



CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA
Dipartimento dei Servizi al Territorio
Gestione Patrimonio Edilizio

PROGETTO ESECUTIVO



Il RUP: ing. S. Agrondi

TITOLO: INTERVENTI SULLE SCUOLE IN VENEZIA FINANZIATI CON DECRETO MIUR 607/2017
istituti scolastici "M. Foscarini", "M. Polo", "L.A.S.Venezia" sede palazzo Basadonna, "A. Barbarigo" sede
ex convento di San Giovanni in Laterano, "Venier Cini"

OGGETTO: RELAZIONE STRUTTURALE

APPROVATO CON DECRETO DEL SINDACO
N.

Progetto delle opere strutturali: ing. S. Muffato

Progetto opere architettoniche: arch.ti M. Basso, G. Perin

TAVOLA:
ELABORATO: N.8

SCALA:

AGG:

RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. MATERIALI.....	6
3.1. ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE.....	6
3.2. LEGNO.....	6
3.3. BULLONATURE.....	6
3.4. SALDATURE	7
3.5. VITI PER LEGNO	7
4. ANALISI DEI CARICHI.....	7
4.1. PESO PROPRIO	7
4.2. CARICHI PERMANENTI	7
4.1. CARICHI ACCIDENTALI	7
5. ISTITUTO SCOLASTICO "A. BARBARIGO"	8
5.1. INTERVENTO 1B	9
6. LICEO "M. POLO" - PALAZZO BOLLANI.	16
6.1. INTERVENTO 2B	16
7. LICEO E CONVITTO NAZIONALE "M. FOSCARINI".	23
7.1. INTERVENTO 3A	24
8. LICEO ARTISTICO STATALE L.A.S., PALAZZO BASADONNA.	27
8.1. INTERVENTO 4A E 4B	28
8.2. INTERVENTO 4C	33
9. ISTITUTO SCOLASTICO "VENIER CINI" - 'EX CONVENTO DI SAN GIUSEPPE.	35
9.1. 5A INTERVENTO RINFORZO SOLAIO S3	35
9.2. 5B INTERVENTO RINFORZO CAPRIATE TIPO C4	36
9.3. 5C -INTERVENTO RINFORZO CAPRIATE CANTIERE NAVALE.....	38

1. PREMESSA

Il progetto definitivo per gli interventi sulle scuole in Venezia, finanziati con decreto MIUR 607/2017, interessa i seguenti istituti scolastici:

1. Istituto scolastico "A. Barbarigo" con sede in Castello n. 6395, presso l'ex convento di San Giovanni in Laterano;
2. Liceo "M. Polo", con sede in Dorsoduro n. 1073, presso palazzo Bollani;
3. Liceo e convitto nazionale "M. Foscarini", con sede in Cannaregio n. 4942, presso l'ex convento di Santa Caterina;
4. Liceo artistico statale L.A.S., con sede in Dorsoduro n. 1012, presso palazzo Basadonna;
5. Istituto scolastico "Venier Cini" con sede in Castello n. 787 presso l'ex convento di San Giuseppe;

Gli storici complessi scolastici, soggetti al Dlgs 42/2004, ospitano alcuni degli istituti scolastici di Venezia, e sono situati in storici palazzi come il Liceo "M. Polo" o il L.A.S., o in alcuni conventi trasformati nel tempo in scuole pubbliche;

La Città metropolitana di Venezia ha avviato nel 2016 una campagna di verifiche sullo stato conservativo di alcuni dei complessi scolastici della città storica, verifiche finalizzate alle indagini diagnostiche sullo stato degli elementi strutturali dei solai e dei controsoffitti, che hanno dato un quadro complessivo della situazione degli edifici.

Le verifiche sono state condotte dai seguenti professionisti/ società di ingegneria

1. Istituto scolastico "A. Barbarigo": indagini diagnostiche relative agli elementi strutturali dei solai curate dall'ing. Valentina Corras;
2. Liceo "M. Polo", : indagini diagnostiche relative agli elementi strutturali dei solai curate dall'ing. Piero Rigo e verifica sismica curata dall'ing. Simone Carraro;

PROGETTO ESECUTIVO

3. Liceo e convitto nazionale "M. Foscarini" : indagini diagnostiche relative agli elementi strutturali dei solai curate dall'ing. Stefano Muffato;
4. Liceo artistico statale L.A.S.: indagini diagnostiche relative agli elementi strutturali dei solai curate dall'ing. Piero Rigo e verifica sismica curata dall'ing. Andrea Marascalchi;
5. Istituto scolastico "Venier Cini" : indagini diagnostiche relative agli elementi strutturali dei solai curate dall'ing. Alberto Zanchettin;

In base alle indagini effettuate si prevedono una serie di opere di carattere strutturale rivolte sia all'aspetto di rinforzo dei solai, sia alla cura dei controsoffitti cercando sviluppare interventi compatibili in un percorso di conservazione degli storici edifici nel rispetto delle norme stabilite dal Dlgs 42/2004.

In generale comunque al fine di ridurre al minimo gli interventi invasivi i risultati delle analisi precedentemente svolte sono state riviste sia in termini di entità dei carichi che di schema di vincolo degli elementi strutturali (solai di piano).

In particolare nella presente relazione si è riesaminato il calcolo dei solai in legno adottando per i solai di interpiano uno schema di vincolo a **semincastro agli appoggi** , schema che trova una riconosciuta giustificazione nella letteratura tecnica .

Questa assunzione ha permesso in molteplici casi (inizialmente non verificati nelle relazioni preliminari) di rientrare entro valori di resistenza ammissibili dei materiali costituenti i solai in legno.

Pertanto si riportano le verifiche dei rinforzi di quei solai o strutture che anche assumendo lo schema precedentemente citato non rispondono ai criteri di sicurezza minimi

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si è fatto riferimento alle seguenti norme:

Leggi

Legge 05.11.1971, n. 1086, “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

Legge 2.2.1974 n. 64, " Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche".

O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003, “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

O.P.C.M. 3431 del 03.05.2005, “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante ‘Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica’ ”.

Decreti

D.M. 11.03.1988, “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce; la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

D.M. 14.02.1992, “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

D.M. 09.01.1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

D.M. 16.01.1996, “Norme tecniche relative ai ‘Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi’”.

PROGETTO ESECUTIVO

D.M. 14.01.2008, “Nuove norme tecniche sulle costruzioni”.

D.M. 17.01.2018, “ Norme tecniche sulle costruzioni”(Aggiornamento)

Circolari

Circ. min. LL.PP. 14.02.1974, n. 11951, “Applicazione della Legge 05.11.1971, n. 1086”.

Circ. Min. LL.PP. 09.01.1980, n. 20049, “Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato”.

Circ. Min. LL.PP. 01.09.1987, n. 29010, “Legge 05.11.1971, n. 1086 D.M. 27.07.1985, Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare”.

Circ. Min. LL.PP. 1998, n. 30483, “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpe, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

Circ. Min. LL.PP. 04.07.1996, n. 156AA.GG./STC., “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al decreto ministeriale 16.01.1996”.

Circ. Min. LL.PP. 15.10.1996, n. 252AA.GG./STC., “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996”.

Legge 25.11.1962, n. 1684 “Elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria”.

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”

CNR-UNI 10011/99 – Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

CNR-UNI 10011/88 – Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

CNR-DT 200/2004 – Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati

PROGETTO ESECUTIVO

3. MATERIALI

I materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture sono:

3.1. Acciaio per strutture metalliche

Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

Coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a $100 \text{ }^\circ\text{C}$)

Densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Acciaio tipo S275 JR $f_{yk} = 275 \text{ MPa}$

$f_{yd} = 275/1.05 = 261,9 \text{ MPa}$

Classe di esecuzione EXC2

3.2. Legno

Essendo gli edifici di natura storica, le caratteristiche dei materiali impiegati ed in particolare del legno costituente i solai e le capriate di copertura vengono prevalentemente ipotizzate, impiegando generalmente a riferimento le caratteristiche di un legname da conifera variabili da C20 a C24, secondo la EN 338

Classe di Resistenza in accordo con la EN 338										
Specie legnosa	Proprio e conifere									
Vecchia nomenclatura e note	bassa				media		buona			
Classe di resistenza	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40	
Proprietà di resistenza in N/mm^2										
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24
Trazione ortogonale alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26
Compressione ortogonale alla fibratura	$f_{c,90,k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3
Taglio	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8
Proprietà di rigidità in N/mm^2										
Modulo elastico medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	7000	8000	9000	10000	11000	12000	12000	13000	14000
Modulo elastico caratteristico	$E_{0,05}$	4700	5400	6000	6700	7400	7700	8000	8700	9400
Modulo di taglio medio	G_{mean}	440	500	560	630	690	750	750	810	880
Massa volumica in Kg/m^3										
Massa volumica	ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420
Massa volumica media	ρ_{mean}	350	370	380	410	420	450	460	480	500

3.3. Bullonature

Per i collegamenti bullonati si adottano viti e dadi ad alta resistenza di classe:

PROGETTO ESECUTIVO

8.8 (viti) e 8 (dadi)

con tensioni di snervamento e rottura pari a:

- Tensione di rottura: $f_{tb} = 800 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento: $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$

3.4. Saldature

Saldature secondo normative EN 1090 e ISO 3834.

3.5. Viti per legno

Le viti per legno dovranno seguire e rispettare le prescrizioni del produttore, in accordo con l'eurocodice 5 e NT2018.

4. ANALISI DEI CARICHI

4.1. Peso proprio

Il peso proprio delle strutture viene calcolato secondo i seguenti pesi specifici:

Legno	$g = 4.20 \text{ kN/m}^3$
Carpenteria in acciaio	$g = 78.5 \text{ kN/m}^3$

4.2. Carichi permanenti

I carichi permanenti sono generalmente dovuti alla presenza del solaio costituito in molti casi da un terrazza alla veneziana , a volte è presente un controsoffitto e raramente delle tramezze di divisione .

4.1. Carichi accidentali

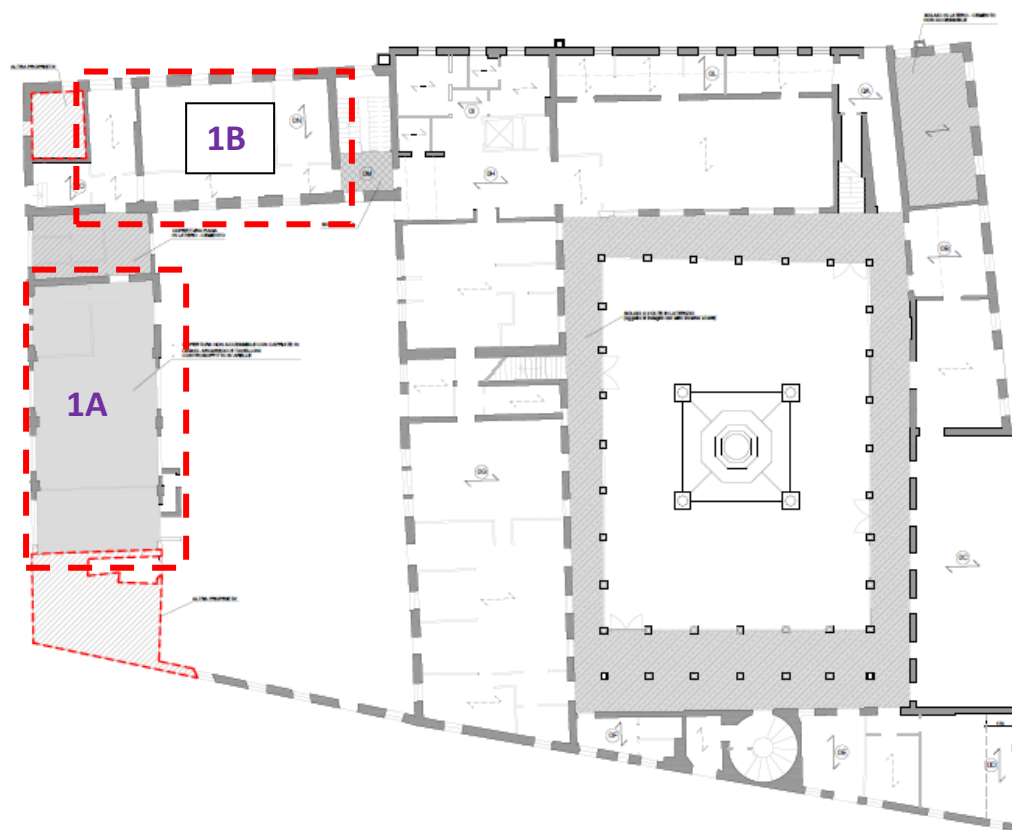
In funzione della categoria generalmente si tratta del carico di 300 daN/mq ma in alcuni casi sono presenti uffici con carico di 200 daN/mq

5. ISTITUTO SCOLASTICO "A. BARBARIGO"

Gli interventi sinteticamente consistono in :

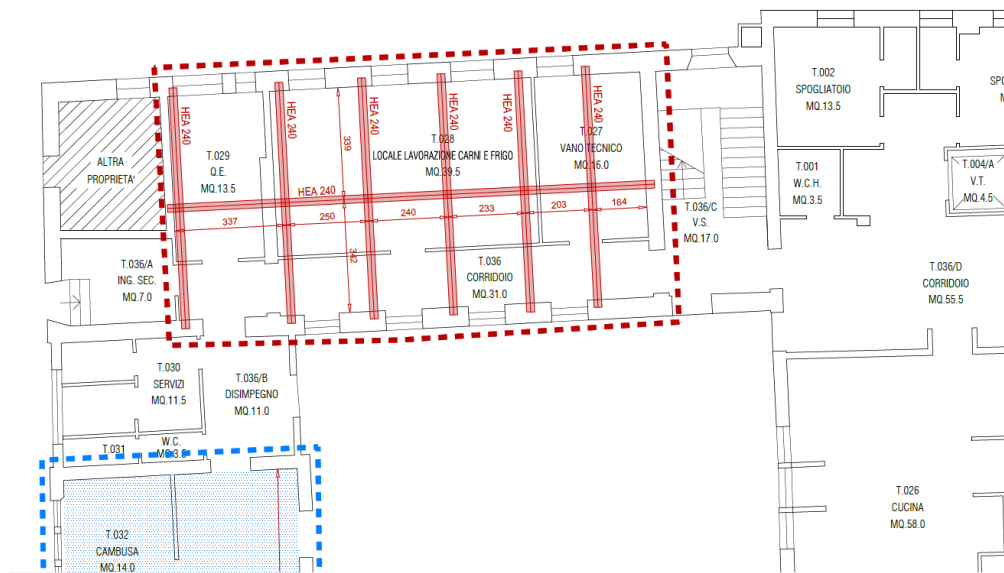
1A- Rimozione e sostituzione del controsoffitto in “arelle “ del locale celle a piano terra (T032-T033) che presenta segni visibili di degrado .

1B - Adeguamento della portata strutturale del solaio in legno della zona locali 1B mediante inserimento di putrelle in acciaio previa rimozione e successivo ripristino del controsoffitto.



PROGETTO ESECUTIVO

5.1. INTERVENTO 1B



Le travi in legno sono 22x16 interasse 34 cm sostenute da putrelle HEA240 sulla luce di 7,20 m .

Analisi dei carichi

P.proprio solaio in legno: 50 daN/mq

Permanente : 300 daN/mq

Totale: 350 daN/mq

Accidentale 300 daN/mq

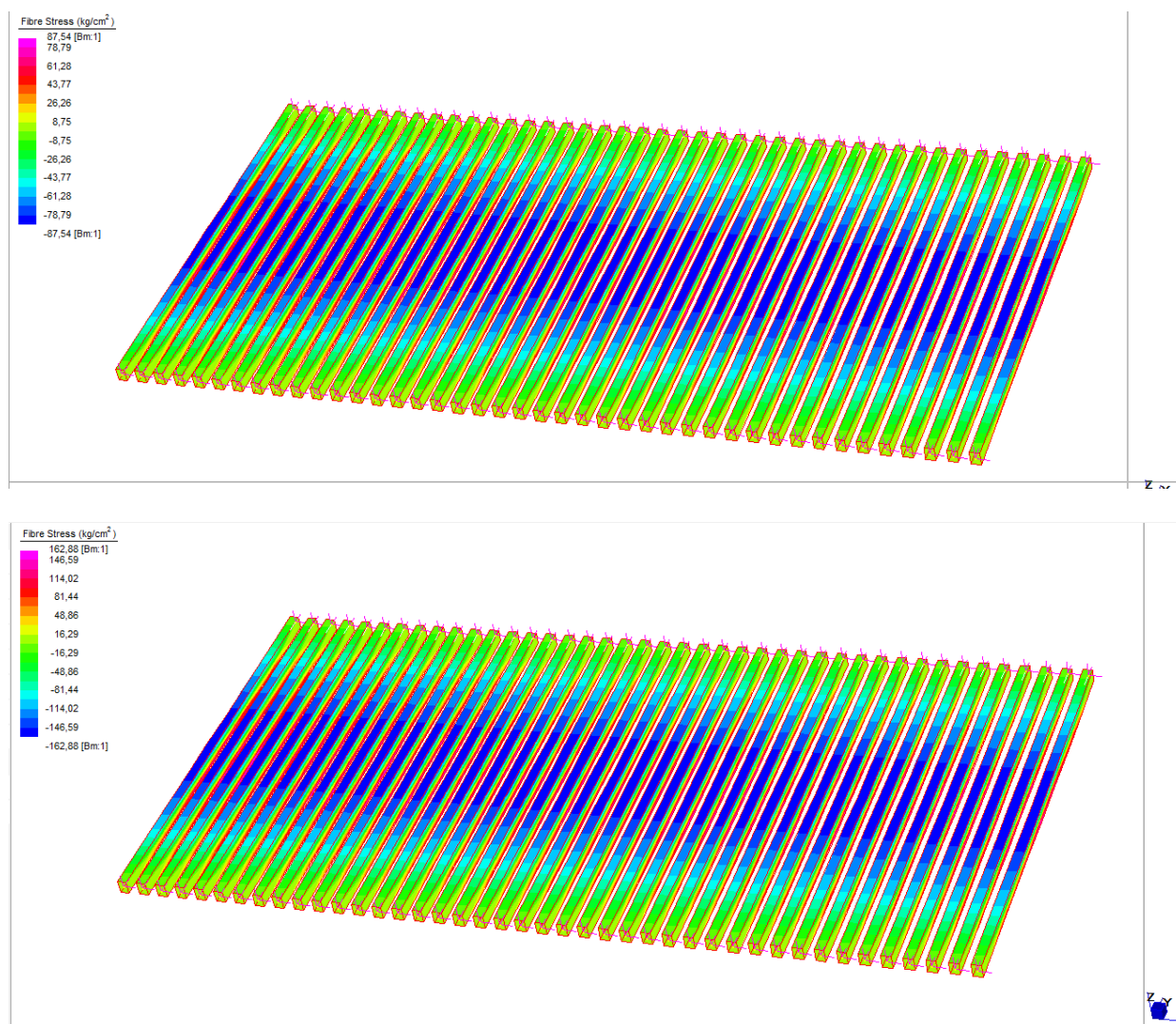
Nella situazione attuale , di travi non rinforzate , i valori delle sollecitazioni nei 2 casi di:

1cc Peso proprio + permanente

2cc Peso proprio + permanente+ accidentale

Sarebbero

PROGETTO ESECUTIVO



Il valore di tensione del legno pari a 162 daN/cm² è maggiore di quello massimo consentito e paria a 118 daN/cm² assunto a favore della sicurezza un legno di classe C22 con $K_{serv} = 0.80$ e coeff sicurezza 1,5 .

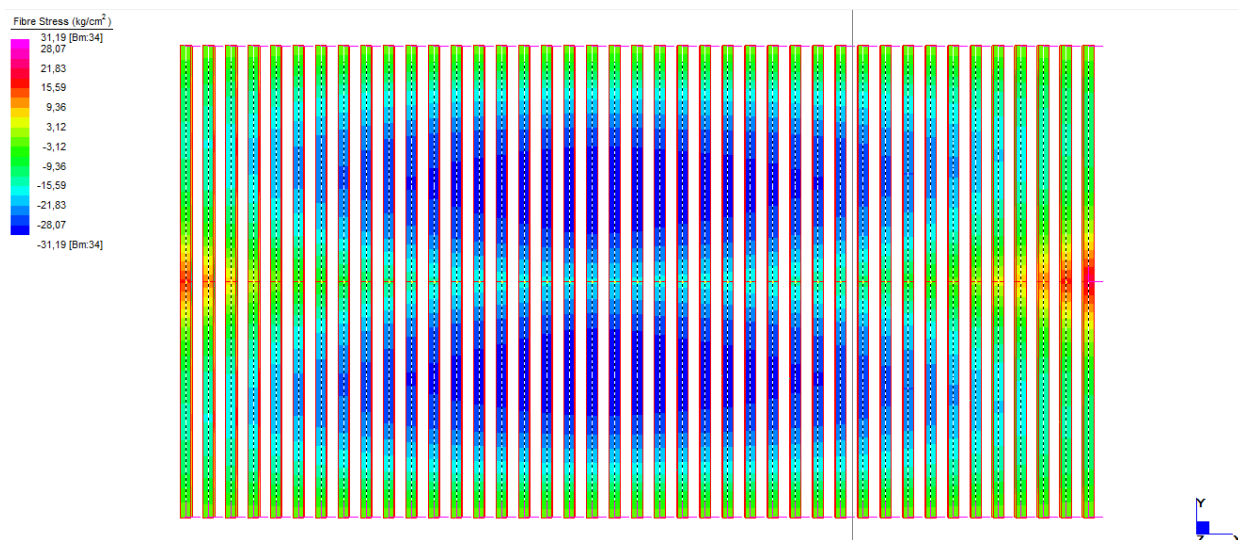
L'inserimento di putrelle al di sotto delle travi di legno avviene nelle attuali condizioni di deformata , ossia senza forzare il contatto tra solaio e nuove travi. Questo fa sì che le travi in acciaio aiutano le travi in legno a sopportare il solo carico accidentale .

Il dimensionamento e verifica comunque delle travi in acciaio a favore della sicurezza avviene considerando che queste portino tutto il carico ossia sia il permanente che l'accidentale.

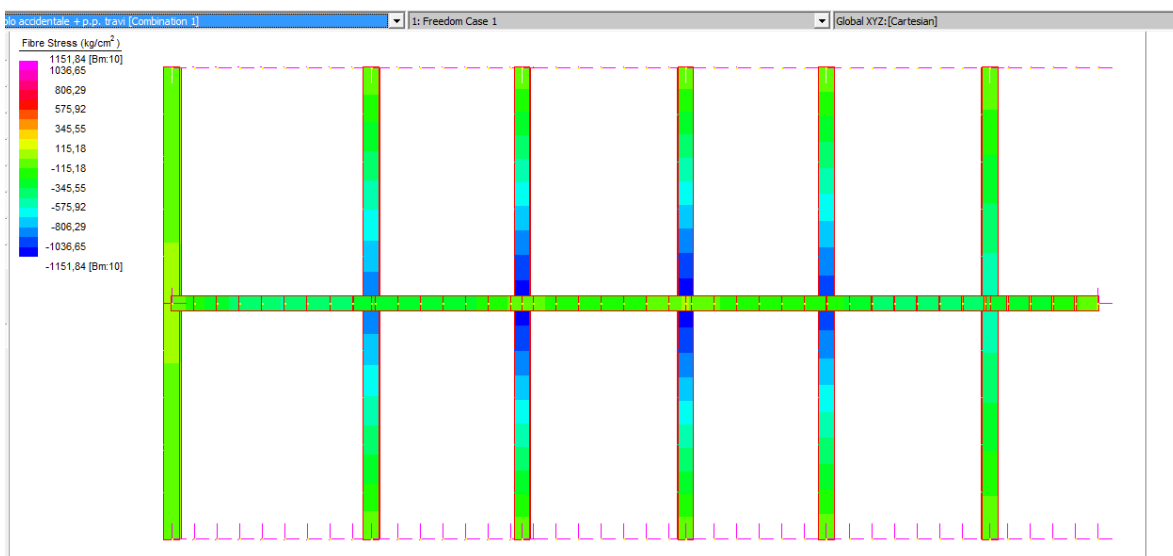
Nella situazione reale l'aumento tensionale per le travi di legno ai quarti della loro luce (ossia in mezz'era della nuova campata che si viene a creare vale :

PROGETTO ESECUTIVO

@legno= 87 daN/cm^q (iniziale tensione dovuta al solo carico perm.) +31 daN/cm^q (nuova tensione dovuta al carico accidentale) = 118 daN/cm^q

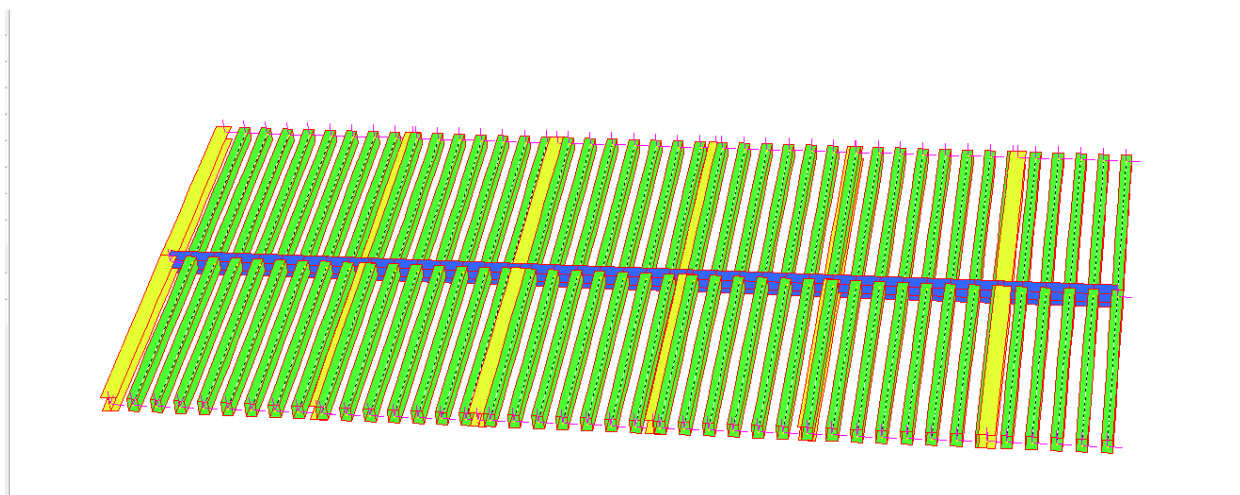


per le putrelle invece si avrebbe: @ max = 1151 daN/cm^q < @ = 2750/1.05 = 2619 daN/cm^q

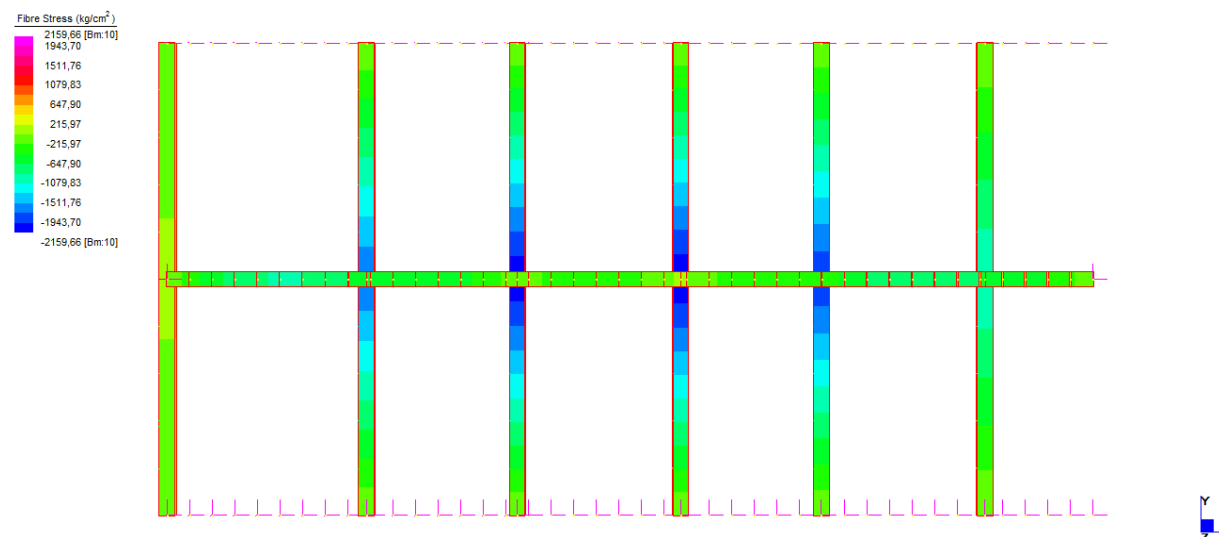
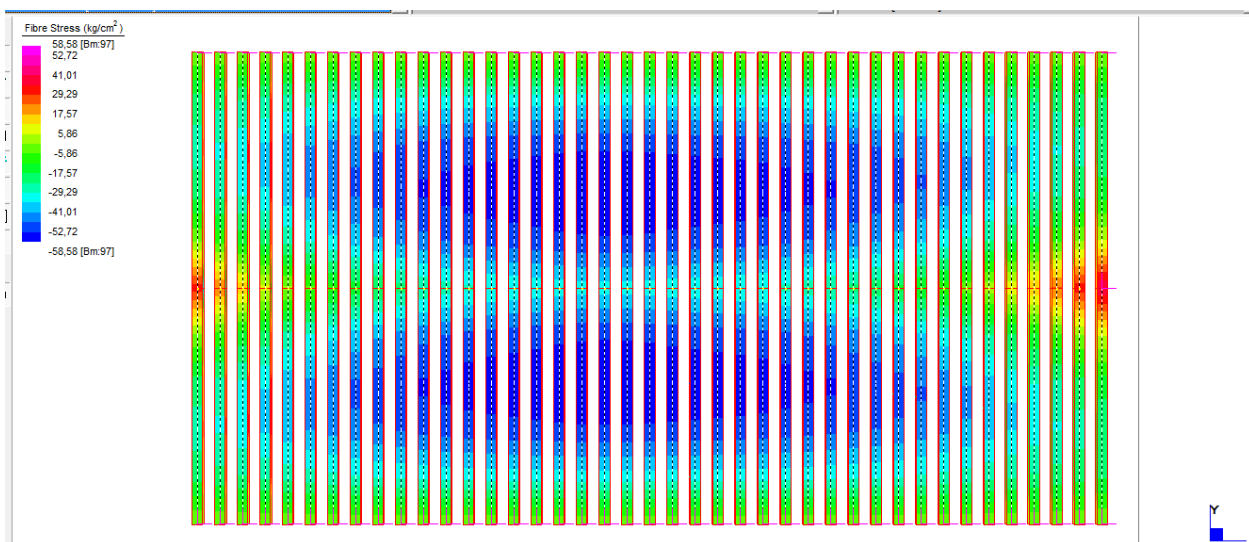


Se fin dall'inizio invece le putrelle fossero state messe per collaborare con il solaio in legno si avrebbe avuto

PROGETTO ESECUTIVO



Per i travetti in legno si ha che @ max =60 daN/cm²

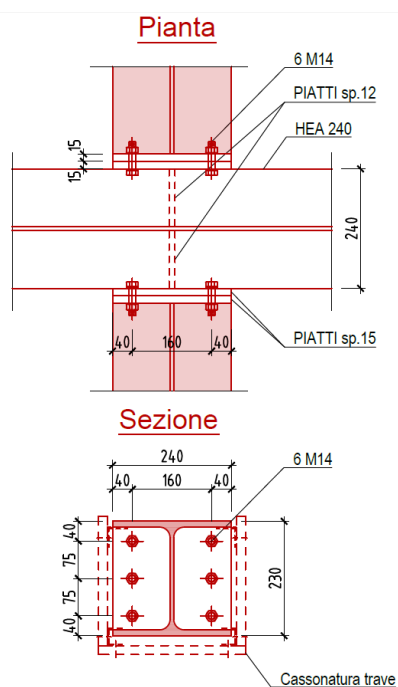
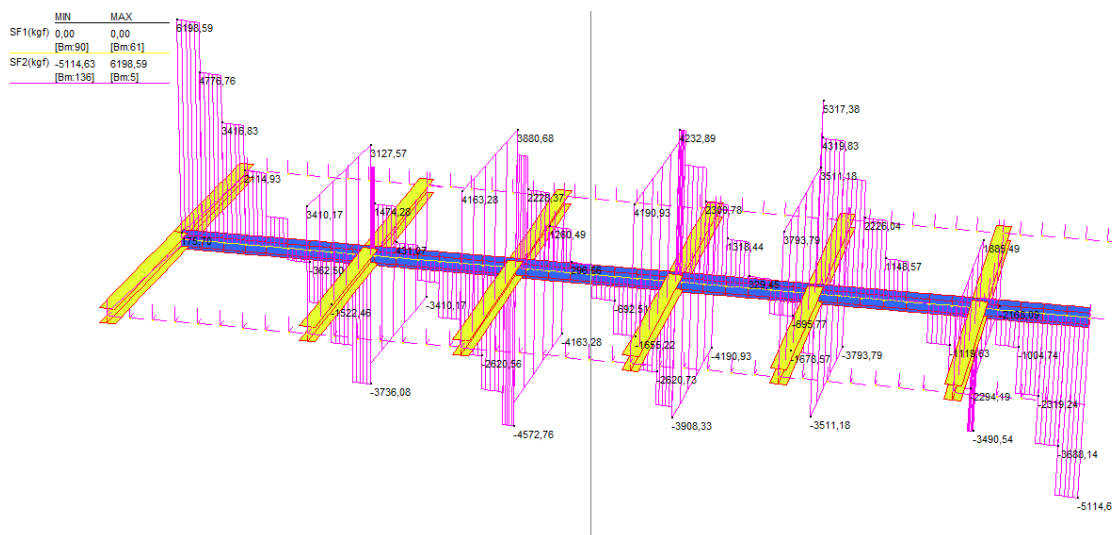


PROGETTO ESECUTIVO

$$@ \max = 2159 \text{ daN/cm}^2 < @ = 2750/1.05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

La verifica per i bulloni delle travi secondarie porta a :

$$T_{MAX} = 6198 \text{ daN} / 4 \text{ bulloni m14 c18.8} = 1549 \text{ daN}$$



Resistenza di progetto dei bulloni - EC3 (edizione 1992) #6.5.5.

Classe bullone: 8.8 diametro d: 14 f_{yb}: 640 f_{ub}: 800 N/mm²

Sezione filettata
Sezione lorde

Area: 115.0 mm²

Resistenza a taglio (per piano di taglio): F_{v,Rd}: 44.16 kN

Resistenza a trazione: F_{t,Rd}: 66.24 kN

Taglio e Trazione - EC3 #6.5.5(5)

F_{v,Sd}: 15.5 F_{t,Sd}: 0 kN

$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0.351 + 0 = 0.351$ OK

Rifollamento

Acciaio: S275 (Fe430) f_u: 430 N/mm²

spessore t: 10 mm

diametro foro d_o: 15 mm

distanze bordo e₁: 40 e₂: 40

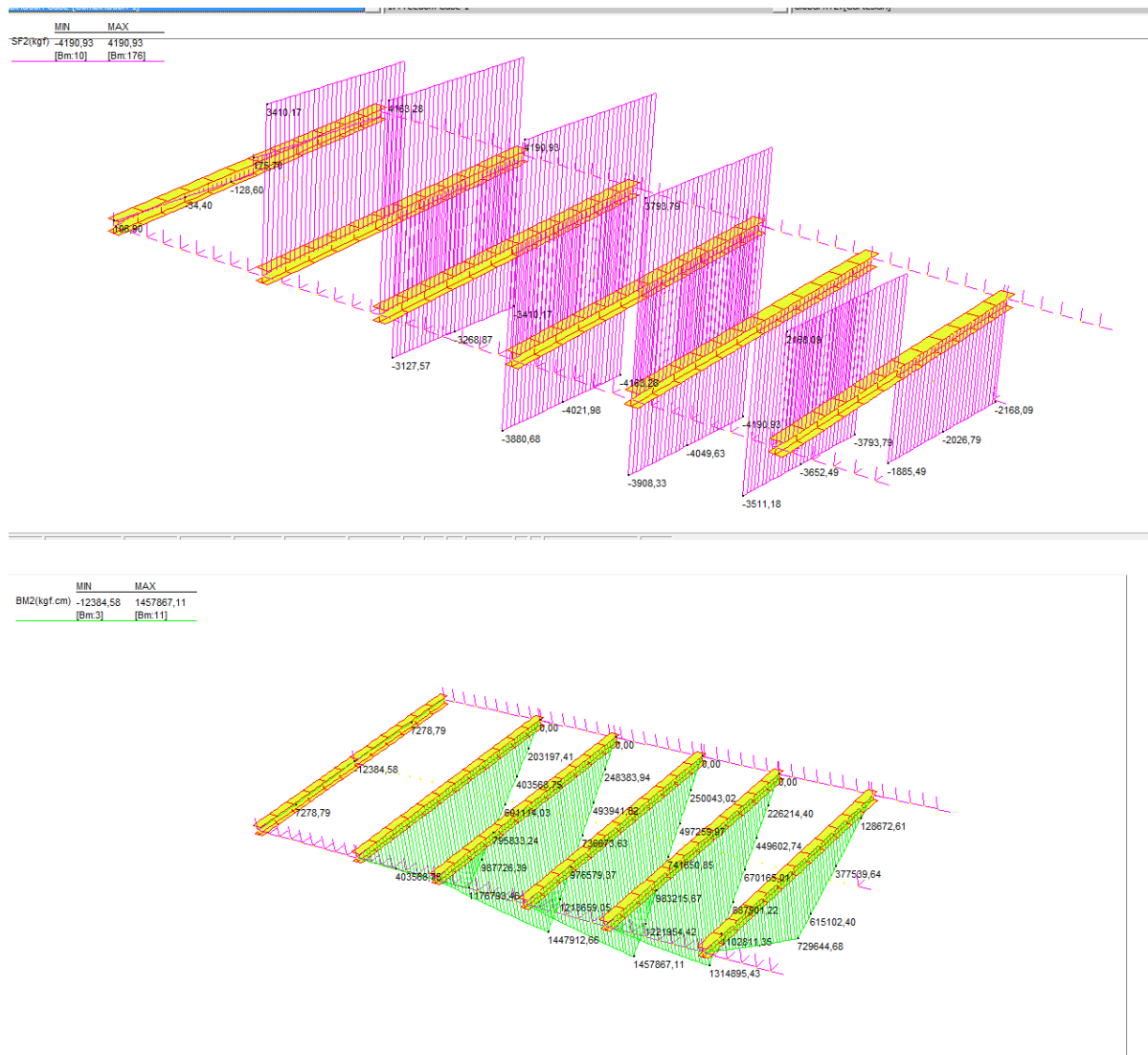
passo p₁: 180 p₂: 160

α: 0.889

Resistenza a rifollamento F_{b,Rd}: 107.0 kN Osservazioni

mentre per le giunzioni delle travi principali le sollecitazioni valgono:

PROGETTO ESECUTIVO



Le sollecitazioni per cui devono essere verificati sono :

T= 4190 daN

M=741650 daNcm

Profilo utilizzato nel giunto		HE 240A	
Caratteristiche di sollecitazione		Verifica del giunto d'anima	
Taglio	4.190 [kg]	Forza di taglio agente sul giunto	4.190 [kg]
Momento flettente	7.416 [kgm]	Forza normale agente sul giunto	0 [kg]
Forza normale	0 [kg]	Momento flettente agente sul giunto	872 [kgm]
Momento flettente agente sulle ali	6.544 [kgm]	Eccentricità del taglio	9 [cm]
Momento flettente agente sull'anima	872 [kgm]	Momento torcente di trasporto	363 [kgm]
Forza normale agente sulle ali	0 [kg]	Momento totale	1.235 [kgm]
Forza normale agente sull'anima	0 [kg]	Numero di sezioni resistenti per ogni bullone	2,00
Caratteristiche dei materiali		Forza verticale dovuta al taglio	349,1
		Forza verticale dovuta alla normale	7 [kg]
			0,00 [kg]

PROGETTO ESECUTIVO

		Forza orizzontale dovuta al momento torcente	1094,69 [kg]
Resistenza di calcolo dell'acciaio	2.750 [kg/cm ²]	Forza verticale dovuta al momento torcente	1419,04 [kg]
Resistenza a taglio dei bulloni	3.960 [kg/cm ²]	Risultante di taglio sul bullone più caricato	2079,64 [kg]
Diametro bulloni d'ala	14 [mm]	Verifica di resistenza dei bulloni	1808,38 [kg/cm²]
Diametro bulloni d'anima	14 [mm]	Momento d'inerzia dei fazzoletti al netto dei fori	352,80 [cm ⁴]
Diametro dei fori d'ala	15 [mm]	Area dei fazzoletti al netto dei fori	19,20 [cm ²]
Diametro dei fori d'anima	15 [mm]	Verifica di resistenza dei coprigiunti	2652,43 [kg/cm²]
		Verifica di rifollamento dell'anima della trave o dei coprigiunti	3961,22 [kg/cm²]
Verifica del giunto d'ala		Verifica del profilo al netto dei fori	
Forza di scorrimento su metà coprigiunto	30.019 [kg]	Momento d'inerzia della sezione depurata dai fori	6.862 [cm ⁴]
Numero di sezioni resistenti per ogni bullone	2	Modulo di resistenza calcolato sull'estradosso dell'ala	597 [cm ³]
Verifica di resistenza dei bulloni	2.175 [kg/cm²]	Modulo di resistenza calcolato sull'intradosso dell'ala	666 [cm ³]
Larghezza coprigiunto sup.	24,0 [cm]	Tensione massima all'estradosso dell'ala	1.243 [kg/cm ²]
Larghezza coprigiunto inf.	19,1 [cm]	Tensione massima all'intradosso dell'ala	1.113 [kg/cm ²]
Spessore coprigiunto	0,8 [cm]	Tensione tangenziale media all'intradosso dell'ala	317 [kg/cm ²]
Numero di bulloni per fila	2,0	Tensione ideale all'intradosso dell'ala	1.242 [kg/cm²]
Area netta coprig. Sup.	16,8 [cm ²]	Tutte le verifiche risultano soddisfatte	
Area netta coprig. Inf.	12,8 [cm ²]		
Verifica semplice coprigiunto	1.786,9 [kg/cm²]		
Verifica doppio coprigiunto	1.012,8 [kg/cm²]		
Verifica di rifollamento dell'ala della trave o dei coprigiunti	2.978,1 [kg/cm²]		

6. LICEO "M. POLO" - PALAZZO BOLLANI.

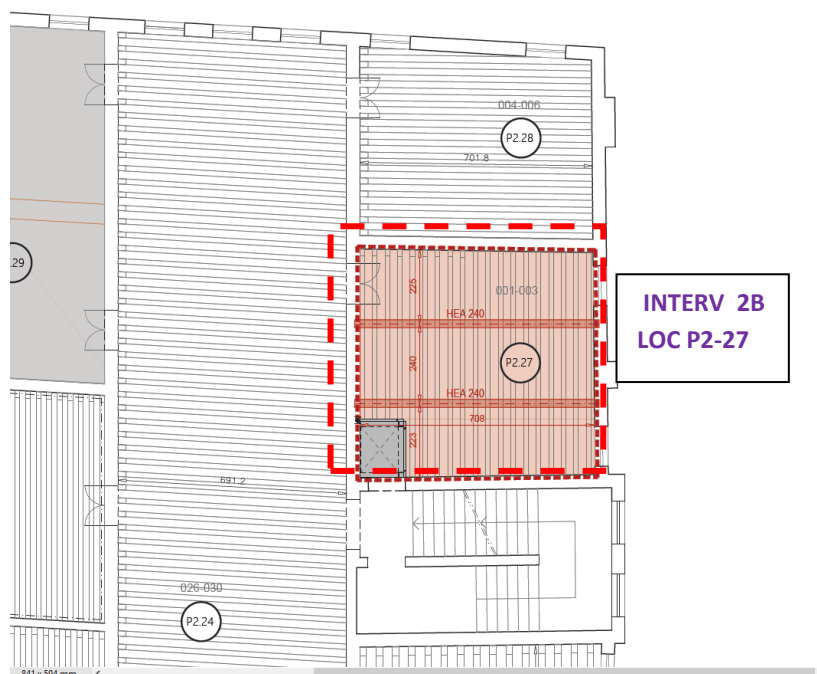
Gli interventi sinteticamente consistono in :

2A – Sostituzione dei tiranti provvisori esterni del pilastro d'angolo del palazzo

Con nuovi tiranti e un'opera di scuci_cuci del limitrofo paramento murario.

2B - Adeguamento della portata strutturale del solaio in legno di secondo piano P2-27 primo mediante inserimento al di sotto dei travetti in legno di 2 putrelle in acciaio che verranno successivamente mascherate da un cassettonato in legno.

2C – Rimozione e rifacimento del controsoffitto del locale a secondo piano P3-35.

6.1. INTERVENTO 2B

Le travi in legno sono 20x14 interasse 38 cm $l = 680$ sostenute da putrelle HEA240 sulla luce di 7.10 m .

PROGETTO ESECUTIVO

Analisi dei carichi

P.proprio solaio in legno: 50 daN/mq

Permanente : 300 daN/mq

Totale: 350 daN/mq

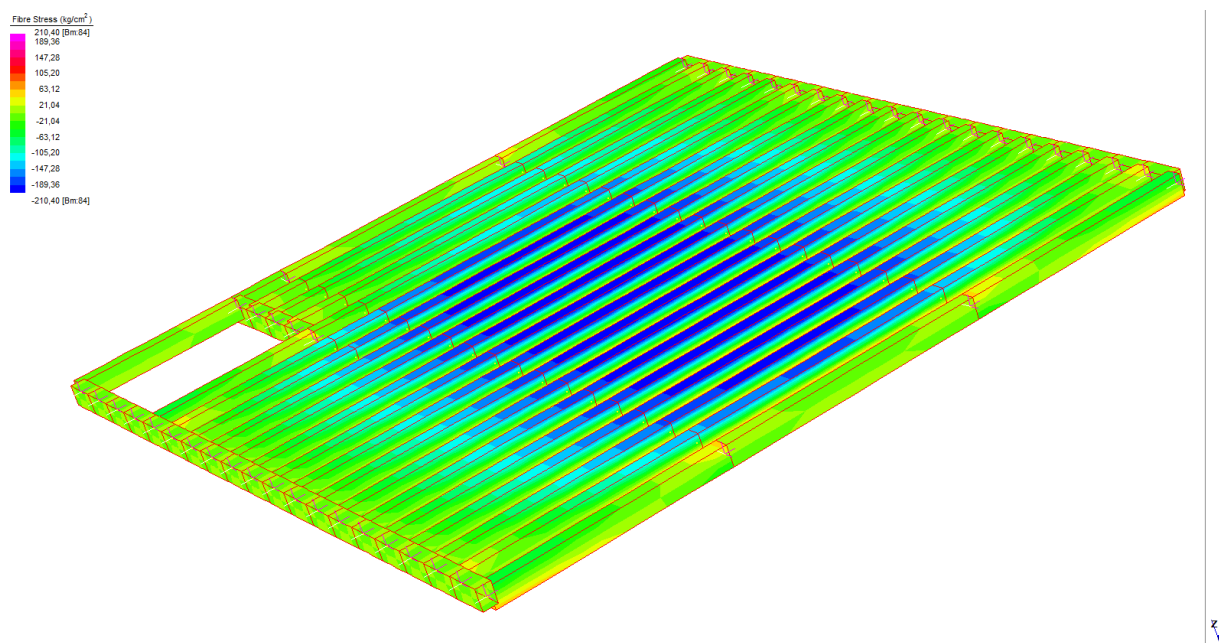
Aaccidentale 300 daN/mq

Nella situazione attuale , di travi non rinforzate 14x20i =38 cm in semplice appoggio sulla luce di 690 cm , i valori delle sollecitazioni nei 2 casi di:

1cc Peso prorpio + permanente

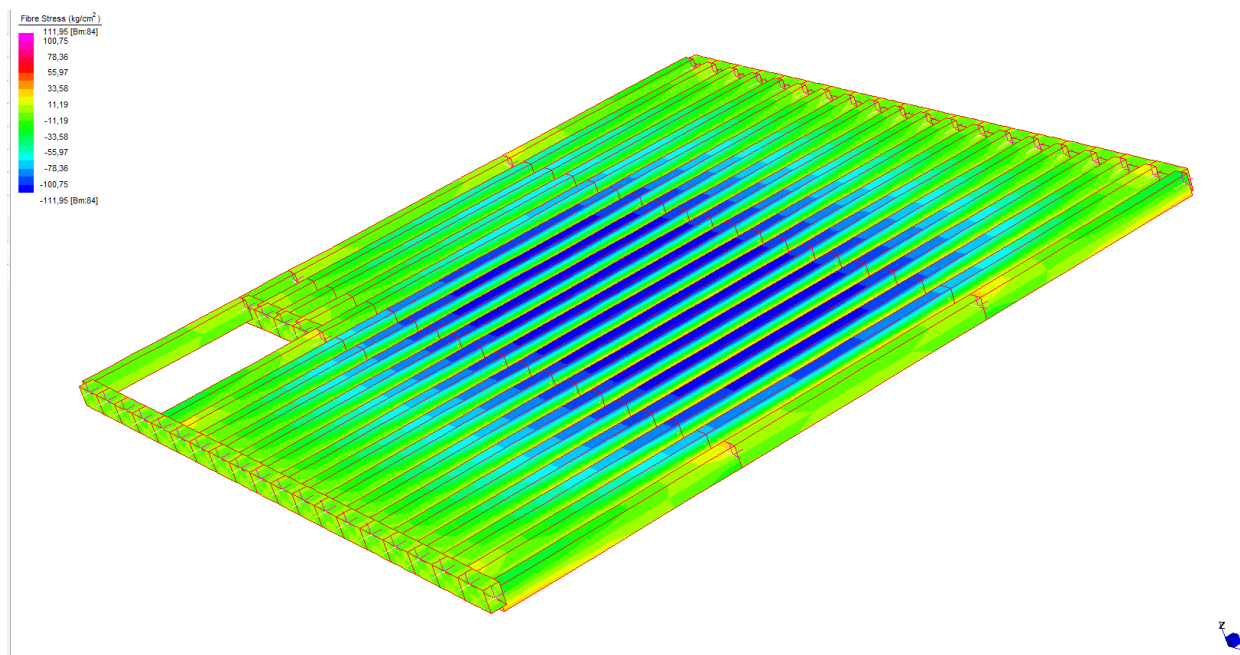
2cc Peso prorpio + permanente+ accidentale

Sarebbero @max = 210 daN/cm²



Per il solo carico permanente in mezzeria si ha 112 daN/cm².

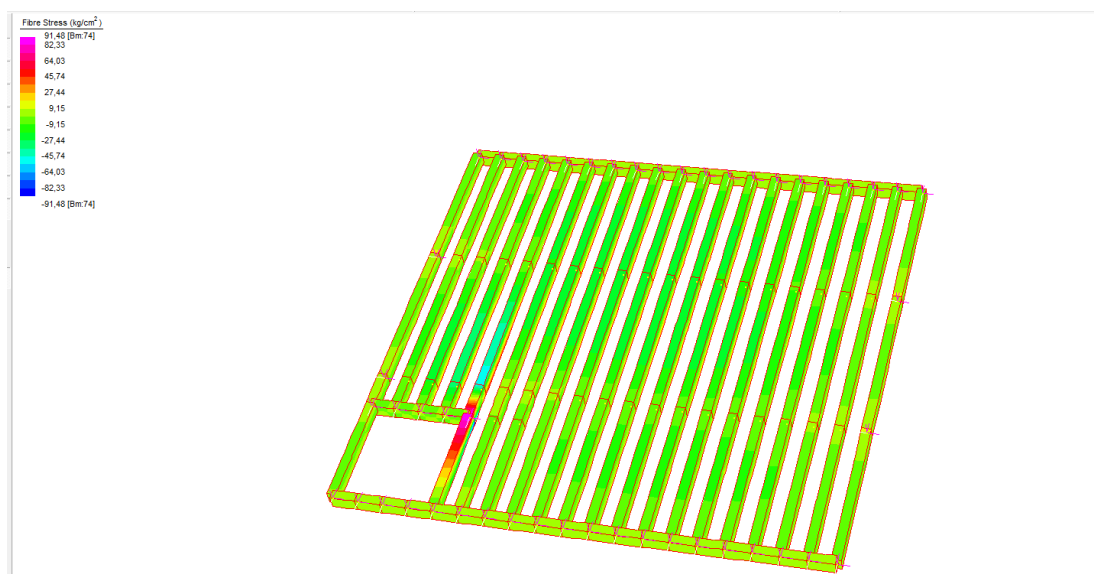
PROGETTO ESECUTIVO



Ai quarti della luce tale sollecitazione assume il valore di circa 80 daN/cm^q.

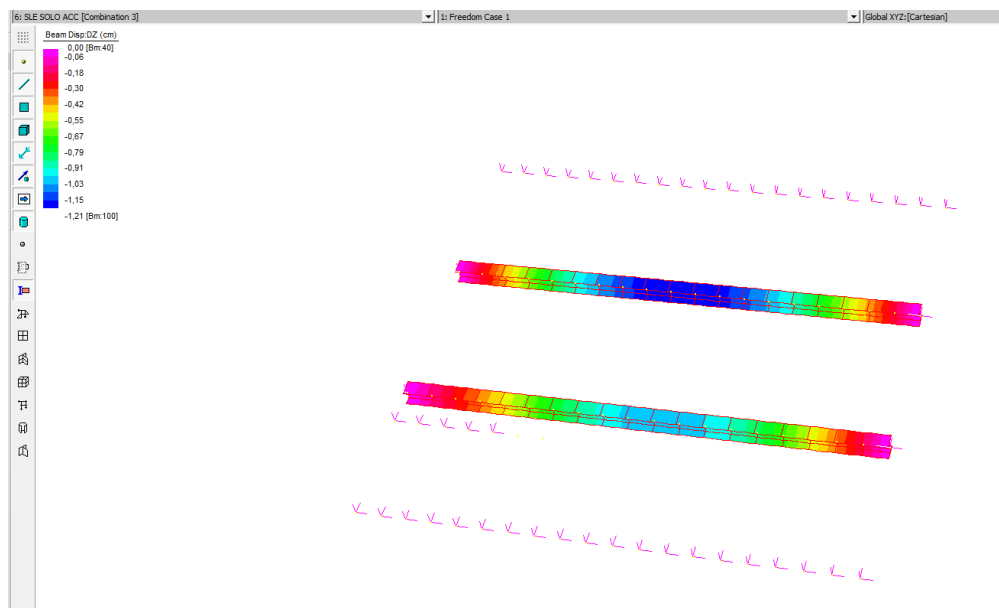
Questo valore deve essere sommato alla tensione dovuta al solo carico accidentale nel caso di rinforzo con travi HEA240 (@= 27 daN/cm^q).

Complessivamente quindi le travi lavorano a $80+27= 107$ daN/cm^q , questo nel caso a favore della sicurezza di travi in legno in semplice appoggio alle estremità. Nei casi reali per i solai di piano si considera che le travi abbiano alle estremità un certo grado di incastro per $a \geq 1/36l^2$ il che riduce il tasso di lavoro delle travi in mezzeria .

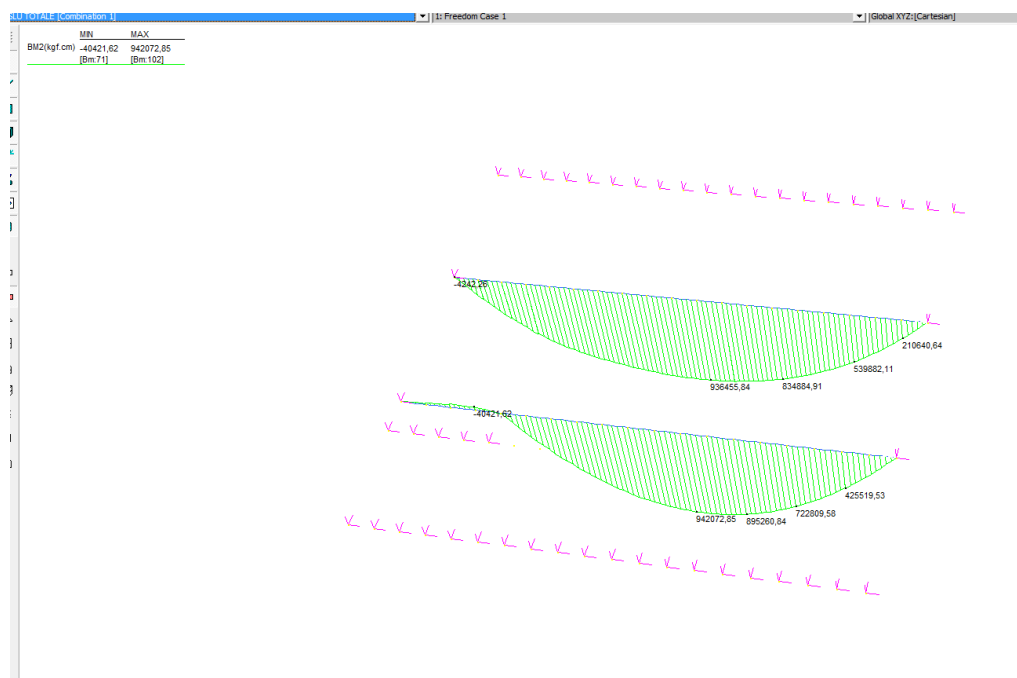
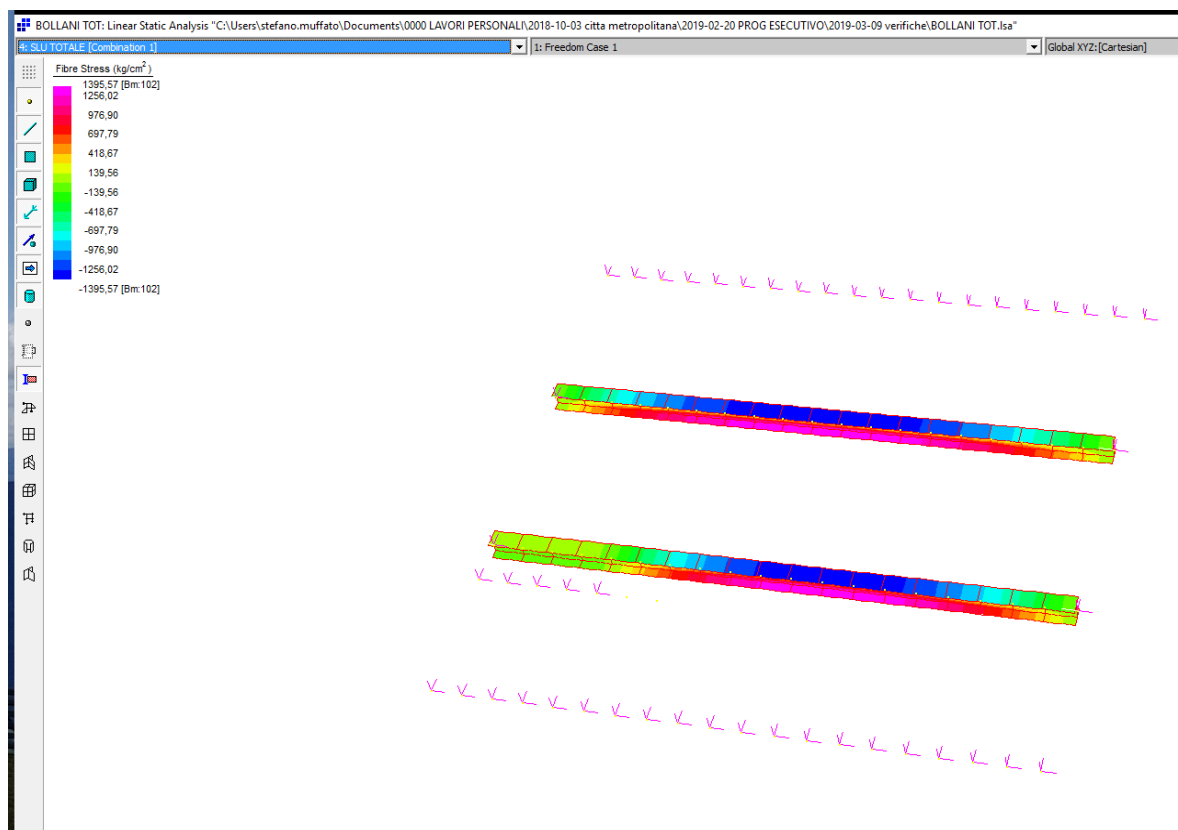


PROGETTO ESECUTIVO

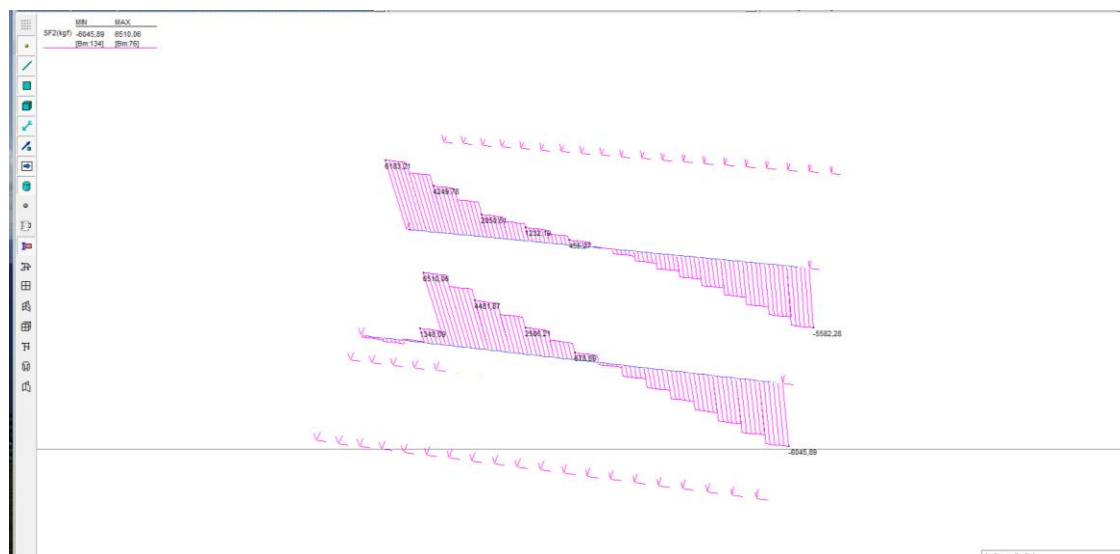
Per le travi hea 240 in acciaio s 275 jr i valori delle sollecitazioni massime nelle peggiori condizioni
ossia di travi precaricate con il carico permanente del solaio risultano pari a $q = 1395 \text{ daN/cm}$
 $2750/1.05 = 2619 \text{ daN/cm}$



PROGETTO ESECUTIVO



PROGETTO ESECUTIVO



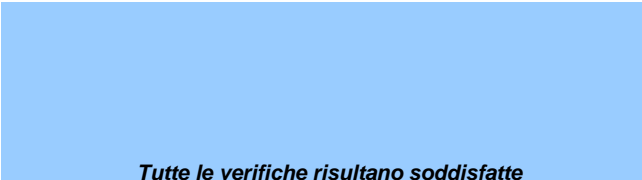
Per i bulloni le sollecitazioni per cui devono essere verificati sono :

$T = 4481 \text{ daN}$

$M = 895260 \text{ daNcm}$

Profilo utilizzato nel giunto		HE 240A	
Caratteristiche di sollecitazione		Verifica del giunto d'anima	
Taglio	4.481 [kg]	Forza di taglio agente sul giunto	4.481 [kg]
Momento flettente	8.952 [kgm]	Forza normale agente sul giunto	0 [kg]
Forza normale	0 [kg]	Momento flettente agente sul giunto	1.052 [kgm]
Momento flettente agente sulle ali	7.900 [kgm]	Eccentricità del taglio	9 [cm]
Momento flettente agente sull'anima	1.052 [kgm]	Momento torcente di trasporto	388 [kgm]
Forza normale agente sulle ali	0 [kg]	Momento totale	1.441 [kgm]
Forza normale agente sull'anima	0 [kg]	Numero di sezioni resistenti per ogni bullone	2,00
Caratteristiche dei materiali			373,4
		Forza verticale dovuta al taglio	2 [kg]
		Forza verticale dovuta alla normale	0,00 [kg]
		Forza orizzontale dovuta al momento torcente	1277, 11 [kg]
		Forza verticale dovuta al momento torcente	1655, 51 [kg]
		Risultante di taglio sul bullone più caricato	2397, 40 [kg]
			2084, [kg/c
			70 mq]
		Verifica di resistenza dei bulloni	
		Momento d'inerzia dei fazzoletti al netto dei fori	352,8 0 [cm4]
		Area dei fazzoletti al netto dei fori	19,20 [cm2]
			3089, [kg/c
			41 mq]
		Verifica di resistenza dei coprighiunti	
		Verifica di rifollamento dell'anima della trave o dei coprighiunti	4566, [kg/c
			48 mq]
Verifica del giunto d'ala		Verifica del profilo al netto dei fori	
Forza di scorrimento su metà coprighiunto	36.23 7 [kg]	Momento d'inerzia della sezione depurata dai fori	6.862 [cm4]
Numero di sezioni resistenti per ogni bullone	2	Modulo di resistenza calcolato sull'estradosso dell'ala	597 [cm3]
MIUR-607-REL-CAL-ESEC.doc		Rev. 00	Redatto:
			Data:15/03/2019
			Comm..:
			Pag. 21/43

PROGETTO ESECUTIVO

Verifica di resistenza dei bulloni	2.626	[kg/c mq]	Modulo di resistenza calcolato sull'intradosso dell'ala	666	[cm3] [kg/cm q]
Larghezza coprigiunto sup.	24,0	[cm]	Tensione massima all'estradosso dell'ala	1.500	[kg/cm q]
Larghezza coprigiunto inf.	19,1	[cm]	Tensione massima all'intradosso dell'ala	1.344	[kg/cm q]
Spessore coprigiunto	0,8	[cm]	Tensione tangenziale media all'intradosso dell'ala	339	[kg/cm q]
Numero di bulloni per fila	2,0		Tensione ideale all'intradosso dell'ala	1.467	[kg/c mq]
Area netta coprig. Sup.	16,8	[cmq]			
Area netta coprig. Inf.	12,8	[cmq]			
Verifica semplice coprigiunto	2.156	[kg/c m2]			
Verifica doppio coprigiunto	1.222	[kg/c m2]			
Verifica di rifollamento dell'ala della trave o dei coprigiunti	3.594	[kg/c m2]			
				Tutte le verifiche risultano soddisfatte	

7. LICEO E CONVITTO NAZIONALE "M. FOSCARINI".

Gli interventi non hanno praticamente carattere strutturale se non per il rinforzo di un sottotetto in legno.

Sinteticamente gli interventi consistono in :

3A – Rinforzo delle teste delle travi in legno del soffitto del piano del locale palestra mediante inserimento di fetoni in legno (locale 26).

3B - Rimozione e rifacimento di circa 1300 mq di controsoffitti in cattive condizioni con nuovi controsoffitti a membrana R60 .

3C – Messa in sicurezza di circa 100 mq di soffitti mediante il realizzo di controsoffitti antisfondellamento R60.

3D – Risanamento Strutturale di una porzione di copertura in legno soprastante il locale 30-32 e della copertura del locale 67-68 , mediante pulizia , realizzo di fetonamenti (affiancamento di nuovo tavolame) e sistemazione delle strutture lignee che risultano a vista fortemente degradate e poggiate su strutture instabili .

3E – Restauro e recupero di alcuni controsoffitti in “incanucciato” mediante intervento dal sottotetto praticabile.



Pag. 24/43

PROGETTO ESECUTIVO

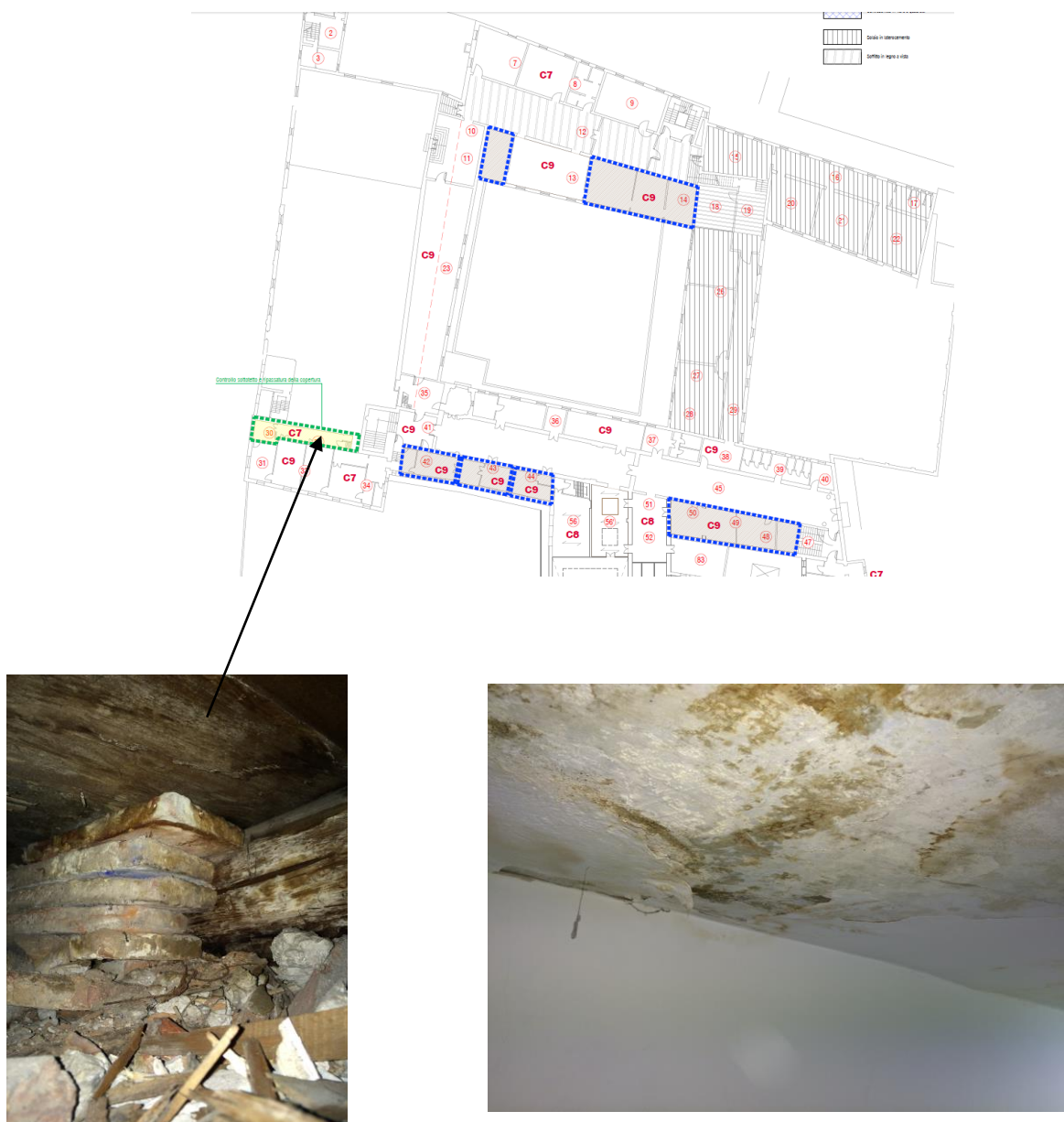


Foto del soffitto e sottotetto afferente i locali 30-32

PROGETTO ESECUTIVO

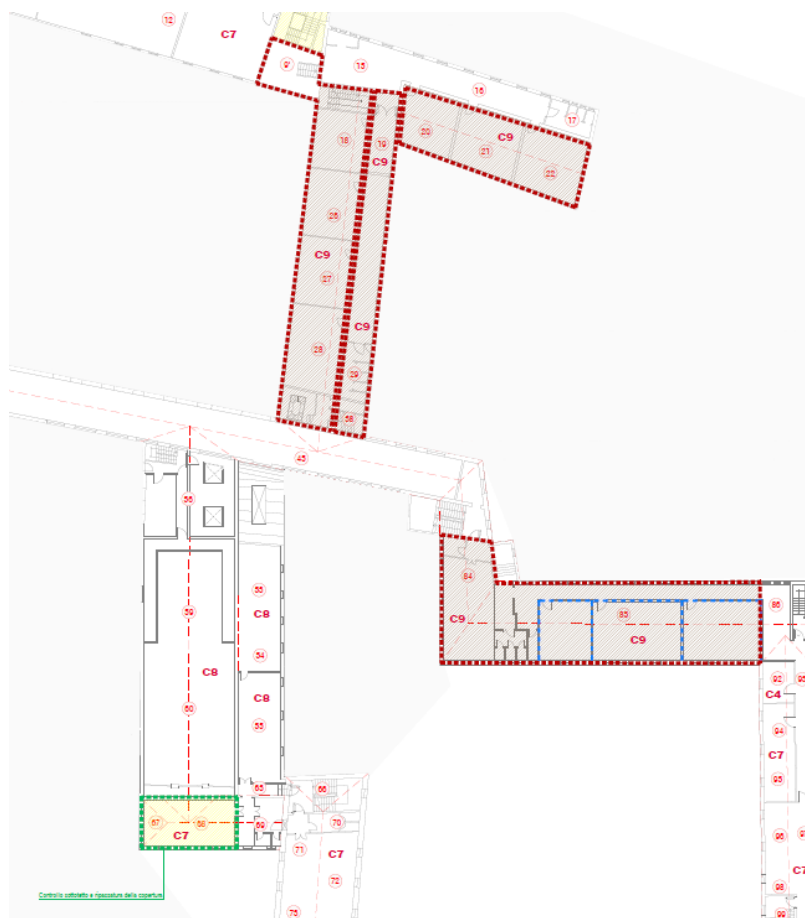


Foto soffitto locali 26 e 27



Foto soffitto locali 26 e 27



Foto locale 85



Foto del soffitto locale 85

Stralcio soffitto piano secondo

8. LICEO ARTISTICO STATALE L.A.S., PALAZZO BASADONNA.

Gli interventi sinteticamente consistono in :

4A – Adeguamento della portata strutturale e del solaio in legno di secondo piano P1-31 mediante inserimento al di sotto dei travetti in legno di lame in acciaio .

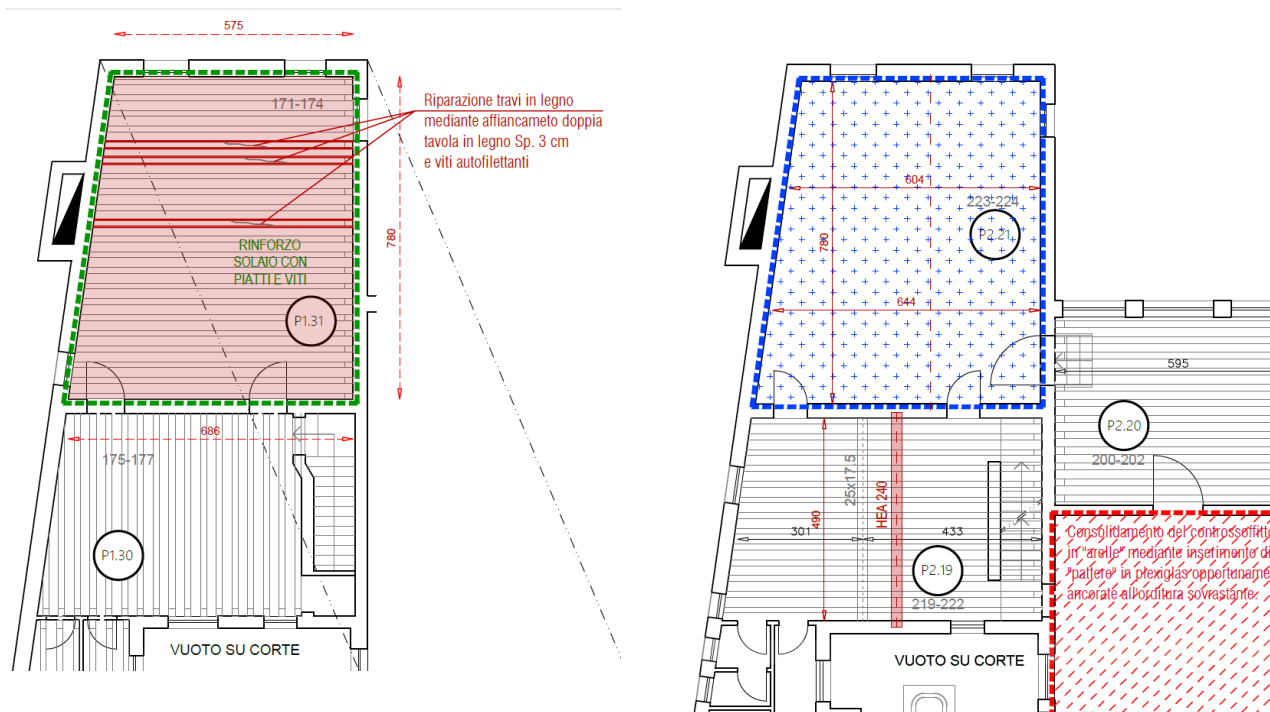
4B – Adeguamento della portata strutturale e del solaio in legno di terzo piano P2-19 mediante inserimento al di sotto dei travetti in legno di lame in acciaio previo rimozione del controsoffitto.

Le lame verranno poi trattate con vernice intumescente che garantisce una resistenza al fuoco di almeno 60 minuti

4C –Rinforzo del solaio del secondo piano P2-19 mediante l’inserimento di una putrella in acciaio HEA240 che verrà mascherata con un cassettonato in legno per garantirne la resistenza al fuoco R 60 .

PROGETTO ESECUTIVO

8.1. INTERVENTO 4A e 4B



Per il dimensionamento e la verifica delle lame 100x5 mm poste sotto le travi esistenti i carichi considerati sono :

$$Q = (350 \text{ daN/mq} * 1.3 + 300 \text{ daN/mq} * 1.5) * 0.35$$

Le relative verifiche nei due casi ossia di :

1 CDC carico permanente + accidentale portato dal sistema trave legno+lama d'acciaio

2- CDC carico permanente portato dalle travi esistenti e carico accidentale dal rinforzo

Sono entrambe soddisfatte , Si ha infatti:

1 CDC carico permanente + accidentale fin dall'inizio

Classe legno		C22	220	daN/cm ²	
Coeff sic			1,5		
classe servizio 1 Kmod=			0,8		
@Limite			117	daN/cm ²	
Fsflilegno=	11,6				

PROGETTO ESECUTIVO

Fyd=	2750				
Qperm	350	1,3			
Qacc	300	1,5			
Q	905				
Interasse travi	35				
q=	317	CARICO			
l=	630	LUCE			
Td==	998	daN			
m=1/x ql2 ;x=	10				
M=	125718	daNcm			
n=	33		coefficiente omgenizzazione		
b	14	cm	DIMENSIONI TRAVI		
h	20	cm	DIMENSIONI TRAVI		
Aamin	2,9	cmq	M/(0.8*h*Fyd)=		
s	0,5	cm	Fissato		
bmin	5,71	cm	ottenuto		
bb=	10	cm	nuova larghezza definita		
Aa=	5	cmq			
A=	445	area omog			
ST=	2981	cm2			
y =	6,71	dist bar base			
J=	20223	mom inerzi			
Wls=	1466	LEGNO SUP			
Wa=	95	acc inf			
@alegno=	86	daN/cmq	tasso lavoro legno		< @max
@aacc=	1321	daN/cmq	tasso lavoro acciaio		< @max
Scorrimento=	1021,3				
Tau=	5,0	daN/cmq			
Omega=	7936,1	daN			
DIMENSIONAMENTO VITI					
Dimensionamento in base resistenza acciaio					
Ach=	5,00	cmq			
Chiodi a 45/0	0		Inclinazione "0" equivale ortogonale		
Ach	5,00	cmq	trave		
Diam chiodi/viti	6	mm			
Achioscelta	0,28	cmq			
MagDiam foro	1				
Daim foro	7				

PROGETTO ESECUTIVO

Lungh Chiodi	150	mm			
N chiodi totali	18				
Passo medio	18	passo			
trave	lungh dei quarti		n effettivo	passo cm	
distribuzione 1/4 =		157,5	12	12,1	
distribuzione 2/4 =		157,5	6	22,5	
Dimensionamento in base resistenza legno					
Achioscelta	0,28	cmq			
Perim	2,20	cm			
Fsfilà=	382,65	daN			
N chiodi totali	21				
Passo medio	15	cm			
ALLA FINE					
Suddividendo la lunghezza della trave in quarti					
Si assume alla fine il passo			passo cm	N chiodi	
distribuzione 1/4 =		157,5	10	16	
distribuzione 2/4 =		157,5	20	8	
totale chiodi				24	

PROGETTO ESECUTIVO

2 CDC carico permanente sole travi in legno + accidentale travi in legno + lama acciaio

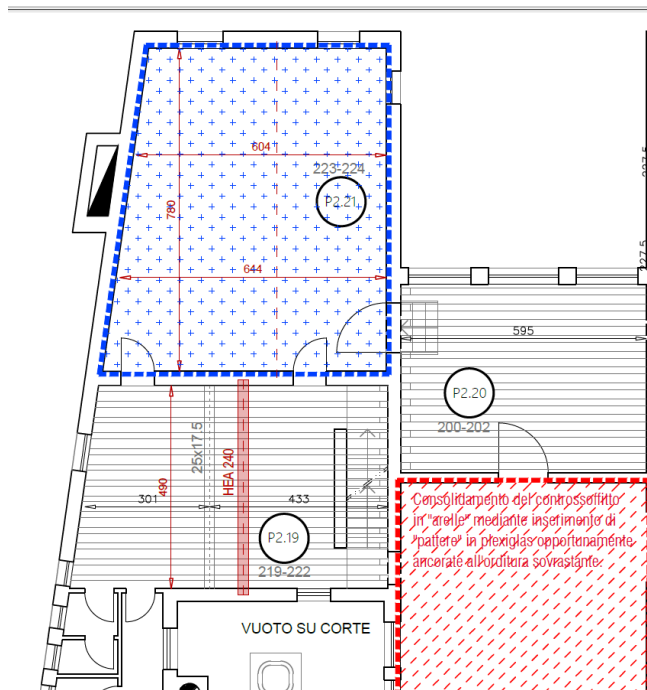
CALCOLO CARICO SOLO ACCIDENTALE				CALCOLO SOLO CARICO PERM			
Fsflilegno=	11,6						
Fyd=	2750						
Qperm	0	1,3		Qperm	350	1,3	
Qacc	300	1,5		Qacc	0	1,5	
Q	450			Q	455		
Interasse travi	35			Interasse travi	35		
q1=	158	CARICO		q=	159	CARICO	
l=	630	LUCE		l=	630	LUCE	
TdA=	496	daN		TdP=	502	daN	
m=1/x ql2 ;x=	10			m=1/x ql2 ;x=	10		
MA=	62512	daNcm		MP=	63206	daNcm	
n=	33						
b	14	cm					
h	20	cm					
Aamin	1,4	cmq					
s	0,5	cm					
bmin	2,84	cm					
bb=	10	cm					
Aa=	5	cmq					
A=	445	area omog					
ST=	2981	cm2					
y =	6,71	dist bar base					
J=	20223	mom inerzi		prima del carico accidentale			
Wls=	1466	LEGNO SUP		Wls=	933		
Wa=	95	acc inf					
@alegno=	43	daN/cmq		@alegno=	68	daN/cmq	< @max
@alegnofinale =	43	+	68	=	110	daN/cmq	< @max
@aacc=	657	daN/cmq	tasso lavoro acciaio		< @max		
Scorrimento=	1021,3						
TauA=	2,5	daN/cmq					

PROGETTO ESECUTIVO

OmegaA=	3946,1	daN					
DIMENSIONAMENTO VITI							
Dimensionamento in base resistenza acciaio							
AchA=	2,49	cmq					
Chiodi a 45/0	0						
Ach	2,49	cmq	necessaria				
Diam chiodi/viti	6	mm					
Achioscelta	0,282743	cmq					
MagDiam foro	1						
Daim foro	7						
Lungh Chiodi	150	mm					
N chiodi	9		totali				
Passo	36	passo	Medio				
trave	lungh dei quarti		n effettivo	passo cm			
distribuzione 1/4 =		157,5	6	22,5			
distribuzione 2/4 =		157,5	3	39,4			
Dimensionamento resiten legno							
Achioscelta	0,282743	cmq					
Perim	2,199115	cm					
FsfilA=	382,646	daN					
n BarreA	10,31271						
Passo	30,54484	cm					
ALLA FINE							
Suddividendo la lunghezza della trave in quarti							
Si assume alla fine il passo			passo cm	N chiodi			
distribuzione 1/4 =		157,5	10	16			
distribuzione 2/4 =		157,5	20	8			
totale chiodi				24			

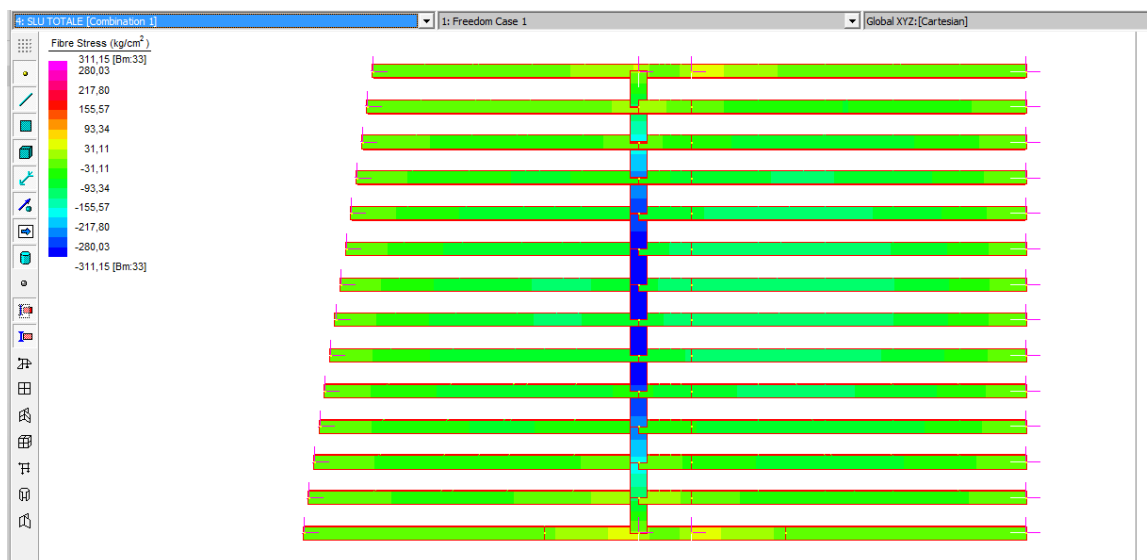
PROGETTO ESECUTIVO

8.2. INTERVENTO 4C



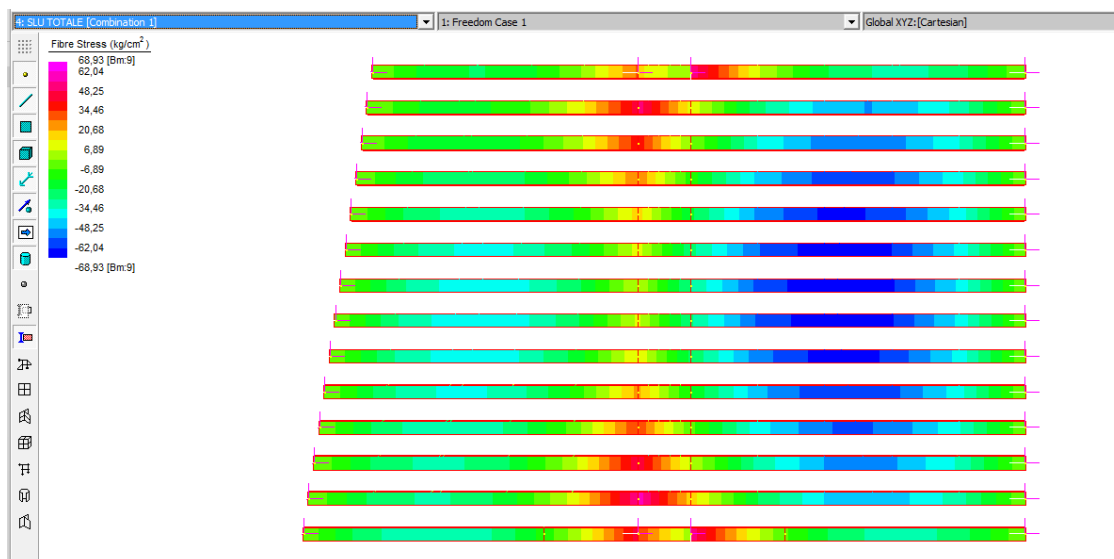
Stato attuale condizione carico permanente

Stato attuale condizione carico permanente + accidentale



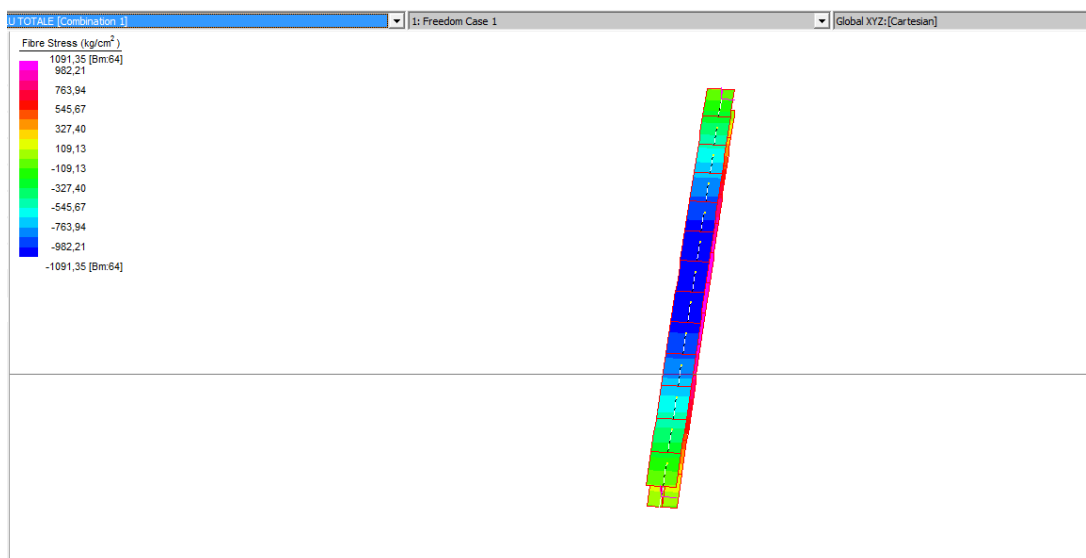
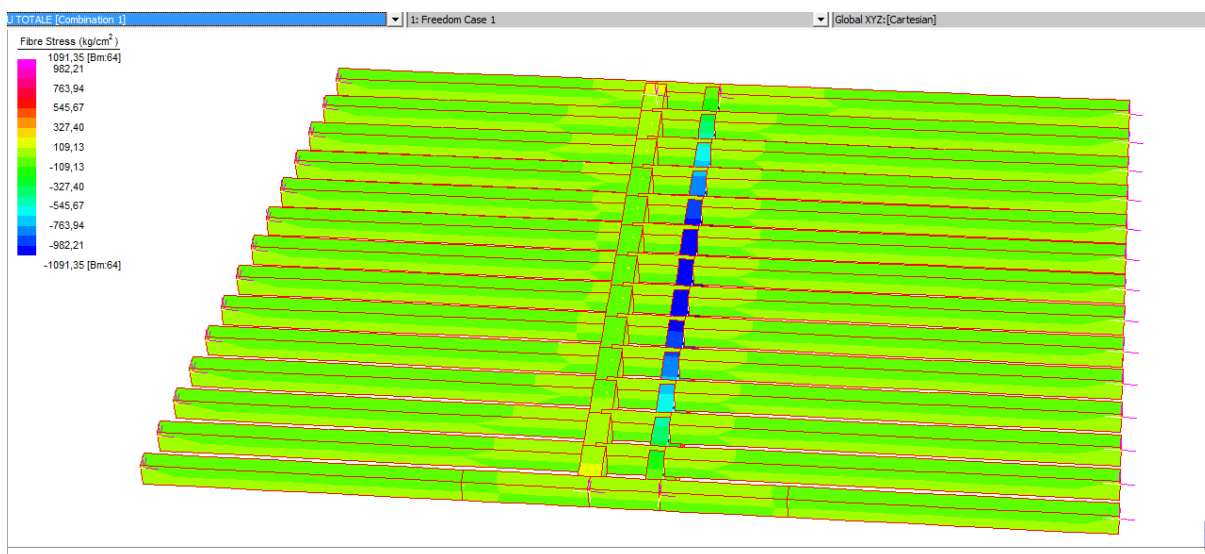
Come si vede la trave rompitratta risulta fortemente sollecitata

PROGETTO ESECUTIVO



Mentre i travetti hanno dei valori di sollecitazione ancora entro valori accettabili

L'adozione di una trave rompitratta HEA240 difatto affianca e sostituisce la trave esistente



Gli interventi sinteticamente consistono in :

5A – Previa rimozione e rifacimento del controsoffitto , adeguamento della portata strutturale del solaio in legno di primo piano S3 mediante inserimento al di sotto dei travetti in legno di una putrella in acciaio.

5B – Rinforzo di 30 capriate C4 in legno mediante l’inserimento di un puntone in legno.

5C – Rinforzo di 6 capriate in legno del cantiere e solidarizzazione a queste dei relativi arcarecci .

La relazione di verifica evidenziava le seguenti criticità:

AMBITO	PROBLEMATICHE RILEVATE	SOLUZIONI PROPOSTE	PRIORITA'
VERIFICA AGLI SLU DEI SOLAI DI PIANO IN ACCORDO CON NTC 2008.	IL SOLAIO S3 RISULTA SOTTODIMENSIONATO, MENTRE ALTRI SOLAI SONO MOLTO VICINI AL LIMITE RESISTENTE. (si veda par. 10) .	INTRODUZIONE PUNTUALE DI ELEMENTI METALLICI DI ROMPITRATTA, adeguatamente protetto per il fuoco	MEDIA *
VERIFICA AGLI SLU DELLE CAPRIATE IN COPERTURA	LE CAPRIATE C4 e CANTIERE NAUTICO RISULTANO NON VERIFICATE A PRESSOFLESSIONE AGLI SLU.	INTRODUZIONE DI ELEMENTI ROMPITRATTA DEI PUNTONI (SAETTE), O INTRODUZIONE DI ULTERIORI CAPRIATE AL FINE DI RIDURRE L' INTERASSE.	MEDIO/ALTA *
LEGGERO CEDIMENTO IN COPERTURA	SONO STATI INDIVIDUATI DUE PICCOLI CEDIMENTI IN COPERTURA, CON LEGGERO AVVALLAMENTO DELLA FALDA (si veda	L' EVENTUALE CONSOLIDAMENTO DELLE CAPRIATE COME SOPRA DESCRITTO DOVREBBE RISOLVERE IL PROBLEMA. EVENTUALMENTE PUO' ESSERE RIPRISTINATA LOCALMENTE LA CORRETTA INCLINAZIONE DELLA FALDA	BASSA
CONTROSOFFITTI A QUADROTTI RIMOVIBILI	QUASI TUTTI I CONTROSOFFITTI RIMOVIBILI RISULTANO FORTEMENTE DANNEGGIATI, SIA AL PIANO PRIMO CHE IN COPERTURA.	SOSTITUZIONE DEI CONTROSOFFITTI A QUADROTTI CON CONTROSOFFITTI A LASTRA CONTINUA, CON ADEGUATA RESISTENZA AL FUOCO.	MEDIA
COLLEGAMENTO DEI CONTROSOFFITTI ALLE STRUTTURE PORTANTI	IN MOLTE PORZIONI DEL FABBRICATO, IN PARTICOLARE IN COPERTURA, GLI ELEMENTI DI SOSTEGNO DEI CONTROSOFFITTI RISULTANO SOLO APPOGGIATI ALLE STRUTTURE PORTANTI (in particolare porzione NW capriate C1).	RIFACIMENTO DEI COLLEGAMENTI DEI CONTROSOFFITTI ALLE STRUTTURE, CON ADEGUATO FISSAGGIO ALLE STRUTTURE PORTANTI.	MEDIO/ALTA

In particolare per il solaio S3 di primo piano , visto il senso di tessitura ee il fatto che poggi su travi

lo schema statico da adottare risulta quello di semplice appoggio . Per cui :

[illegible]

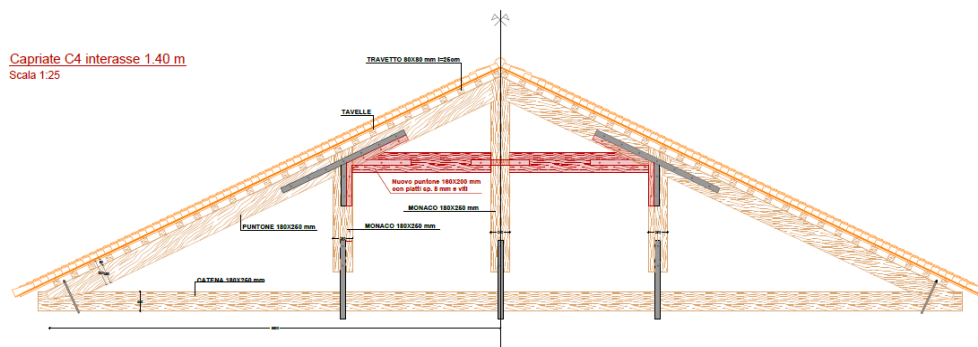
Per tale solaio si prevede l'inserimento al loro disotto di una HEA in acciaio.

PROGETTO ESECUTIVO

La relativa verifica porta a :

VERIFICA TRAVE IN ACCIAIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

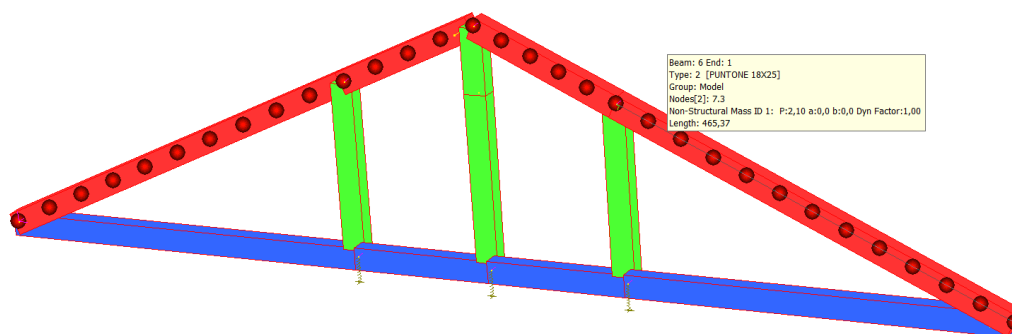
9.2. 5B INTERVENTO RINFORZO CAPRIATE TIPO C4



I carichi cui è soggetta la struttura sono:

$$G_{perm} = 150 \text{ daN/mq} \times 1,40 \text{ (interasse capriate)} = 210 \text{ daN/m}$$

$$Q_{acc} = 80 \text{ daN/mq (Neve)} \times 1,40 \text{ (interasse capriate)} = 112 \text{ daN/m}$$

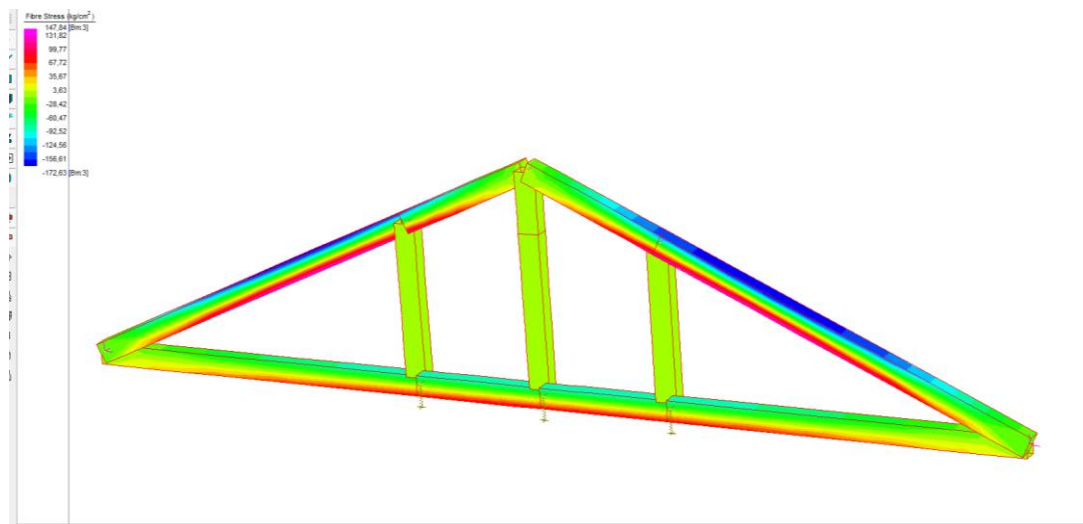


I valori di tasso di lavoro nelle attuali condizioni sono superiori ai limiti ammissibili .

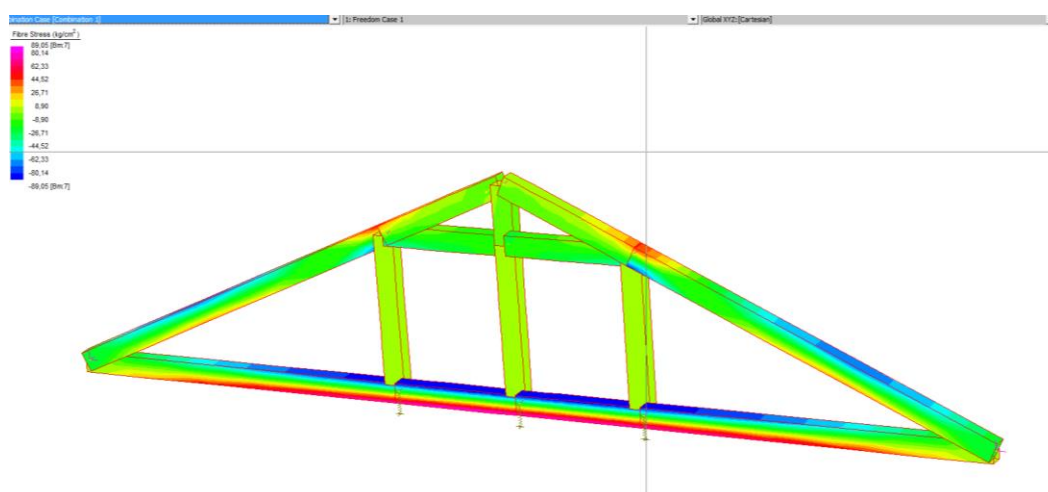
PROGETTO ESECUTIVO

Nel caso in esame la qualità del legno è stata assunta come C20 il che comporta un tasso massimo di lavoro pari a $\sigma_{max} = 200/1.5 \cdot 7 = 94 \text{ daN/cm}^2$.

Come si vede nella figura successiva si raggiungono valori pari a 147/170 daN/cm²

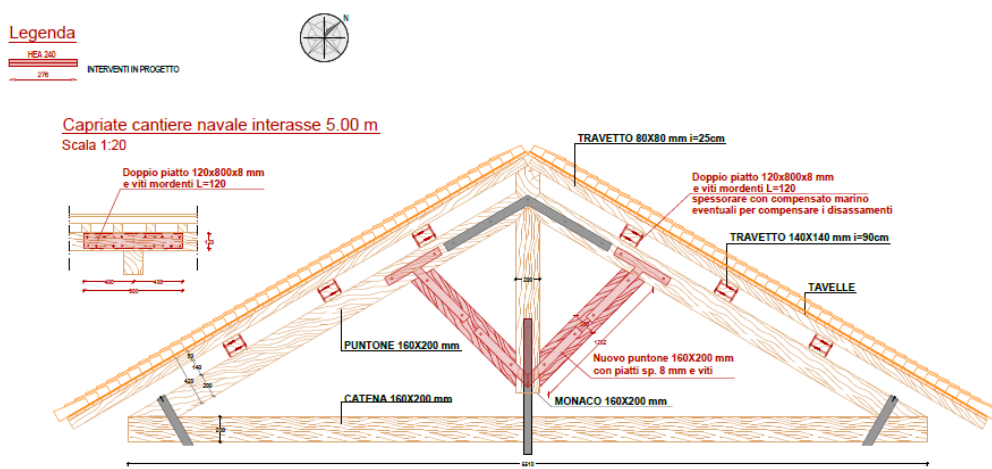


L'introduzione di una saetta orizzontale comporta un sensibile diminuzione delle sollecitazioni tanto da farle rientrare nei valori massimi consentiti ($\sigma_{max} = 89 \text{ daN/cm}^2$).



PROGETTO ESECUTIVO

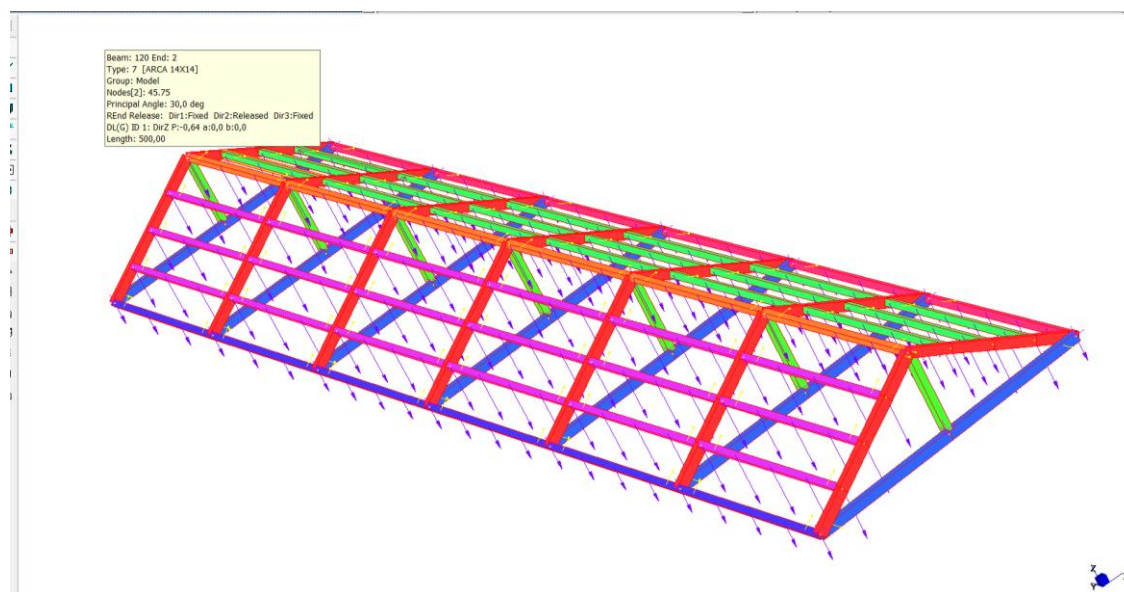
9.3. 5C -INTERVENTO RINFORZO CAPRIATE CANTIERE NAVALE



Le capriate in legno del cantiere navale sono soggette ai seguenti carichi:

$G_{perm} = 150 \text{ daN/mq} \times 0.80 \text{ (in terasse arcarecci } 14 \times 14) = 120 \text{ daN/m}$

$Q_{acc} = 80 \text{ daN/mq (Neve)} \times 0.80 \text{ (in terasse arcarecci } 14 \times 14) = 64 \text{ daN/m}$

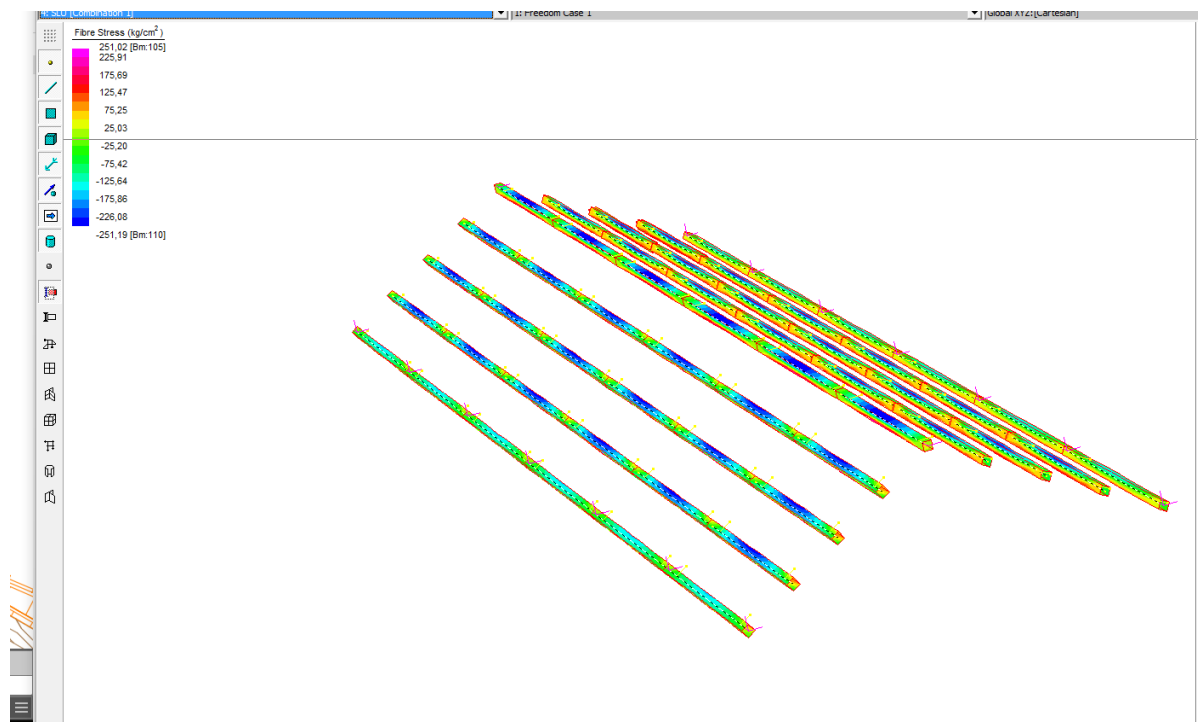
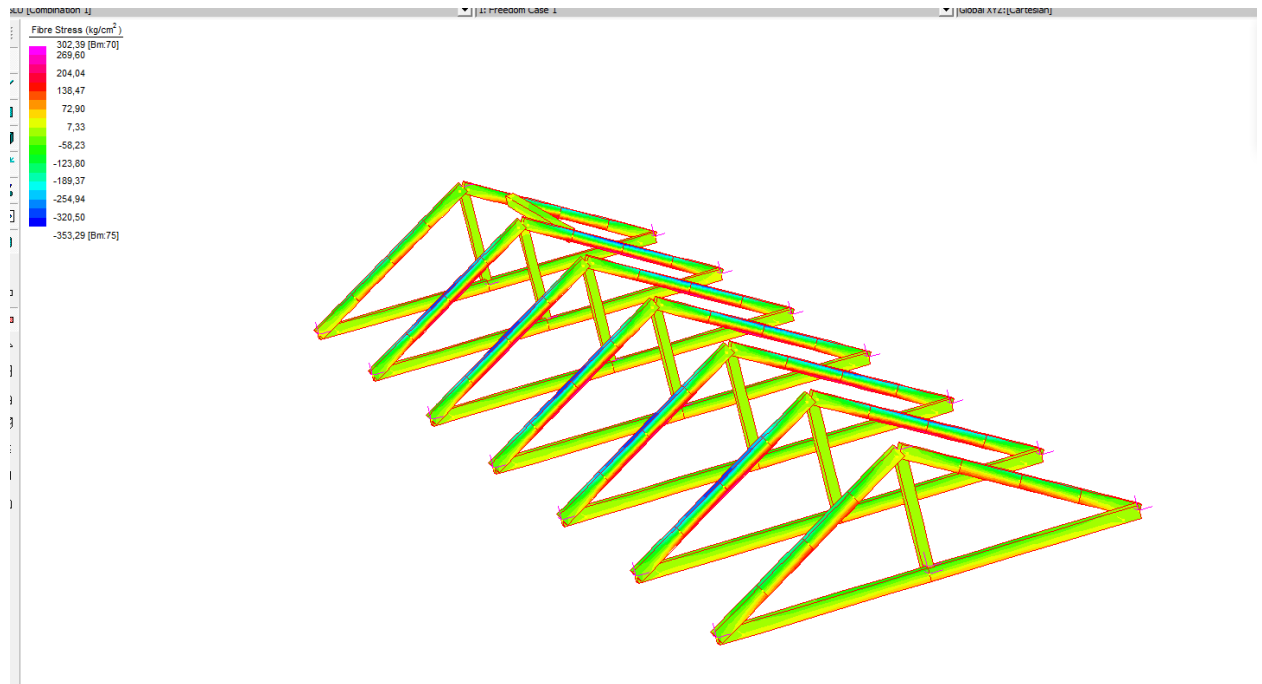


I valori di tasso di lavoro nelle attuali condizioni sono superiori ai limiti ammissibili .

Nel caso in esame la qualità del legno è stata assunta come C20 il che comporta un tasso massimo di lavoro pari a $\sigma_{max} = 200/1.5 \cdot 7 = 94 \text{ daN/cm}^2$.

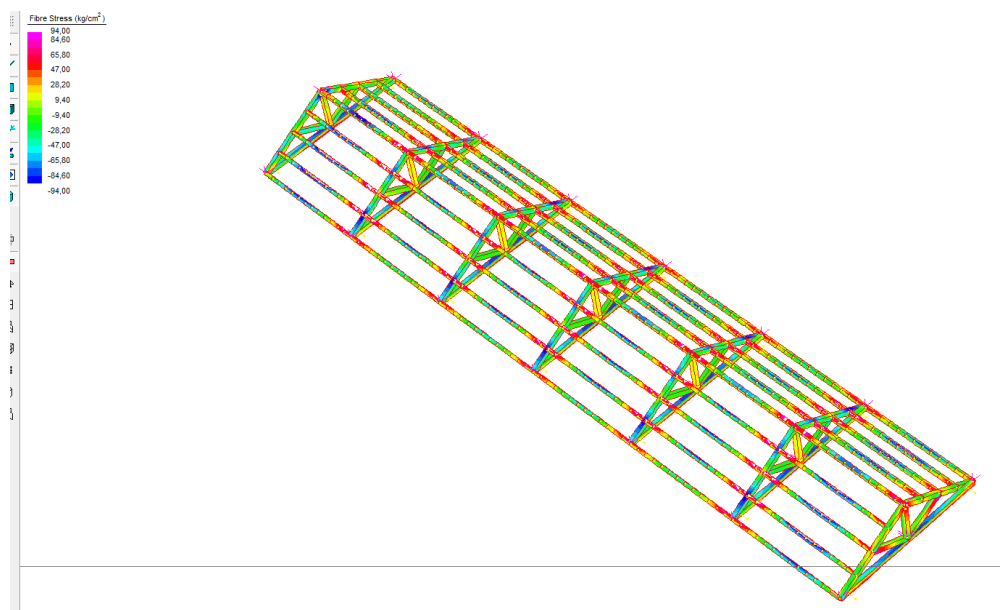
Come si vede nella figura successiva si raggiungono valori pari a $300/353 \text{ daN/cm}^2$.

PROGETTO ESECUTIVO

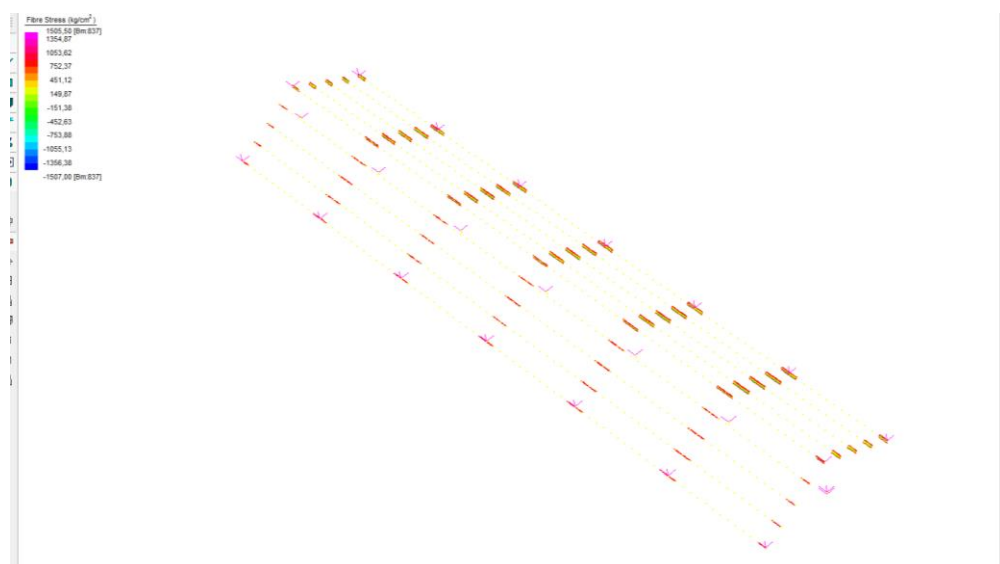


L'introduzione di una saetta e la solidarizzazione degli arcarecci tra loro a mezzo di piastre d'acciaio comporta un sensibile diminuzione delle sollecitazioni tanto da farle rientrare nei valori massimi consentiti .

PROGETTO ESECUTIVO



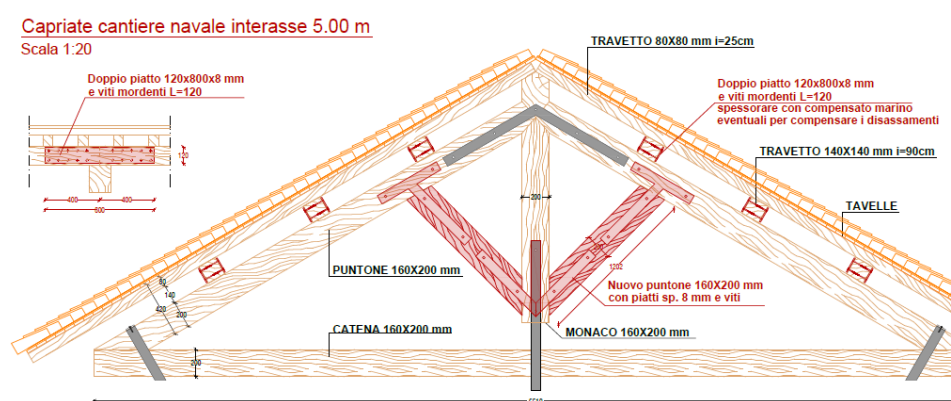
e il tasso di lavoro dei due piatti 8x12x80 cm risulta paria a circa 1500 daN/cm² < @ amm =2619



PROGETTO ESECUTIVO



Particolare dell'arcareccio con appoggio precario sulla capriata



Orditura dei solai di copertura (capriate)

PROGETTO ESECUTIVO

