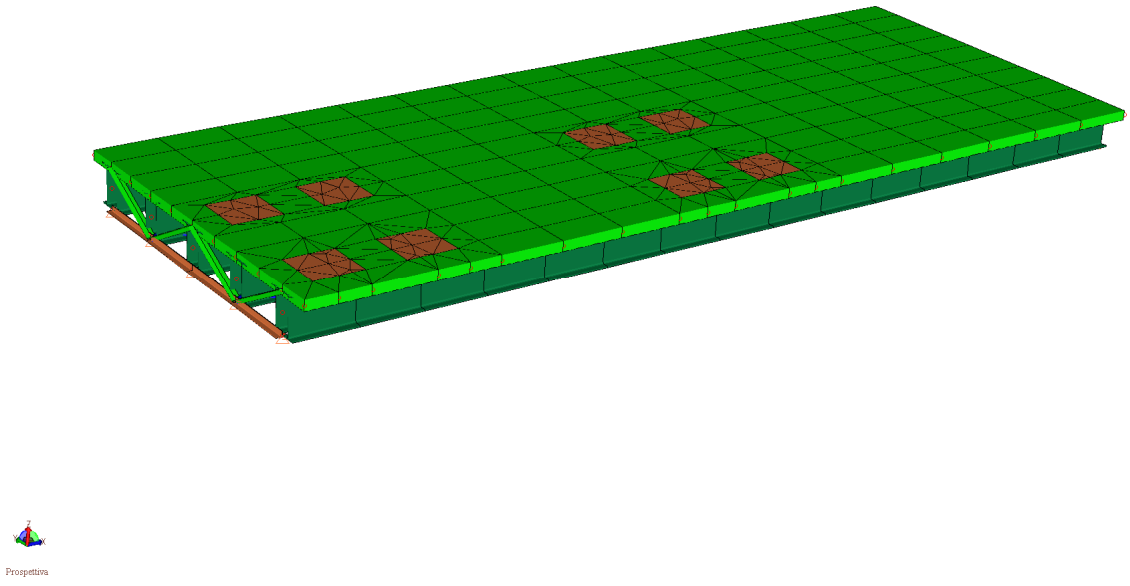


Fig. 8-1: Modello 3D struttura

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	**Passerella servizio sbarramento**
Intestazione del lavoro	**Passerella di servizio**
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
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'	Genova - (GE)
ag/g	0.1092
F0	2.52
Tc	0.31
Categoria del suolo	B
Fattore topografico	1

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	50
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'

PARAMETRI SISMICI

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

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONI A PROFILO DOPPIO

Codice	Codice sezione	Tipo accoppiamento	Distanza	Ali	Lati
1	L 60X 6	__a_'T'__	0.010		
2	L 80X 8	__a_'T'__	0.010		
3	IPE 600		0.300		

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico termico tx

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Temperatura
T +25 C	6	Condizione 5	Eccezionale	25.000000
T -25 C	7	Condizione 6	Eccezionale	-25.000000

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

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

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Peso pavimentazione stradale	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.850000	1.0000	1.0000

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
q1k MEZZ	2	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	9.000000	0.0000	0.0000
Peso cordolo	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	17.500000	1.0000	1.0000
Condizione carico 1 MEZZ	4	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	266.670013	0.0000	0.0000
Condizione di carico 2 MEZZ	5	Condizione 3	Variabile: Autorimesse	300.750000	0.0000	0.0000
Condizione di carico 1 APP	8	Condizione 7	Variabile: Autorimesse	266.670013	0.0000	0.0000
Condizione di carico 2 APP	9	Condizione 8	Variabile: Autorimesse	300.750000	0.0000	0.0000
q1k APP	10	Condizione 9	Variabile: Autorimesse	9.000000	0.0000	0.0000

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.600
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.000
2	Condizione di carico 1 mezzeria	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.350
7	Condizione di carico 2 mezzeria	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 3	1.350
8	Termica +	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Eccezionale	Condizione 5	1.000
			Eccezionale	Condizione 6	1.000
9	Termica -	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Eccezionale	Condizione 6	1.000
10	Scarica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
11	Condizione di carico 1 appoggio	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 7	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 9	1.350
12	Condizione di carico 2 appoggio	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.350
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 8	1.350

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.750
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.400
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.000

TABELLA MASSE ECCITATE

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	1.435e+001	2.284e+000	4.379e-001	0.000e+000
2	1.438e+001	2.289e+000	4.368e-001	0.000e+000
3	2.300e+001	3.660e+000	2.732e-001	0.000e+000
4	7.171e+001	1.141e+001	8.761e-002	0.000e+000
5	1.063e+002	1.691e+001	5.912e-002	0.000e+000
6	1.335e+002	2.124e+001	4.708e-002	0.000e+000
7	1.814e+002	2.887e+001	3.464e-002	0.000e+000
8	1.954e+002	3.111e+001	3.215e-002	0.000e+000
9	2.110e+002	3.359e+001	2.977e-002	0.000e+000
10	2.537e+002	4.038e+001	2.477e-002	0.000e+000
11	2.579e+002	4.105e+001	2.436e-002	0.000e+000
12	2.669e+002	4.248e+001	2.354e-002	0.000e+000
13	2.909e+002	4.630e+001	2.160e-002	0.000e+000
14	3.179e+002	5.059e+001	1.977e-002	0.000e+000
15	3.360e+002	5.347e+001	1.870e-002	0.000e+000
16	3.455e+002	5.499e+001	1.818e-002	0.000e+000
17	3.570e+002	5.682e+001	1.760e-002	0.000e+000
18	3.661e+002	5.826e+001	1.716e-002	0.000e+000
19	3.750e+002	5.969e+001	1.675e-002	0.000e+000
20	3.966e+002	6.313e+001	1.584e-002	0.000e+000
21	4.082e+002	6.497e+001	1.539e-002	0.000e+000
22	4.237e+002	6.743e+001	1.483e-002	0.000e+000
23	4.470e+002	7.114e+001	1.406e-002	0.000e+000
24	4.683e+002	7.454e+001	1.342e-002	0.000e+000
25	4.759e+002	7.574e+001	1.320e-002	0.000e+000
26	4.910e+002	7.814e+001	1.280e-002	0.000e+000
27	5.009e+002	7.972e+001	1.254e-002	0.000e+000
28	5.041e+002	8.023e+001	1.246e-002	0.000e+000
29	5.051e+002	8.039e+001	1.244e-002	0.000e+000
30	5.509e+002	8.768e+001	1.140e-002	0.000e+000
31	5.513e+002	8.774e+001	1.140e-002	0.000e+000
32	5.518e+002	8.783e+001	1.139e-002	0.000e+000
33	5.662e+002	9.011e+001	1.110e-002	0.000e+000
34	5.822e+002	9.265e+001	1.079e-002	0.000e+000
35	5.873e+002	9.347e+001	1.070e-002	0.000e+000
36	5.953e+002	9.474e+001	1.055e-002	0.000e+000
37	6.125e+002	9.748e+001	1.026e-002	7.094e-028

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
38	6.228e+002	9.913e+001	1.009e-002	1.045e-026
39	6.371e+002	1.014e+002	9.862e-003	9.522e-024
40	6.458e+002	1.028e+002	9.729e-003	3.656e-022
41	6.473e+002	1.030e+002	9.707e-003	7.078e-022
42	6.514e+002	1.037e+002	9.646e-003	2.170e-022
43	6.683e+002	1.064e+002	9.402e-003	1.599e-020
44	6.720e+002	1.070e+002	9.350e-003	2.335e-019
45	6.919e+002	1.101e+002	9.081e-003	4.829e-018
46	6.965e+002	1.109e+002	9.021e-003	1.800e-017
47	7.065e+002	1.124e+002	8.893e-003	1.642e-016
48	7.090e+002	1.128e+002	8.862e-003	3.058e-016
49	7.170e+002	1.141e+002	8.763e-003	1.958e-016
50	7.291e+002	1.160e+002	8.618e-003	4.039e-014

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	-4.500e-002	9.805e+000
2	-9.805e+000	-4.508e-002
3	-2.654e-002	3.154e-002
4	9.425e-007	-4.443e-005
5	1.904e-005	-6.517e-006
6	7.537e-006	-1.250e-005
7	2.012e-006	-3.080e-006
8	-1.413e-005	-1.185e-005
9	-2.846e-006	2.157e-006
10	-7.125e-006	4.578e-005
11	-3.014e-006	-3.580e-006
12	-4.907e-006	6.542e-006
13	8.635e-007	8.152e-006
14	1.999e-007	2.659e-005
15	-5.132e-005	2.785e-002
16	-2.616e-006	-5.739e-005
17	4.378e-006	-1.335e-004
18	-1.351e-006	3.816e-005
19	-8.902e-007	-2.532e-005
20	-4.266e-006	1.621e-005
21	2.330e-006	-9.507e-006
22	-3.681e-006	-2.471e-005
23	6.556e-008	4.436e-006
24	2.430e-006	-1.456e-005
25	-1.571e-006	-1.730e-005
26	5.107e-007	3.447e-006
27	8.678e-007	5.944e-006
28	3.818e-007	2.913e-006
29	3.533e-008	-1.915e-006
30	-1.505e-005	3.026e-005
31	3.166e-005	-4.832e-005
32	7.044e-006	-1.139e-005
33	-3.270e-007	-7.419e-006
34	1.300e-007	1.729e-005
35	7.162e-007	-1.256e-005
36	-2.966e-007	8.495e-006
37	-1.418e-007	-1.165e-005
38	1.291e-007	-1.800e-005
39	-2.927e-007	2.603e-006
40	-1.319e-005	4.926e-005
41	2.454e-007	-2.761e-007
42	5.147e-007	-4.741e-009

Modo	Direz.X	Direz.Y
43	1.091e-006	-9.782e-006
44	3.195e-007	-9.189e-006
45	-8.859e-007	2.523e-005
46	3.351e-007	2.130e-006
47	-3.067e-007	-3.804e-005
48	6.865e-007	-2.066e-005
49	-6.050e-008	1.962e-007
50	2.115e-007	2.351e-006

MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+3.89e-004	0	+2.05e+001	46	+1.05e-010	0
Progressiva	+3.89e-004	0	+2.05e+001	46	+1.05e-010	0
Modo: 2	+2.05e+001	46	+4.72e-004	0	+5.03e-013	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.05e+001	46	+1.06e-010	0
Modo: 3	+4.16e-002	0	+1.27e-001	0	+2.26e-010	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+3.32e-010	0
Modo: 4	+1.45e-009	0	+3.48e-009	0	+6.63e+000	15
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+6.63e+000	15
Modo: 5	+6.59e-009	0	+4.89e-008	0	+5.39e-005	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+6.63e+000	15
Modo: 6	+2.31e-008	0	+1.40e-008	0	+2.99e+000	7
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+9.63e+000	22
Modo: 7	+2.18e-009	0	+1.76e-009	0	+7.90e-001	2
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.04e+001	23
Modo: 8	+9.13e-009	0	+2.43e-007	0	+1.13e-001	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.05e+001	24
Modo: 9	+9.15e-009	0	+7.44e-007	0	+3.62e+000	8
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.42e+001	32
Modo: 10	+1.55e-008	0	+1.77e-006	0	+2.90e-003	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.42e+001	32
Modo: 11	+5.11e-008	0	+3.48e-007	0	+2.09e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.42e+001	32
Modo: 12	+2.39e-007	0	+1.43e-006	0	+7.15e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.43e+001	32
Modo: 13	+6.48e-008	0	+5.01e-007	0	+1.49e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.43e+001	32
Modo: 14	+9.59e-009	0	+3.51e-008	0	+5.87e-001	1
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.49e+001	33
Modo: 15	+2.23e-002	0	+3.81e-004	0	+2.09e-006	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.49e+001	33
Modo: 16	+1.03e-007	0	+2.09e-006	0	+1.49e+000	3
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.63e+001	37
Modo: 17	+4.22e-007	0	+4.38e-007	0	+3.89e-001	1
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.67e+001	38
Modo: 18	+1.06e-007	0	+3.37e-009	0	+2.27e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.68e+001	38
Modo: 19	+6.26e-009	0	+7.96e-008	0	+6.75e-001	2
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.74e+001	39
Modo: 20	+2.57e-010	0	+4.82e-007	0	+4.67e-001	1
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.79e+001	40
Modo: 21	+1.87e-008	0	+8.55e-008	0	+4.57e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.79e+001	40
Modo: 22	+1.12e-007	0	+1.02e-007	0	+1.83e-003	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.79e+001	40
Modo: 23	+1.68e-008	0	+8.86e-007	0	+2.35e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.80e+001	41
Modo: 24	+2.34e-008	0	+5.74e-006	0	+7.18e-003	0

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.80e+001	41
Modo: 25	+2.20e-007	0	+7.51e-007	0	+7.23e-001	2
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.87e+001	42
Modo: 26	+1.86e-007	0	+5.36e-007	0	+1.82e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.87e+001	42
Modo: 27	+2.09e-007	0	+1.25e-006	0	+8.42e-002	0
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.88e+001	42
Modo: 28	+8.20e-008	0	+7.17e-007	0	+2.98e-001	1
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+1.91e+001	43
Modo: 29	+3.51e-011	0	+8.58e-007	0	+1.93e+000	4
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+2.10e+001	47
Modo: 30	+1.23e-002	0	+1.54e-004	0	+7.34e-001	2
Progressiva	+2.05e+001	46	+2.06e+001	46	+2.18e+001	49
Modo: 31	+5.12e-002	0	+5.45e-004	0	+7.75e-002	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.18e+001	49
Modo: 32	+2.28e-003	0	+1.77e-005	0	+4.98e-001	1
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.23e+001	50
Modo: 33	+9.83e-006	0	+1.26e-006	0	+4.67e-002	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.24e+001	50
Modo: 34	+7.58e-006	0	+9.62e-007	0	+5.22e-002	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.24e+001	51
Modo: 35	+6.03e-006	0	+4.14e-007	0	+2.53e-002	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.25e+001	51
Modo: 36	+5.86e-006	0	+4.87e-007	0	+5.08e-003	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.25e+001	51
Modo: 37	+1.24e-006	0	+2.75e-006	0	+9.22e-002	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.26e+001	51
Modo: 38	+7.26e-006	0	+6.27e-008	0	+1.71e-001	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.27e+001	51
Modo: 39	+3.33e-008	0	+2.61e-008	0	+3.51e-005	0
Progressiva	+2.06e+001	46	+2.06e+001	46	+2.27e+001	51
Modo: 40	+1.31e-001	0	+9.31e-004	0	+2.76e-004	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.27e+001	51
Modo: 41	+3.24e-005	0	+4.85e-007	0	+5.84e-001	1
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.33e+001	53
Modo: 42	+1.62e-006	0	+1.79e-007	0	+1.47e-001	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.35e+001	53
Modo: 43	+1.00e-008	0	+9.27e-008	0	+2.14e-002	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.35e+001	53
Modo: 44	+1.90e-007	0	+7.03e-007	0	+8.49e-002	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.36e+001	53
Modo: 45	+1.91e-007	0	+2.22e-005	0	+3.68e-001	1
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.39e+001	54
Modo: 46	+3.33e-008	0	+3.43e-008	0	+6.97e-004	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.39e+001	54
Modo: 47	+5.04e-006	0	+7.79e-007	0	+6.30e-002	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.40e+001	54
Modo: 48	+9.47e-007	0	+4.28e-007	0	+2.72e-002	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.40e+001	54
Modo: 49	+1.09e-008	0	+7.34e-008	0	+4.17e-003	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.40e+001	54
Modo: 50	+1.54e-006	0	+2.80e-005	0	+1.33e-001	0
Progressiva	+2.07e+001	47	+2.06e+001	46	+2.42e+001	54

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+4.44e+001	+4.44e+001	+4.44e+001

Sollecitazioni e verifiche elementi di carpenteria metallica

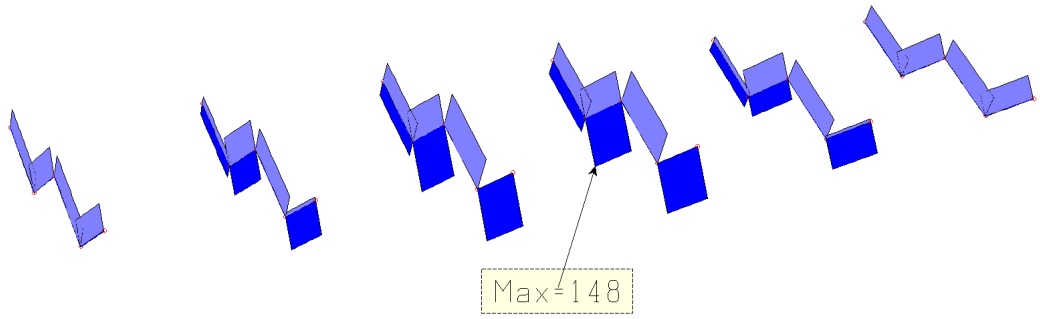


Fig. 8-2: Sollecitazioni normali Fx controventi L 60x6 [kN]

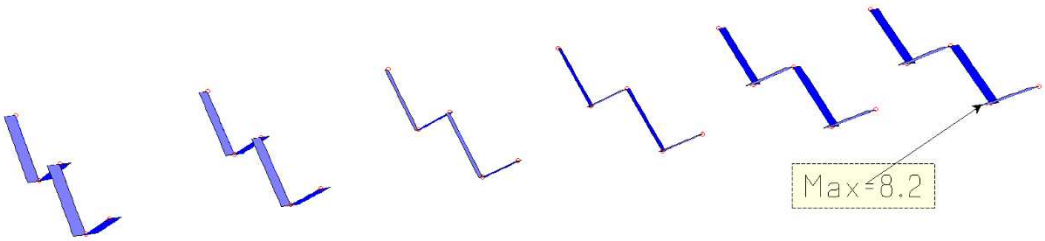


Fig. 8-3: Sollecitazioni di taglio Fz controventi L 60x6 [kN]

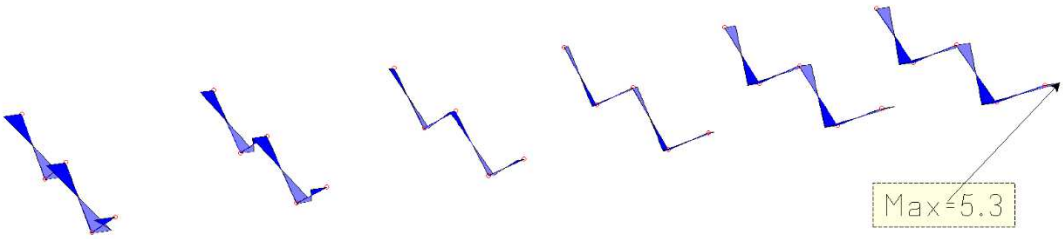


Fig. 8-4: Sollecitazioni di momento flettente My controventi L 60x6 [kNm]



Fig. 8-5: Sollecitazioni normali Fx controventi orizzontali[kN]

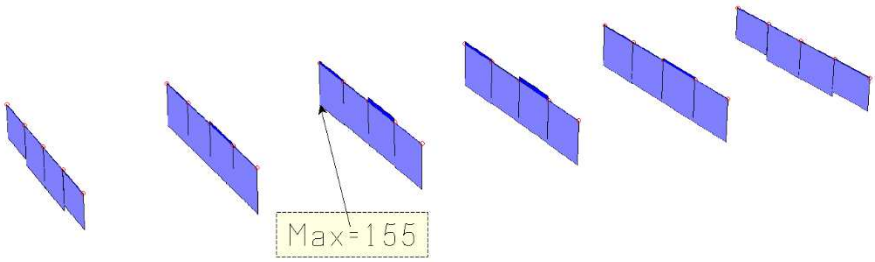


Fig. 8-6: Sollecitazioni normali Fx controventi traversi inferiori L 80x8 [kN]

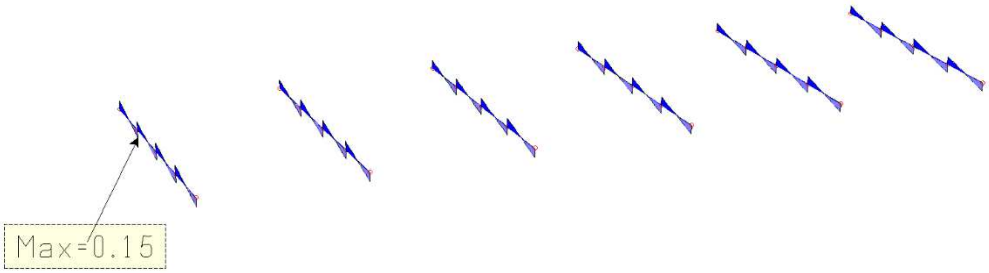


Fig. 8-7: Sollecitazioni di taglio Fy traversi inferiori L 80x8 [kN]

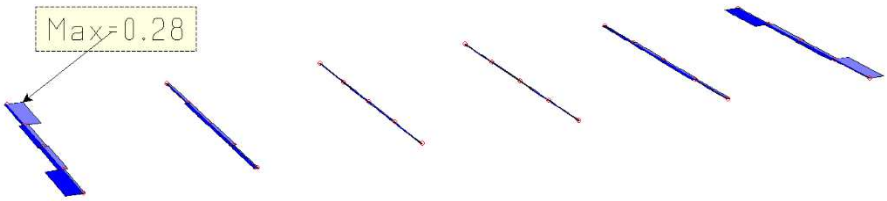


Fig. 8-8: Sollecitazioni di taglio Fz traversi inferiori L 80x8 [kN]

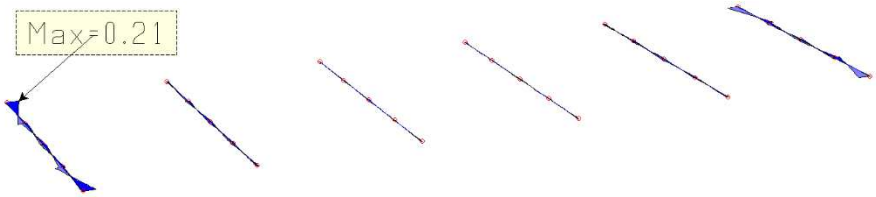


Fig. 8-9: Sollecitazioni di momento flettente My traversi inferiori L 80x8 [kNm]

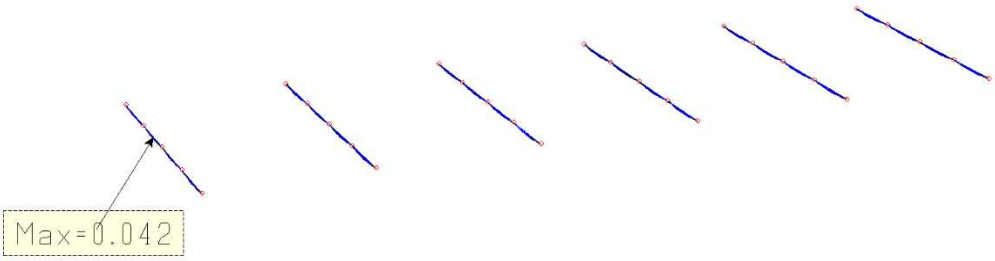


Fig. 8-10: Sollecitazioni di momento flettente Mz traversi inferiori L 80x8 [kNm]

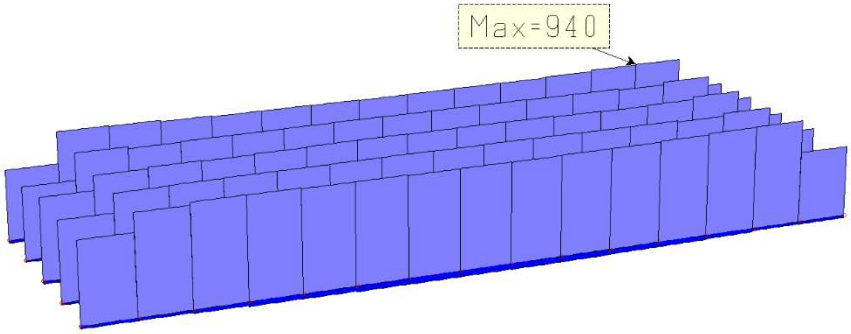


Fig. 8-11: Sollecitazioni normali Fx travi principali IPE 600 [kN]

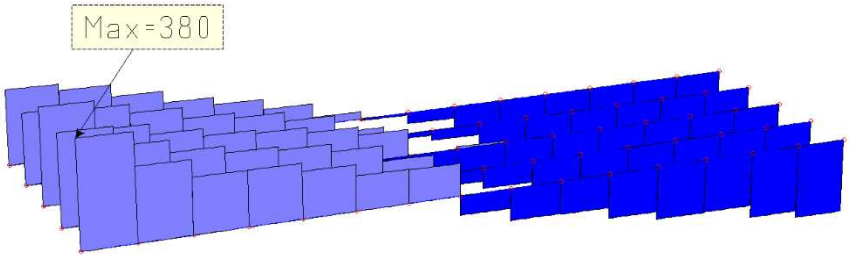


Fig. 8-12: Sollecitazioni di taglio Fy travi principali IPE 600 [kN]

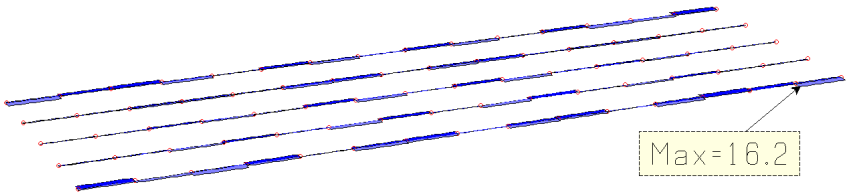


Fig. 8-13: Sollecitazioni di taglio Fz travi principali IPE 600 [kN]

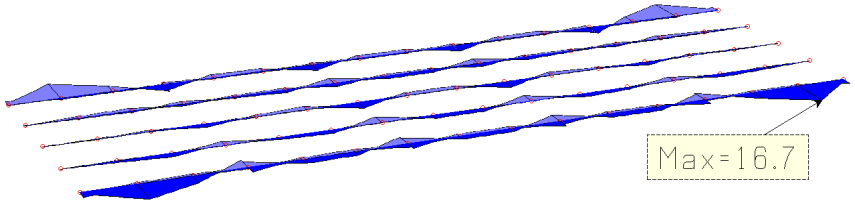


Fig. 8-14: Sollecitazioni di momento flettente My travi principali IPE 600 [kNm]

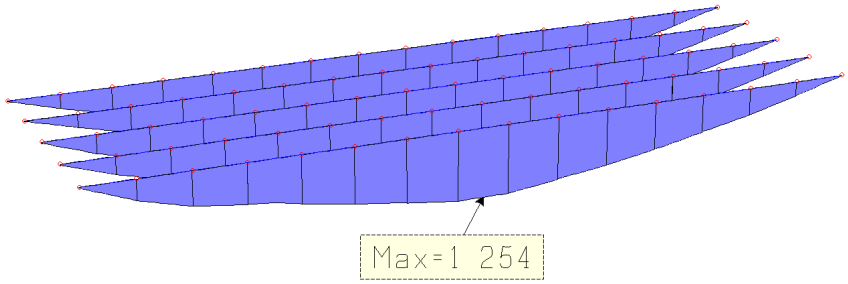
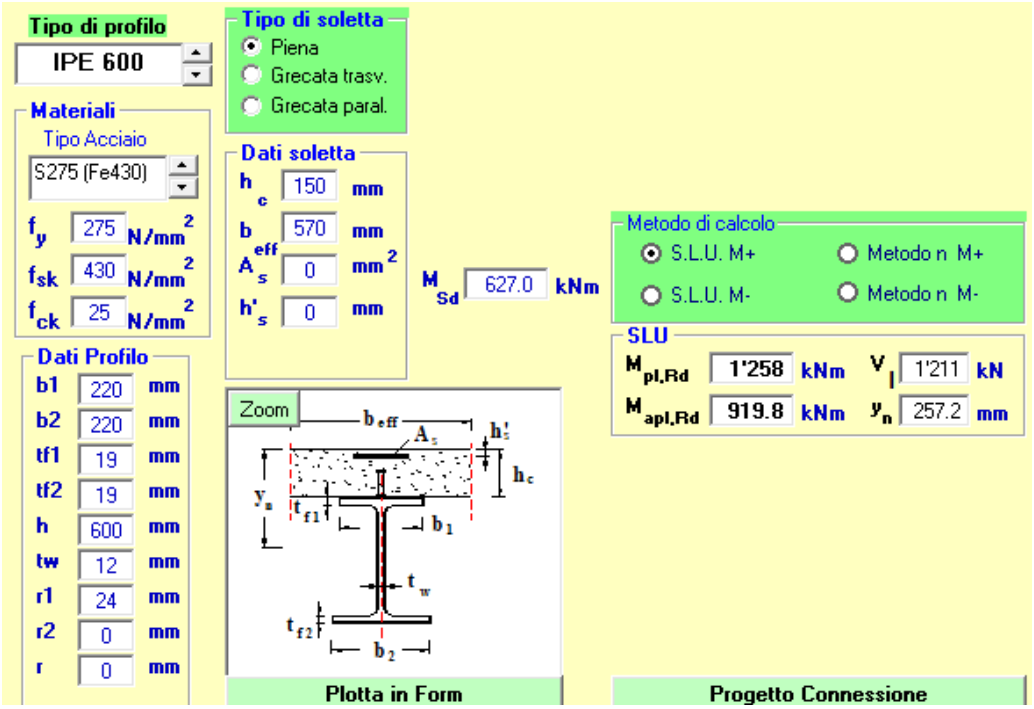


Fig. 8-15: Sollecitazioni di momento flettente Mz travi principali IPE 600 [kNm]

Verifica piolatura:

Si riporta nel seguito il dimensionamento della piolatura di collegamento con la soletta di impalcato, considerando una singola trave IPE 600 con una larghezza di influenza della soletta di 0.57 m.





Si osserva quindi che in corrispondenza di ogni anima delle travi IPE 600 dovranno essere predisposti pioli tipo Nelson Φ16, in ragione di un piolo ogni 30 cm per tutta la lunghezza della trave.

- Verifiche e tassi di sfruttamento elementi in carpenteria metallica

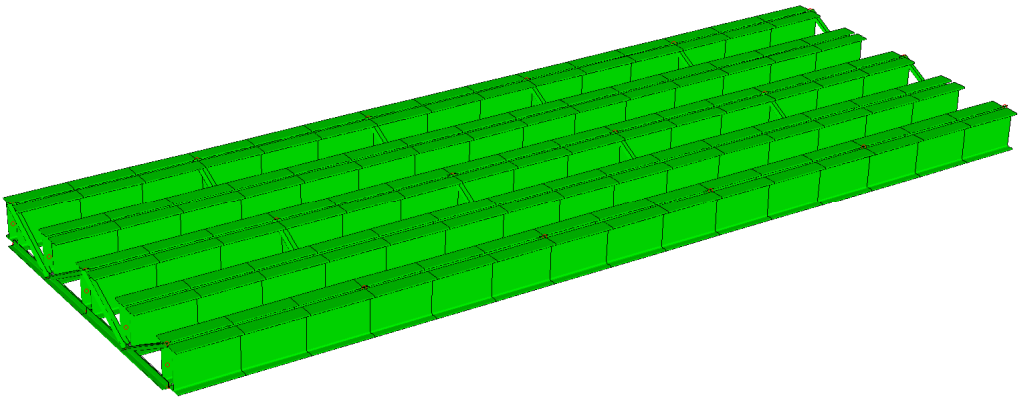


Fig. 8-16: Verifica globale a slu per gli elementi in acciaio (Colore verde = Verifiche soddisfatte)

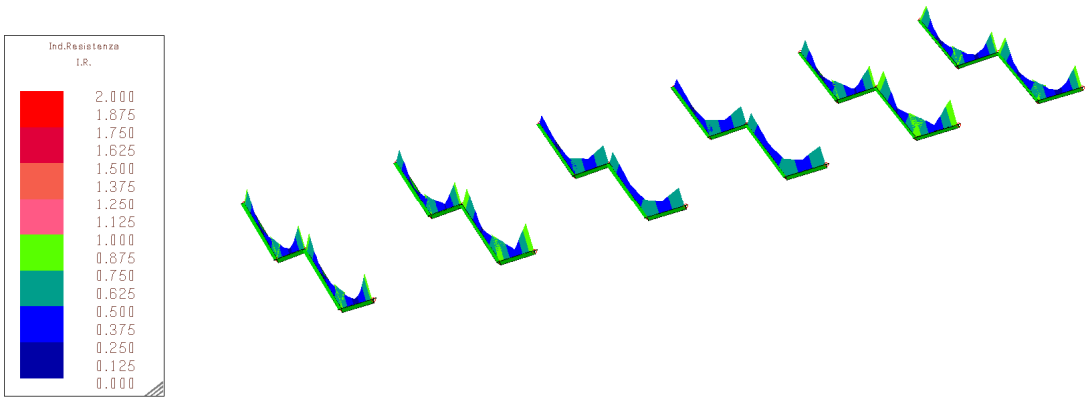


Fig. 8-17: Indici di resistenza a flessione controventi L 60x6 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

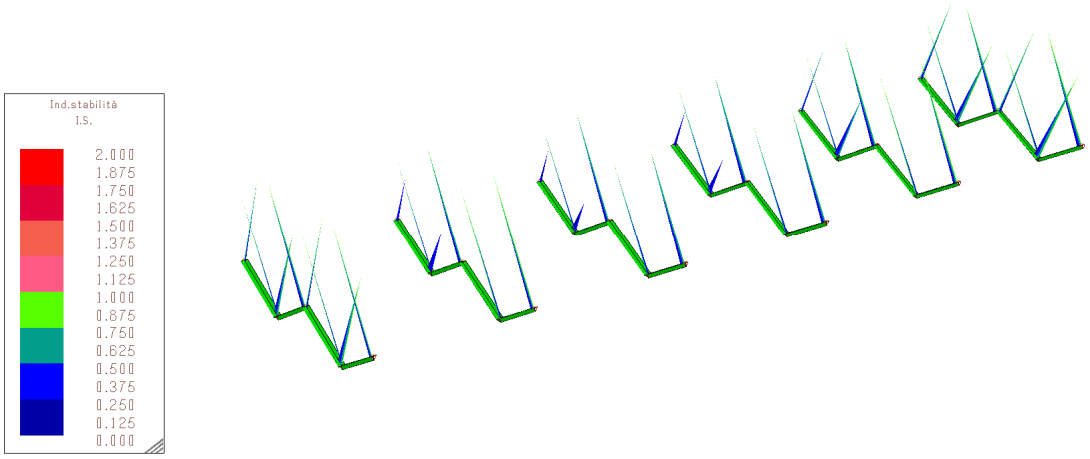


Fig. 8-18: Indici di stabilità della sezione (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

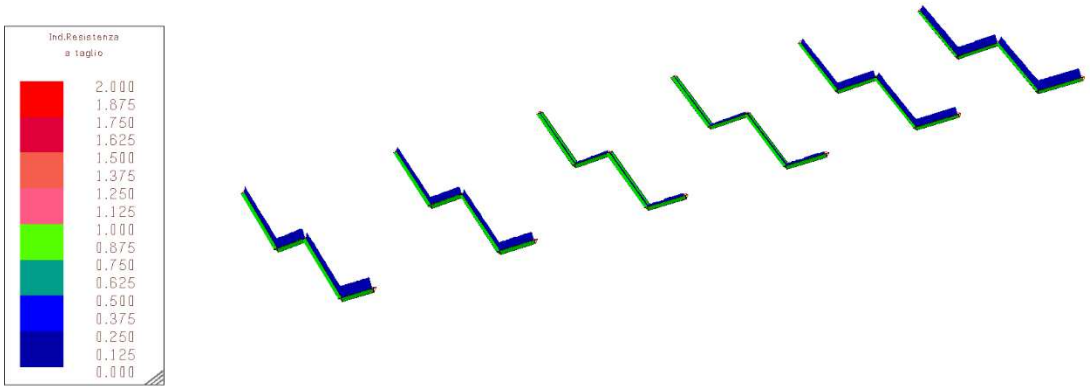


Fig. 8-19: Indici di resistenza a taglio e torsione Controventi L 60x6 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

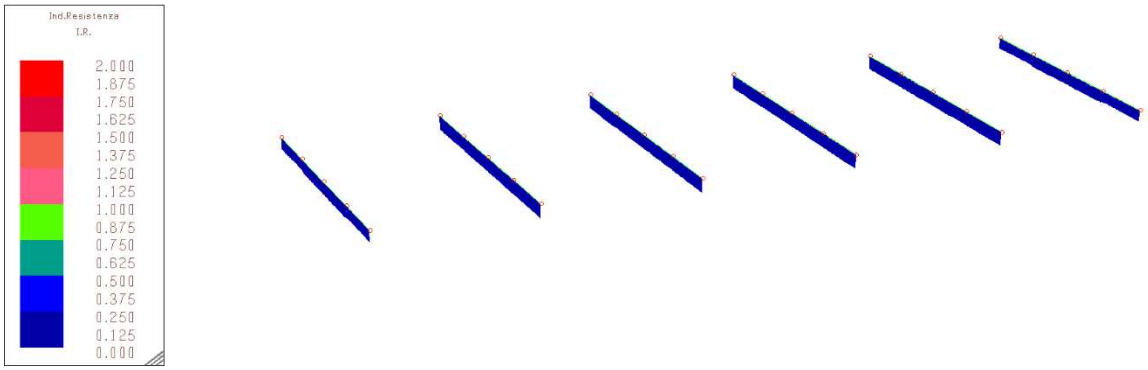


Fig. 8-20: Indici di resistenza a flessione traversi inferiori L 80x8 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

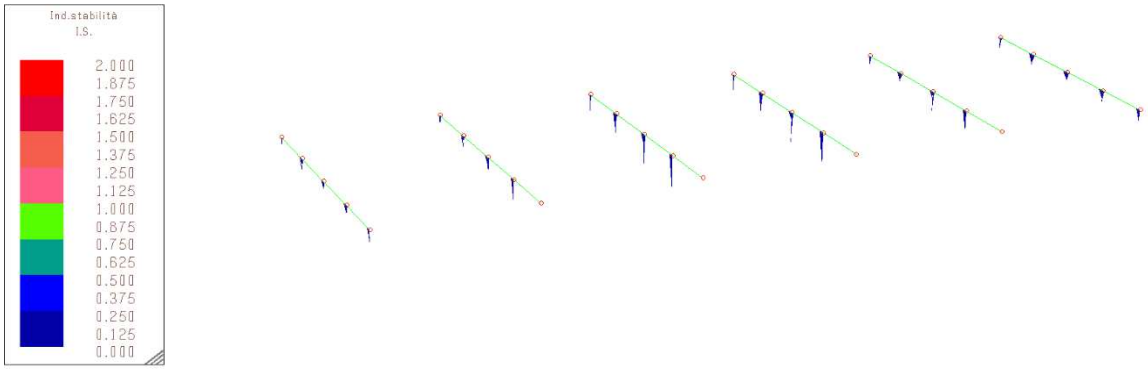


Fig. 8-21: Indici di stabilità della sezione (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

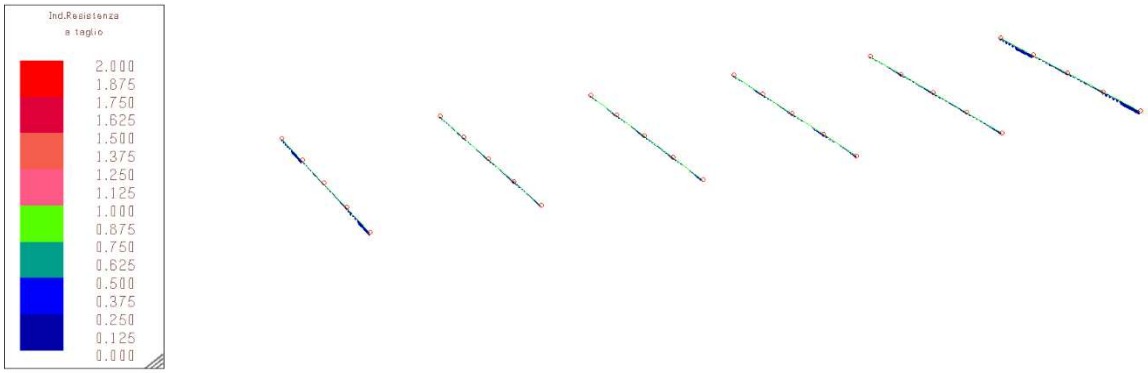


Fig. 8-22: Indici di resistenza a taglio e torsione traversi inferiori L 80x8 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

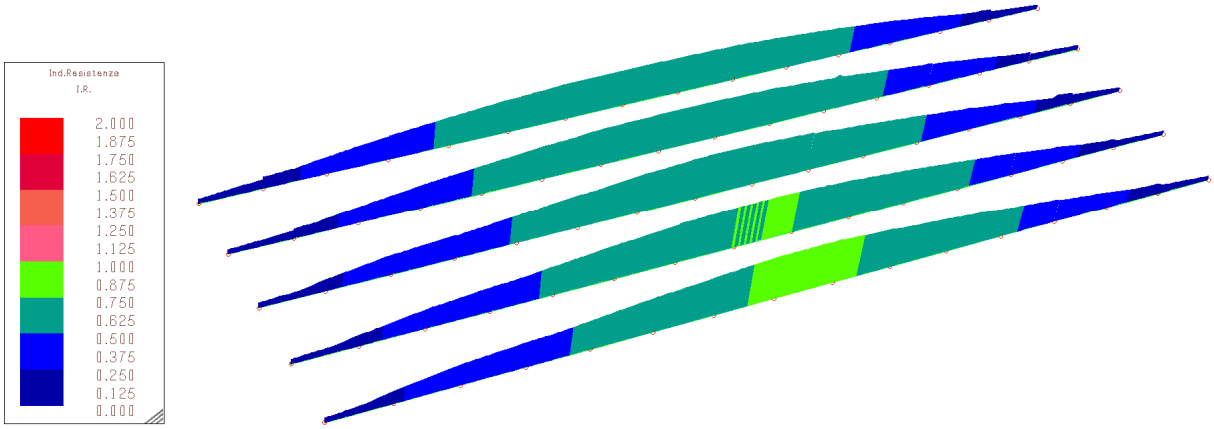


Fig. 8-23: Indici di resistenza a flessione travi principali IPE 600 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

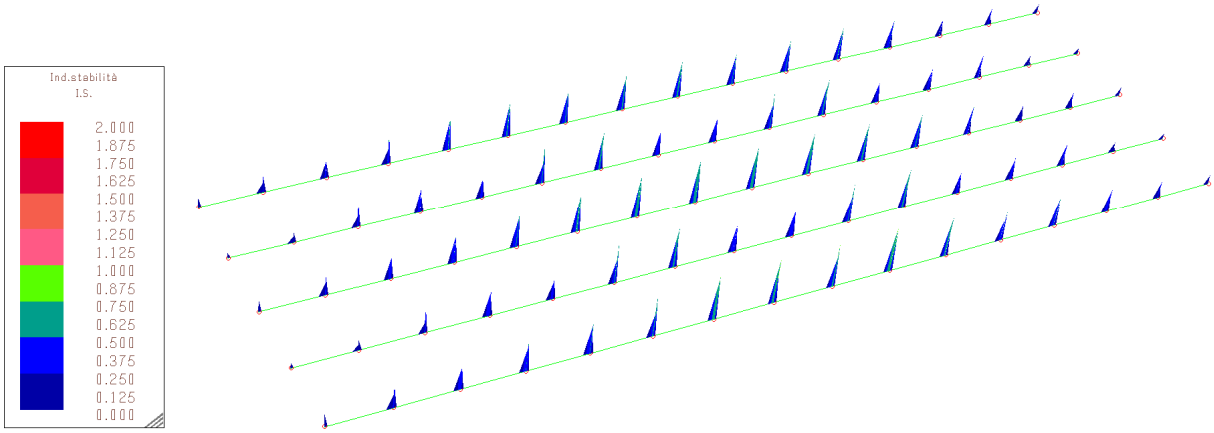


Fig. 8-24: Indici di stabilità della sezione (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

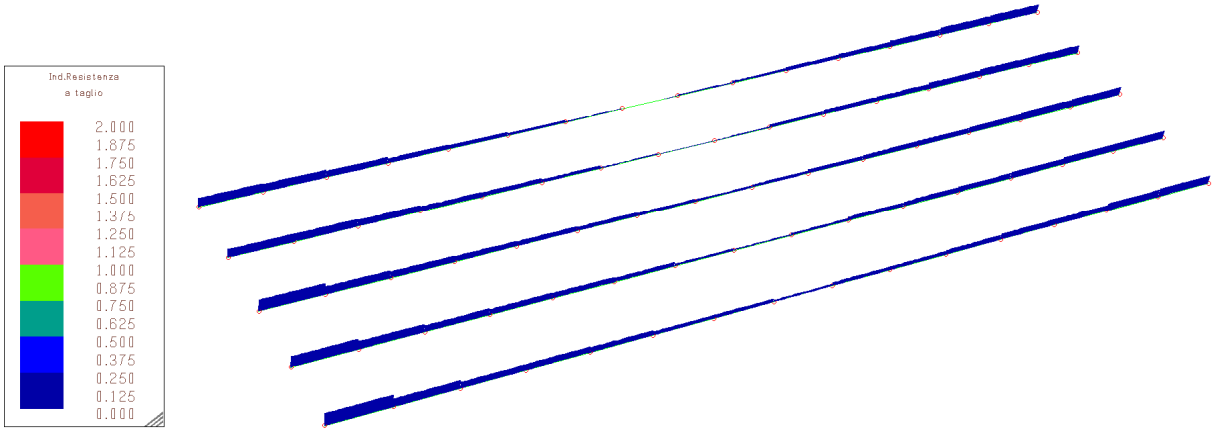


Fig. 8-25: Indici di resistenza a taglio e torsione travi principali IPE 600 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

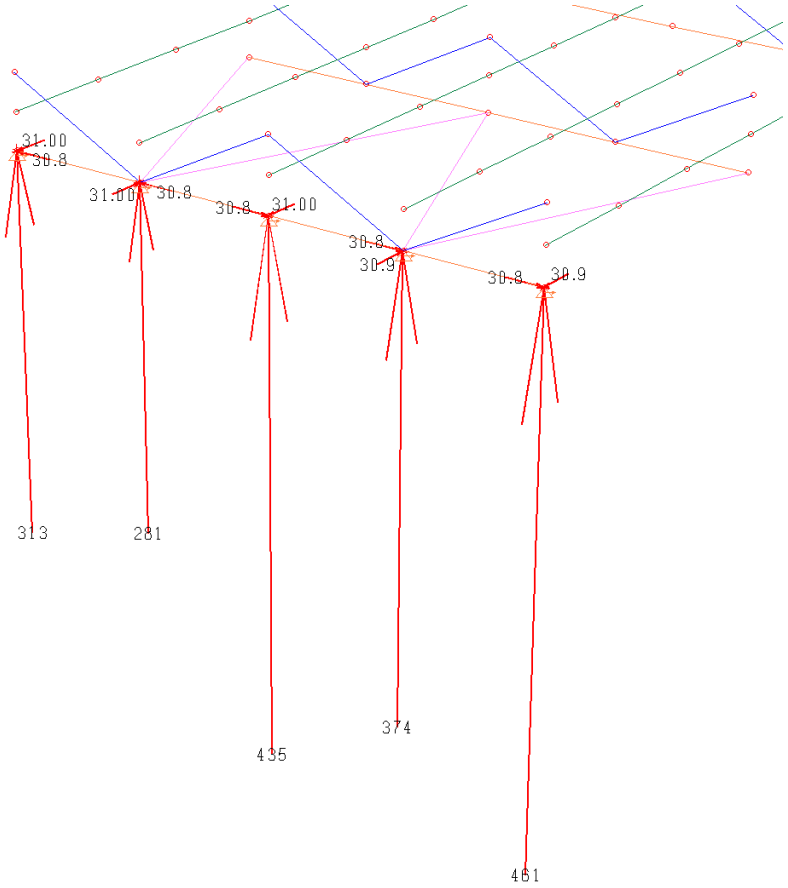


Fig. 8-26: Inviluppo reazioni sulle spalle opera di sbarramento [kN]

Ai fini del dimensionamento dell'opera di sbarramento si sono inseriti i massimi valori delle reazioni verticali ed orizzontali derivante tale analisi, in maniera costante ed uniforme su tutti gli appoggi.

Verifica apparecchi di appoggio:

EF HIGH	CARICO VERTICALE NOMINALE	MASSIMA FORZA ORIZZONTALE	DEFORMAZIONE EQUIVALENTE A Fxy	RIGIDEZZA ORIZZONTALE	RIGIDEZZA VERTICALE	NUMERO STRATI IN ELASTOMERO	SPESSORE STRATI IN ELASTOMERO
SIGLA	F_{zd} *kN*	F_{xy} *kN*	v_{eq} *mm*	K_o *kN/mm*	K_v *kN/mm*	n *n*	t_i *mm*
EF 50-5	500	50	20,8	2,40	610	3	7

Ed essendo le reazioni massime agenti:

- F_{VEd} = 461 kN
- F_{HEd} = 31 kN

Si ritiene adeguato l'appoggio adottato.

Sollecitazioni e verifiche soletta di copertura in c.a.

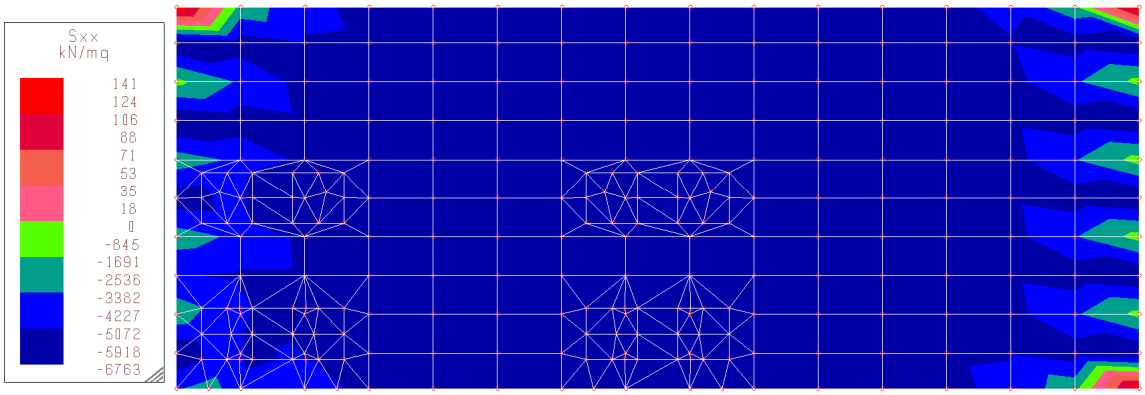


Fig. 8-27: Sforzo normale Sxx soletta di copertura [kN/m²]

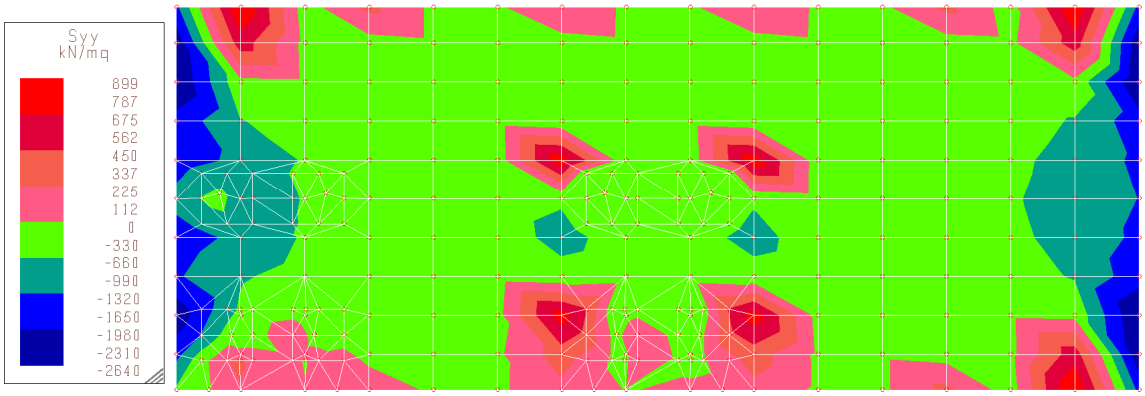


Fig. 8-28: Sforzo normale Syy soletta di copertura [kN/m²]

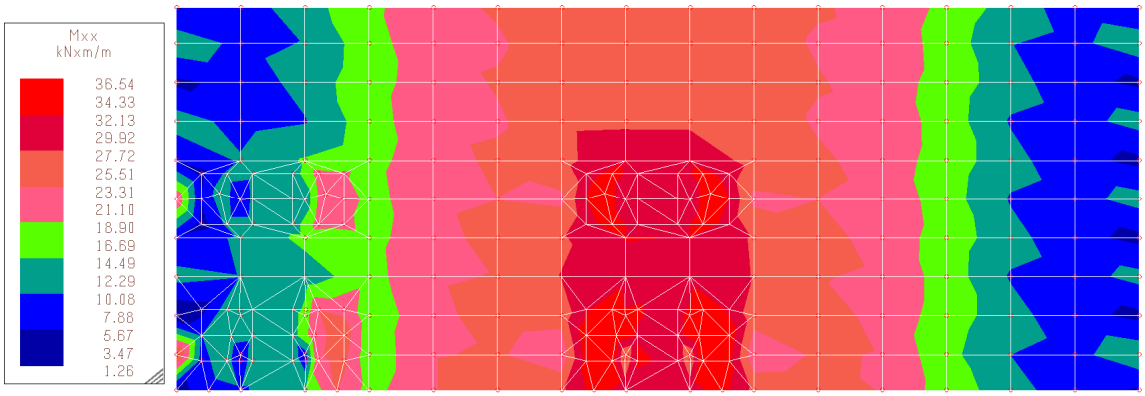


Fig. 8-29: Sollecitazioni di momento Mxx soletta di copertura [kNm/m]

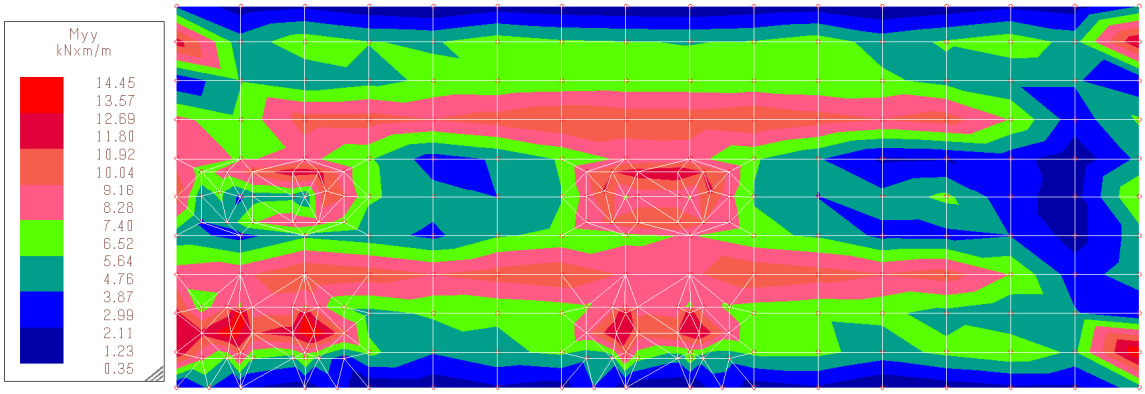


Fig. 8-30: Sollecitazioni di momento Myy soletta di copertura [kNm/m]

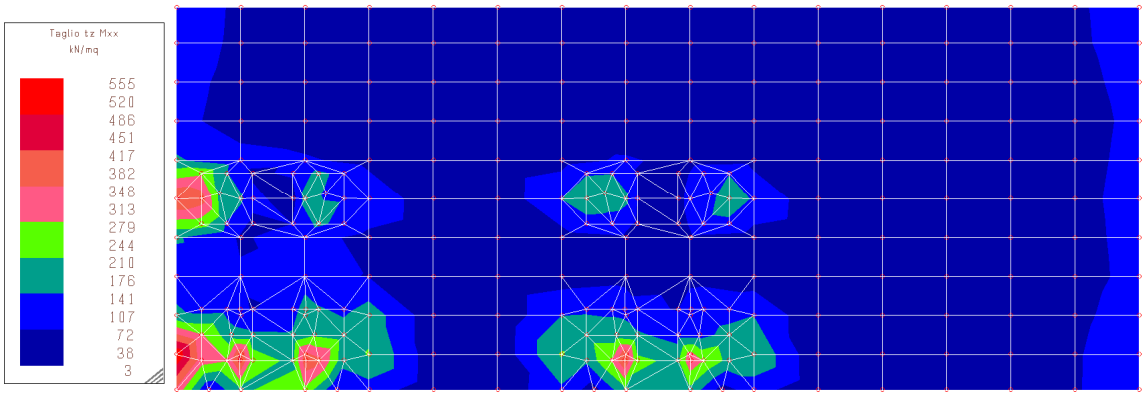


Fig. 8-31: Sollecitazioni di taglio tz Mxx soletta di copertura [kN/m^2]

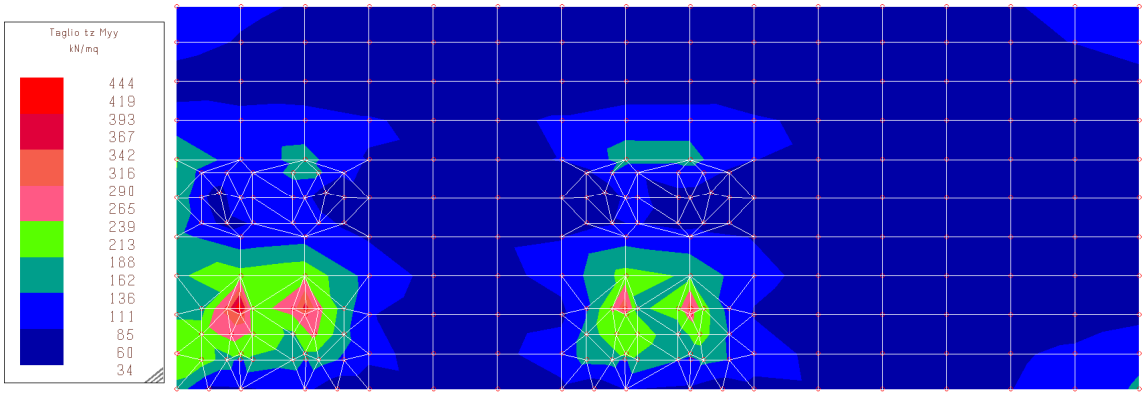
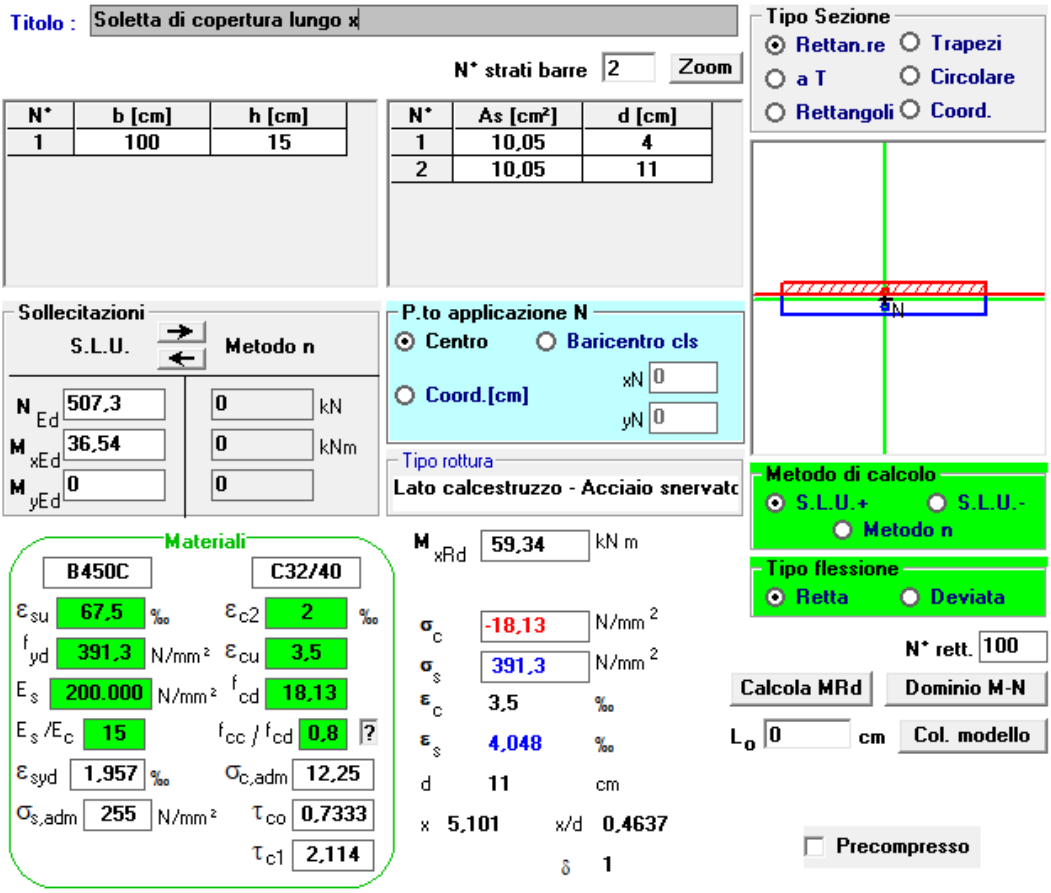


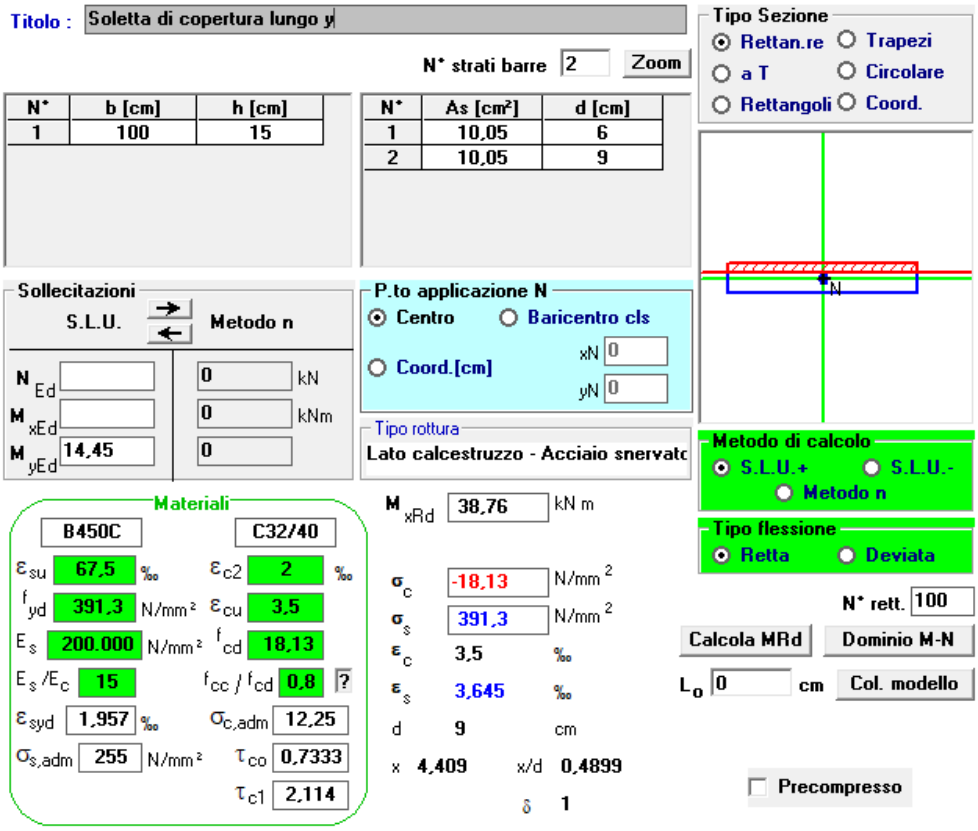
Fig. 8-32: Sollecitazioni di taglio tz Myy soletta di copertura [kN/m^2]

- Verifica a flessione lungo x soletta di impalcato



M_{Rd} = 59.34 kNm > M_{Ed} = 36.54 kNm

- Verifica a flessione lungo y soletta di copertura



M_{Rd} = 38.76 kNm > M_{Ed} = 14.45 kNm

- Verifica a taglio soletta di copertura

§4.1.2.1.3.1 - D.M.14.01.2008

f_{ck} =	32	Mpa		
γ_C =	1.5			
f_{cd} =	18.13	Mpa		
N_{Ed} =	0	N (compr)		
V_{Ed} =	83'250	N		
H =	150	mm		
b_w =	1000	mm		
d =	120	mm		
$A_C = b_w H$ =	150'000	mmq		
k =	2.000			
v_{min} =	0.560			
A_{sl} =	10.05	cmq/tesi		
ρ_{sl} =	0.0084			
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ =	0.000	Mpa		
$[0{,}035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}]b_w d$ =	67'200	N	=	67.20 kN
$(v_{min} + 0{,}15\sigma_{cp})b_w d$ =	67'200	N	=	67.20 kN
V_{Rd} = (eq. 6.2.a - E.C.2)	86'186	N	=	86.19 kN

$V_{Rd} \geq V_{Rd,min} = (v_{min} + 0{,}15\sigma_{cp})b_w d$ (soddisfacente)

(E.C.2 – Parte 1.1 - §6.2.2 – eq. 6.2.a e 6.2.b).

NOTA: in presenza di significativi sforzi di trazione, la resistenza al taglio del calcestruzzo è da considerarsi nulla e, in tal caso, non è possibile adottare elementi sprovvisti di armatura trasversale.

$V_{Ed\,lim} = 0{,}5\, b_w d\, 0{,}6(1 - f_{ck}/250)f_{cd}$ = 569'242 N = 569.24 kN
(eq. 6.5 - E.C.2)

V_{Ed} =	83.25 kN	<	V_{Rd} =	86.19 kN		(soddisfacente)
V_{Ed} =	83.25 kN	<	$V_{Ed\,lim}$ =	569.24 kN		(soddisfacente)