

Comune di Genova
Città Metropolitana di Genova

Committente:
CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
DIREZIONE SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE
SERVIZIO EDILIZIA

Oggetto:
Valutazione vulnerabilità sismica, indagini preliminari e
progettazione di fattibilità tecnica ed economica
dell'edificio scolastico: I.P.S.I.S. Gaslini P./Meucci A.
sede Via Pastorino Pasquale 15 Genova

RELAZIONE TECNICA

Genova, 18 maggio 2019

Ing. Federico Martignone



INDICE

INDICE	2
1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO.....	5
3. VULNERABILITÀ RISCONTRATE	10
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI NEL CORPO IN CEMENTO ARMATO	13
4.1 PREMESSA E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	13
4.2 VERIFICHE DEI SOLAI POST-RINFORZO.....	16
4.3 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI: TRAVI, PILASTRI E NUOVI SETTI	35
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI NEL CORPO IN MURATURA	45
5.1 PREMESSA E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	45
5.2 VERIFICHE DELLA MURATURA POST RINFORZO	46
5.3 VERIFICHE DEI SOLAI POST-RINFORZO.....	60
5.4 INSERIMENTO DEI NUOVI PROFILI IN ACCIAIO	66
6. INDICE DI VULNERABILITÀ RAGGIUNGIBILE POST-INTERVENTO	88

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda il progetto preliminare di adeguamento statico e sismico del complesso scolastico *I.P.S.I.S. Gaslini Piero/Meucci Antonio – sede – Via Pastorino Pasquale 15* – nel Comune di Genova. L’elaborazione di questo documento ha come dati di partenza i risultati delle indagini diagnostiche strutturali condotte sulla struttura, nonché l’analisi di vulnerabilità sismica e la compilazione della “*Scheda di sintesi della verifica sismica di edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico*”.

Dalle indagini e dalle analisi sviluppate sulle strutture del complesso scolastico sono emerse diverse criticità sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche che sono riassunte nella tabella seguente estratta dalla scheda di sintesi di livello 1 redatta dallo scrivente.

Estratto “Scheda di sintesi della verifica sismica di edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico” per il complesso scolastico *I.P.S.I.S. Gaslini Piero/Meucci Antonio – sede – Via Pastorino Pasquale 15* nel Comune di Genova

28) Indicatori di rischio			
Stato limite		Rapporto fra le accelerazioni	Rapporto fra i periodi di ritorno elevato ad a
B	di collasso (α_{uc})	$0,7883=(PGA_{CLC}/PGA_{DLC})$	$0,76=(TR_{CLC}/TR_{DLC})^*$
C	per la vita (α_{uv})	$<0,275=(PGA_{CLV}/PGA_{DLV})$	$<0,27=(TR_{CLV}/TR_{DLV})^*$
D	di inagibilità (α_{ed})	$>1=(PGA_{CLD}/PGA_{DLD})$	$>1=(TR_{CLD}/TR_{DLD})^*$
E	per l’operatività (α_{eo})	$>1=(PGA_{CLO}/PGA_{DLO})$	$>1=(TR_{CLO}/TR_{DLO})^*$

Dall’analisi di vulnerabilità sismica condotta si riscontra che la capacità della struttura di resistere all’azione sismica di progetto è molto bassa, minore del 27%. Tale risultato ha diverse spiegazioni che si riportano sommariamente qui di seguito:

- 1) La costruzione originaria è stata edificata tra 1920 e il 1923, e completata con l’ampliamento del 1953, pertanto prima dei criteri prestazionali che caratterizzano la progettazione oggi;
- 2) La normativa tecnica di riferimento riportava per le strutture solamente prescrizioni circa le geometrie e le armature minime da porre nelle sezioni resistenti;
- 3) Lo scrivente ha potuto svolgere le indagini diagnostiche durante l’attività scolastica; le interferenze tra le due attività hanno implicato una limitazione delle aree di indagine, non è stato possibile verificare la armature all’estradosso degli elementi strutturali orizzontali in cemento armato (travi e solai), in quanto tale ricerca avrebbe comportato la rottura delle pavimentazioni;

- 4) Analoga osservazione circa i nodi trave pilastro: ne sono stati indagati alcuni, ma una verifica ed una visione più diffusa non è stata possibile in quanto anche in questo caso gli scassi necessari dovevano essere operati a plesso chiuso;
- 5) A prescindere dall'analisi sismica, le verifiche di resistenza in condizioni statiche di molti elementi strutturali non risultano soddisfatte alle attuali normative;
- 6) L'indice di rischio per le strutture in cemento armato, così come riportato nella scheda, corrisponde alla prima rottura che si verifica nella costruzione; ciò esclude la possibile ridistribuzione delle azioni che potrebbe derivare;

La finalità di questo progetto è quindi valutare gli interventi necessari ad adeguare la struttura, prescrivendo preliminarmente un piano di indagine diagnostico e geognostico integrativo volto a superare i limiti imposti all'attività di questo incarico.

2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

La scuola è stata realizzata dal Comm.re Egidio Gaslini, in memoria del figlio Piero caduto in guerra nel 1918. I documenti presenti presso l'Archivio storico attestano che il fondatore ha acquistato il corpo in muratura (anticamente era una villa) e ha fatto eseguire diversi lavori per i necessari adattamenti e l'edificazione dell'attuale corpo centrale in cemento armato tra il 1920 e il 1923. Nelle foto della scuola, inaugurata il 26/10/1924, infatti, sono riportate le aule del corpo centrale con le travi ricalate in cemento armato ancora oggi presenti.

Il corpo laterale, che si sviluppa dal vano scala centrale (questo compreso) verso sud, è stato edificato nel 1953 come dimostrato dalla documentazione presente nell'archivio pratiche edilizie del Comune di Genova.

Il corpo centrale in cemento armato, al momento dell'ampliamento del 1953, era già presente per l'intera altezza attuale. Negli anni 2000 sono stati eseguiti poi alcuni interventi riguardanti il rifacimento della scala in cemento armato sul fronte ovest del corpo in muratura, il prolungamento della scala centrale tra il piano primo e il piano terra e un ascensore esterno.

In conclusione il complesso scolastico è stato realizzato ristrutturando il corpo in muratura e procedendo con un primo ampliamento con struttura in cemento armato nel 1920, successivamente è stato eseguito un ulteriore ampliamento nel 1953 ancora con struttura in cemento armato

Le indagini effettuate sul corpo in muratura mostrano inoltre che la costruzione ha subito diversi rimaneggiamenti che riguardano principalmente nell'eliminazione di alcune pareti portanti al piano terra, la realizzazione di alcuni volumi in ampliamento (corpo scala ovest e corpo bagni P1 e aula informatica P2 lato nord), realizzazione del corpo in copertura attualmente adibito a locale caldaia e il rifacimento di alcune porzioni di solaio.

L'edificio, quindi, si sviluppa su 5 livelli (uno seminterrato e quattro fuori terra copertura compresa) ed è costituito da un corpo in muratura portante con pareti di pietra e di mattoni pieni e un corpo in cemento armato che ha struttura a telaio bidirezionale con travi per lo più emergenti rispetto allo spessore del solaio. Gli orizzontamenti del corpo in muratura sono per lo più in legno con travetti accostati e in profilati metallici e laterizio. Nel solaio del piano terzo sono state rinvenute due campiture in laterocemento. Gli orizzontamenti della parte in cemento armato sono in soletta piena nel corpo centrale adiacente a quello in muratura (fatta eccezione per il solaio di copertura in laterocemento) e in laterocemento nel corpo laterale (fatta eccezione per la soletta del piano primo sopra all'auditorium che è piena in cemento armato).

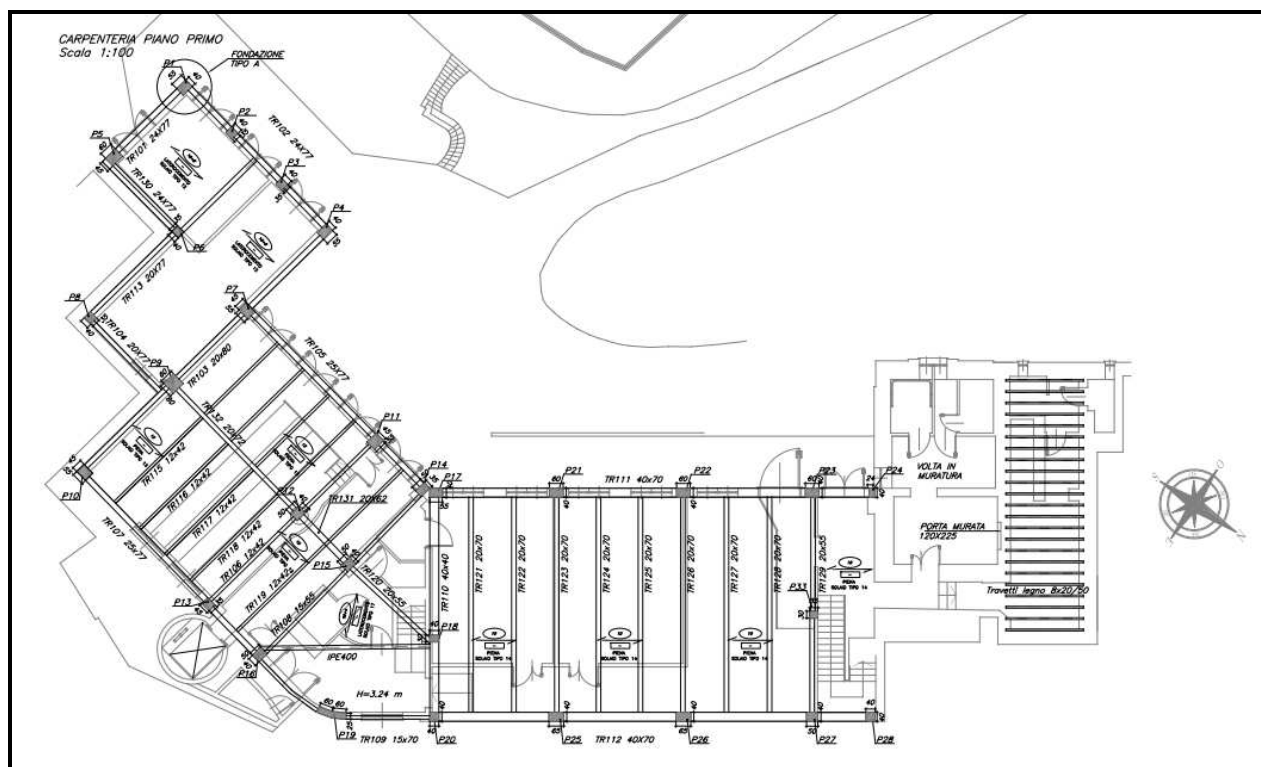
La struttura risulta non è regolare né in pianta né in altezza.

Nel seguito si riporta una breve descrizione circa la geometria, corrispondente a ciascun livello della costruzione.

Piano terra

La porzione in muratura è costituita da un volume parzialmente interrato di forma rettangolare avente dimensioni 10,00 m x 12,50 m circa. Tale volume ha superficie in pianta minore dei restanti livelli in elevazione.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscrivibile in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. La porzione laterale ha superficie in pianta minore dei restanti livelli in elevazione. L'altezza netta di interpiano è pari a 3,30 m circa.

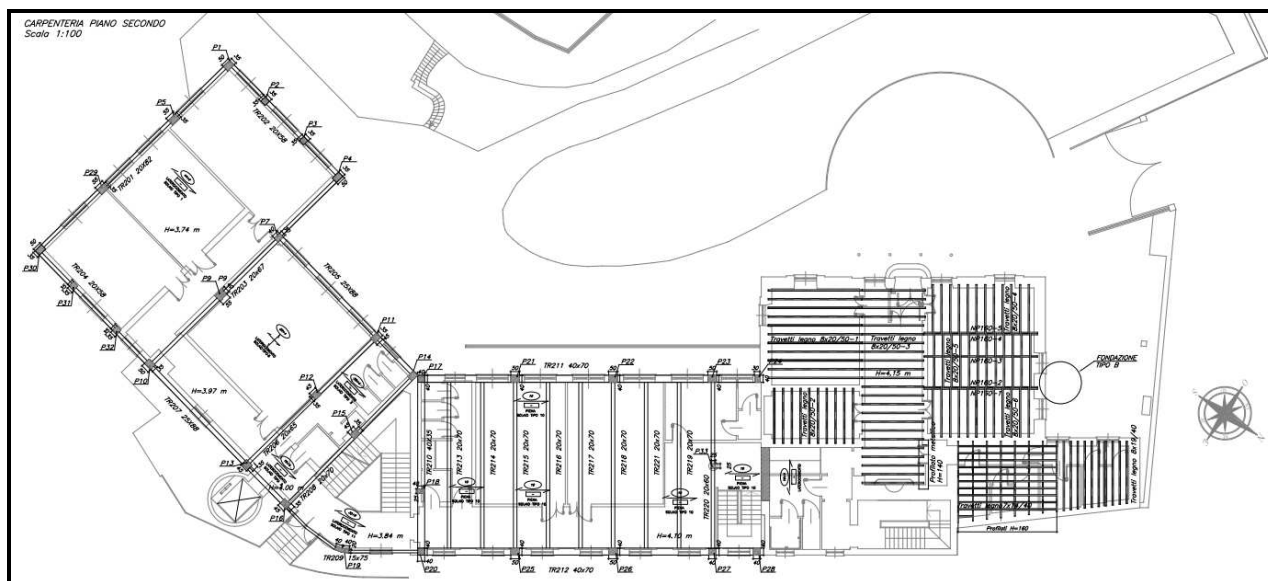


Planimetria Piano Terra – Carpenteria Piano primo

Piano primo

La porzione in muratura è costituita da un volume di forma pressoché quadrata avente dimensioni 16,00 m x 16,00 m circa dal quale si sviluppa verso nord il volume che a tale livello ospita i bagni.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscrivibile in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. L'altezza netta di interpiano è pari a circa 4,00 m circa.

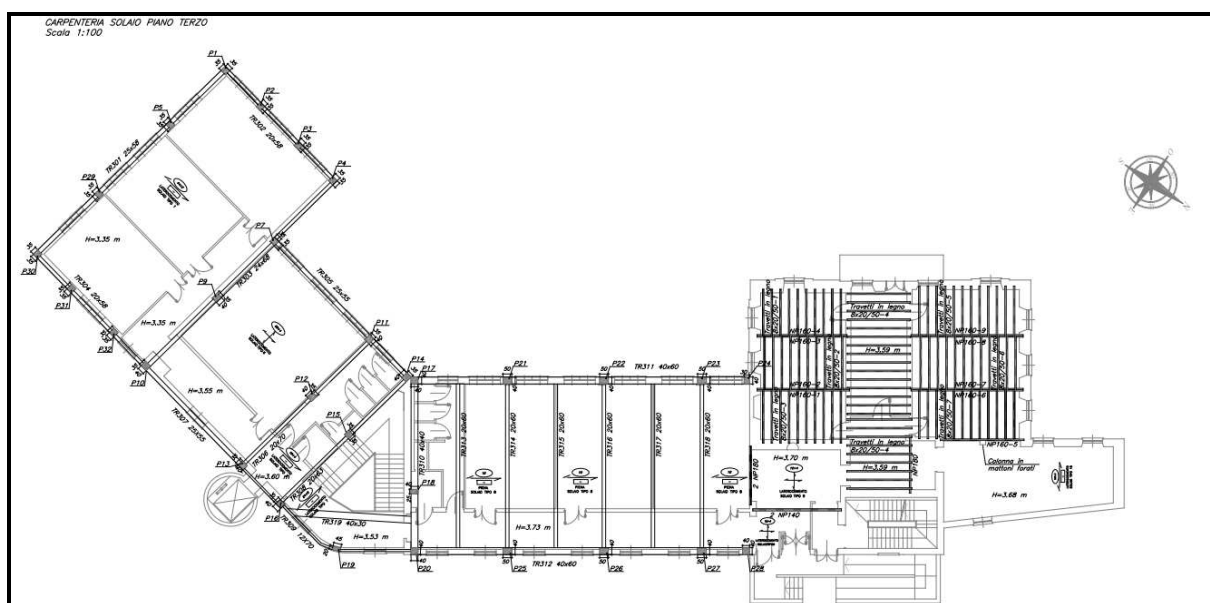


Planimetria Piano primo – Carpenteria Piano secondo

Piano secondo

La porzione in muratura è costituita da un volume di forma pressoché quadrata avente dimensioni 16,00 m x 16,00 m circa dal quale si sviluppa verso nord il volume che a tale livello ospita l'aula informatica.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscrivibile in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. L'altezza netta di interpiano è pari a 3,80 m circa.

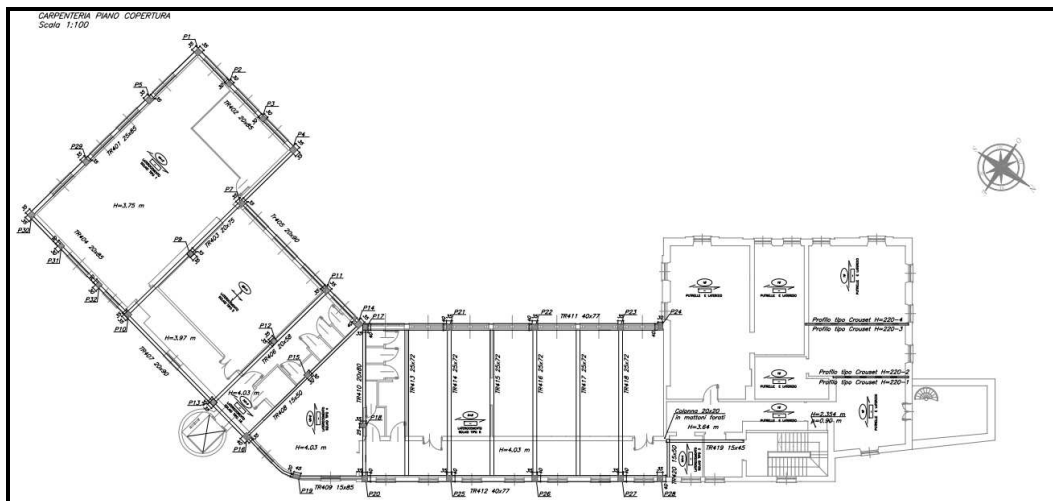


Planimetria Piano secondo – Carpenteria Piano terzo

Piano terzo

La porzione in muratura è costituita da un volume di forma pressoché quadrata avente dimensioni 16,00 m x 16,00 m circa.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscritto in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. L'altezza netta di interpiano è pari a 4,00 m.



Planimetria Piano terzo – Carpenteria Piano copertura

Come riportato sopra la copertura è di tipo piano sia nel corpo in cemento armato sia nel corpo in muratura. Sulla porzione di solaio verso ovest del corpo in muratura è presente un volume adibito a locale caldaia. Nella figura seguente è riportata la vista aerea del complesso scolastico con indicato il sopradetto volume.



Vista aerea del complesso scolastico

Nelle figure seguenti si riportano alcune foto del complesso scolastico in oggetto.



Facciata ovest: La Freccia rossa indica il corpo in c.a. edificato nel 1920, la freccia blu il corpo laterale in c.a. edificato nel 1953



Facciata ovest: La Freccia rossa indica il corpo in c.a. edificato nel 1920, la freccia blu il corpo laterale in c.a. edificato nel 1953, la freccia gialla il corpo in muratura

3. VULNERABILITÀ RISCONTRATE

Dalle indagini e dalle verifiche condotte appare chiaro che l'edificio scolastico, per essere ritenuto adeguato alle attuali normative (NTC18), come tutti gli edifici della medesima epoca di costruzione, debba essere adeguato staticamente e sismicamente. Gioco forza, aspetto non trascurabile, il ruolo dettato dal confronto dei requisiti strutturali tra regio decreto e NTC18; il carattere di queste ultime è puramente prestazionale e di rispetto delle gerarchie delle resistenze. La struttura è attualmente operativa ed in esercizio; basandosi sul rilievo del quadro fessurativo e di degrado, sono stati riscontrati le seguenti criticità:

- 1) L'edificio nel suo complesso è stato costruito secondo dettami normativi differenti da quelli attuali, ovvero le norme tecniche delle costruzioni (aggiornamento 2018);
- 2) L'edificio attuale è il risultato di diversi ampliamenti volumetrici eseguiti dal 1920 al 1953;
- 3) La tecnologia costruttiva corrisponde a muratura portante e solaio in legno o putrelle e laterizio per il corpo originario, in cemento armato con orizzontamenti in soletta piena per il corpo centrale e in cemento armato con orizzontamenti in latero cemento per il corpo laterale;

A seguito delle indagini eseguite per la ricerca degli elementi strutturali in cemento armato e dell'indagine visiva sulle murature sono state riscontrate le seguenti vulnerabilità:

Corpo in muratura:

- Assenza di ammorsamento tra pareti del corpo bagni al piano primo e la struttura principale in muratura (si veda foto seguente). Tale vulnerabilità, presumibilmente si verifica anche ai piani superiori;



- Presenza di muratura in mattoni pieni con camera d'aria interna in luogo di una parete piena nel corpo bagni al piano primo in adiacenza della struttura principale in muratura (si veda foto seguente). Tale vulnerabilità, presumibilmente si verifica anche ai piani superiori.



- Presenza di colonna in mattoni forati di dimensioni 30x30 a sostegno del solaio del piano terzo (si veda foto seguente). Tale colonna si trova tra l'aula informatica e la segreteria.



- Assenza di ammorsamento tra le pareti del vano scala sul fronte est e la struttura principale in muratura (si veda foto seguente). Tale vulnerabilità si verifica a tutti i livelli.



- Il volume tecnico presente in copertura e adibito a locale caldaia si appoggia in falso sul solaio sottostante e presenta le pareti realizzate in mattoni forati.

Corpo in cemento armato centrale e laterale:

- Assenza di giunto strutturale tra corpo centrale in cemento armato e corpo in muratura. Le solette del corpo in cemento armato appoggiano sulle pareti in muratura mentre le travi di bordo terminano su pilastri in cemento armato affiancati alle pareti murarie. Tali pilastri presentano sezione ridotta al piano terra per la presenza di conci di pietra sporgenti dalla costruzione adiacente e hanno quantità assai basse di armatura (si veda figura seguente).



- Parziale giunto strutturale tra corpo centrale e corpo laterale in cemento armato. Sul fronte ovest infatti sono presenti due pilastri affiancati mentre sul fronte est la trave di e il solaio del vano scala vanno ad appoggiarsi sulle strutture del corpo centrale.
- Cappa superiore esigua (circa 2 cm) e non armata nei solai in laterocemento del corpo laterale al di sopra del magazzino. Ne deriva una scarsa ripartizione trasversale del carico tra i travetti che insieme alla presenza di tramezze disposte parallelamente all'orditura della soletta può portare a cedimenti differenziali.

4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI NEL CORPO IN CEMENTO ARMATO

4.1 Premessa e descrizione degli interventi

Di seguito si riportano gli interventi proposti per adeguare staticamente e sismicamente il corpo in cemento armato del complesso scolastico in oggetto:

- 1) Realizzazione di giunto strutturale tra il corpo in cemento armato e il corpo in muratura mediante la demolizione dei pilastri posti addossati alle pareti in muratura e la ricostruzione degli stessi in posizione arretrata. Su di essi sarà impostata una nuova trave di bordo su cui graverà la soletta esistente che attualmente si appoggia sulle murature.
- 2) Realizzazione di nuovi setti in cemento armato che diverranno gli elementi primari a resistere alle azioni sismiche, opportunamente resi solidali con le strutture esistenti; in tal modo i pilastri e le travi esistenti diverranno elementi sismici secondari soggetti solo ai carichi gravitazionali.
- 3) Rinforzo di alcuni pilastri e travi mediante camicia in cemento armato al fine di renderli adeguati a sostenere i carichi gravitazionali con il grado di sicurezza richiesto dalle norme attuali, opportunamente resi solidali con i nuovi setti in c.a. e con i solai esistenti mediante adeguati collegamenti con ancoranti chimici.
- 4) Rinforzo dei solai:
 - 4a) Il rinforzo consisterà nel getto di una cappa collaborante in calcestruzzo strutturale alleggerito all'estradosso di alcuni solai, all'interno del quale verrà posizionata la rete di ripartizione.
 - 4b) Per quanto riguarda i campi di solaio in cui non risultano soddisfatte le verifiche nei confronti del momento positivo e del taglio, si dispone la sostituzione di una fila di volterrane ogni

due, in senso parallelo a quello dei travetti esistenti, con una nuova trave in cemento armato, realizzata in spessore di solaio ed adeguatamente armata.

- 4b) Un ulteriore intervento, riguardante i campi di solaio in cui non risultano soddisfatte le verifiche nei confronti del momento positivo e del taglio, consisterà nell'applicazione di tessuti in fibra di carbonio FRP, sia lungo l'asse del travetto sia perpendicolarmente al suo asse con andamento a U

Nell'ottica di un futuro adeguamento sismico, i professionisti prescrivono che, prima di intraprendere qualsiasi tipo di consolidamento, siano svolte indagini sugli elementi che in quest'incarico non è stato possibile svolgere.

Per quanto concerne gli elementi di Solaio, analizzati in questo incarico esclusivamente al loro intradosso, occorre indagare in merito alla quantità di armatura disposta a momento negativo nei travetti di solaio. Tale lavorazione, che consiste nella demolizione della pavimentazione, del sottofondo e nello scasso fino al vivo del ferro, deve essere eseguita in campata ed in prossimità dell'appoggio per i campi di solaio indagate durante questo incarico al fine di incrociare e completare le informazioni.

Per quanto riguarda gli elementi Trave, in questa fase la conoscenza dell'armatura a momento negativo è minima. Inoltre è praticamente nulla la conoscenza dei nodi trave-pilastro, indispensabile per comprendere se vi è o meno un confinamento atto a trasmettere tra gli elementi le sollecitazioni. Pertanto, occorre prevedere uno scrostamento al vivo delle armature dei nodi trave-pilastro, quindi prevedere:

- Rilievo ferri armatura trave concorrente nel nodo;
- Rilievo ferri armatura pilastro concorrente nel nodo;
- Rilievo ferri nel nodo per valutare la presenza o meno di staffe di confinamento.

A queste operazioni si accompagna la parziale demolizione all'estradosso della trave, per il rilievo (visivo o mediante pacometro) dell'armatura al lembo superiore.

Analogamente a quanto prescritto nelle travi, anche per i Pilastri, soprattutto quelli rastremati dall'alto verso il basso, occorre approntare una particolare attenzione nel rilievo dell'armatura. È fondamentale per questi elementi strutturali, situati ai diversi piani, poter operare uno scasso perimetrale al fine di individuare la presenza su tutti e quattro i lati delle armature longitudinali, nonché il passo delle staffe distinto tra appoggio e mezzeria.

In virtù dell'impossibilità durante l'incarico di aver avuto accesso alle Fondazioni è necessario prevedere un quadro diagnostico volto a classificarle anche alla luce dell'inserimento dei nuovi setti, che sono continui da cielo a terra e devono avere una propria fondazione.

A questo proposito si prescrive l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo a profondità 10 m, accompagnato da prove in sito ed in laboratorio.

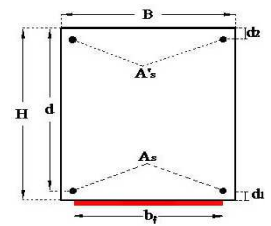
4.2 Verifiche dei solai post-rinforzo

Si riportano gli interventi di rinforzo previsti per le tipologie di solaio non verificate nelle indagini di vulnerabilità.

PIANO PRIMO - RINFORZO A FLESSIONE SOLAIO TIPO 12

Si applica il tessuto in fibra di carbonio all'intradosso dei travetti, nella mezzeria della campata per un tratto lungo $L/2$ della luce totale.

Dati di Input Sezione			
Altezza (H)	220	mm	
Base (B)	350	mm	
Area di acciaio in trazione A_s	113	mm ²	
Area di acciaio in compressione A'_s	0	mm ²	
Copriferro ($d_1=d_2$)	30	mm	
Altezza utile (d)	190	mm	
Area di lamina A_f	1.51	mm ²	



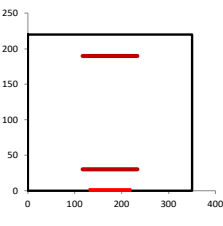
Materiali				
	Resistenze		Moduli elastici	
	Medie	Calcolo		
Calcestruzzo f_{cm} [MPa]	25	20,83	28960	f_{ct} 17,00 MPa f_{ctm} 1,98 MPa ϵ_{tp} 0,00155
Acciaio f_{ym} [MPa]	390	325,0	210000	
Fattore di confidenza FC	1,2			

Momento iniziale agente in sezione prima dell'applicazione delle fibre M_0 [kNm]

8,7

Materiale	Tipo di fibra	Esposizione
MapeWrap C UNI-AK 350 - E 256	Carbonio	Interna

CARATTERISTICHE FRP	
σ caratteristica di rottura	5340 MPa
ϵ caratteristica di rottura, ϵ_R	0,021
Modulo elastico	256000 MPa
Spessore equivalente tessuto secco (t_e)	0,164 mm
Coefficiente di sicurezza per distacco FRP ($\gamma_{f,d}$)	1,2
Coefficiente parziale del materiale (γ_f)	1,10
Fattore di conversione ambientale (η_a)	0,95
σ calcolo, $f_{f,d}$	4228 MPa



Larghezza rinforzo (b_f)	
N° strati rinforzo (n)	1
Coefficiente per condizione di carico (k_d)	Carico distribuito

k_b	1,18
k_G	0,037
b_f/b	0,25
$f_{f,d,2}$ Resist. di prog al distacco FRP (mod 2)	1227 MPa
$\epsilon_{f,d}$ Deformazione max di distacco FRP	0,00479
ϵ_0 lembo teso CLS all'applicazione dell'FRP	0,00120
$\epsilon_{0,2} - \epsilon_0$	0,00035
$\Gamma_{f,d}$ Energia specifica di frattura	0,257 MPa
$f_{f,d}$ Resist. di prog. adesione FRP-CLS	2,06 MPa
$l_{f,d}$ Lunghezza ottimale di ancoraggio	200,0 mm
$f_{f,d}$ Resist. di prog. al distacco FRP (mod 1)	746 MPa
ϵ calcolo, $\epsilon_{f,d}$	0,00479

$$\epsilon_{f,d} = \frac{f_{f,d,2}}{E_f} \geq \epsilon_{0,2} - \epsilon_0 \quad (4.7)$$

$$\epsilon_{f,d} = \min \left\{ \eta_s \cdot \frac{\epsilon_R}{\gamma_f}, \epsilon_{f,d} \right\}$$

Output: calcolo dell'asse neutro a rottura e del momento ultimo (y_c , M_u)							
E' una procedura iterativa in cui si ipotizza un valore per y_c , e si verifica che corrisponda $N_u=0$ (rottura in flessione semplice)							
y_c	regione	ψ	λ	σ_s	σ_c	σ'_c	Risolvi
mm		ad.	ad.	MPa	MPa	MPa	
9,06	1	0,80	0,416	0,00	325,00	1226,91	eq. Traslazione
							0,00
							M_{Rd}
							kN m
							10,32

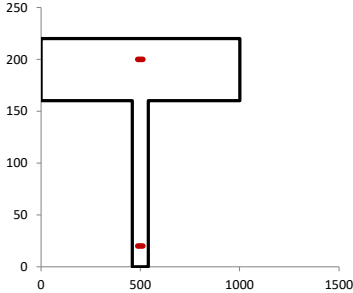
Sezione non Rinforzata			
y_c	σ_s	σ_c	M_{Rd}
mm	MPa	MPa	kN m
6,296	325,00	325,0	6,88

ϵ_c	0,00046
ϵ'_c	-0,00042
ϵ_s	0,00511
$\epsilon_{f,d}$	0,00479

PIANO PRIMO - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 12

Si applicano le fibre di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambe le estremità.

Dati di Input	
Base (B)	80 mm
Altezza Totale (H)	220 mm
Altezza Soletta (h)	60 mm
Altezza utile (d)	200 mm
Copriferro ($c_1=c_2$)	20 mm
D staffe	Φ 6
A staffe	28 mm ²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
Rc	20 mm
Sforzo Normale Sollecitante N	0 kN



Materiali	
	Tensioni Medie
Calcestruzzo	25,00 MPa
Acciaio	378 MPa

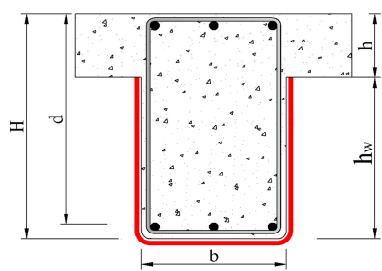
Tensioni di Calcolo	
FC	1,20
f _{cd}	17,00 MPa
f _{ctm}	1,98 MPa
γ _s	1,5
γ _c	1,45

Scelta FRP	
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	Continuo
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	Interna

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	5340 MPa	γ _{fd} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
Modulo elastico	256 GPa	numero di strati [n _t]	1
ε rottura, ε _{frp,u}	0,021		
spessore [t _f]	0,328 mm		
min{0,5d; 3b _f ; b _f +200}	3 mm	β	90°
θ inclinazione fessure da Taglio	45°		

Fase di calcolo	
A _{sw}	0 mm ²
ω _{sw}	0,0000
cot θ (di calcolo) NTC 2008	1,000
v	0,50
α _s	1,000
γ _{fr,d} Coefficiente parziale per i modelli	1,2
η _a Fattore di conversione ambientale	0,95
f _{fd} Tensione ultima di delaminazione	4612 MPa
k _{GI}	0,0370
k _b	1,00
Φ _R	0,600
min{0,9d; h _w }	160 mm
Spessore Totale [t _f × n _t]	0,328 mm
γ _f Coefficiente parziale	1,1
γ _{fd} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
f _{fdl} Resistenza di prog. alla delaminazione	485 MPa
Γ _{fd} Energia Specifica di Frattura	0,2171
s _u	0,25
f _{bd}	1,74
l _e lunghezza efficace di ancoraggio	200,0 mm
f _{bd} Resistenza efficace di calcolo	272 MPa
f _{bd,rd} Resistenza di progetto ridotta	466 MPa
V_{Rd,f}	26,7 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
V _{Rsd} = 0,00 kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
V _{Rcd} = 50 kN	Contributo del calcestruzzo
V _{Rd,sezione non rinforzata} = 0,00 kN	Resistenza della sezione non rinforzata
V_{Rd} = 26,73 kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata



$$k_b = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{b_f}{b}}{1 + \frac{b_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$\phi_b = 0.2 + 1.6 \cdot \frac{f_{cd}}{b}, \quad 0 \leq \frac{f_{cd}}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$\Gamma_{fd} = \frac{k_b \cdot k_{GI}}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{cm}} \quad 4.2$$

$$f_{fdl} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot \Gamma_{fd}}{t_f}} \quad 4.4$$

$$l_{ef} = \max \left\{ \frac{1}{\gamma_{sa} \cdot f_{sa}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_f \cdot t_f \cdot \Gamma_{fd}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

$$f_{bd} = f_{fdl} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{ef} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_w\}} \right] \quad 4.21$$

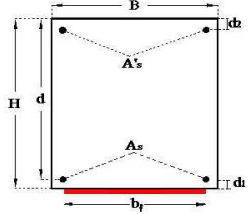
$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{bd} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad 4.19$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,s}, V_{Rd,f}, V_{Rd,c} \} \quad 4.18$$

PIANO SECONDO E TERZO - RINFORZO A FLESSIONE SOLAIO TIPO 1

Si applica il tessuto in fibra di carbonio all'intradosso dei travetti, nella mezzzeria della campata per un tratto lungo $L/2$ della luce totale. Verrà prevista anche la realizzazione di una cappa collaborante di spessore 5 cm.

Dati di Input Sezione			
Altezza (H)	510	mm	
Base (B)	100	mm	
Area di acciaio in trazione A_s	763	mm ²	
Area di acciaio in compressione A'_s	187	mm ²	
Copri ferro ($d_1 = d_2$)	30	mm	
Altezza utile (d)	480	mm	
Area di lamina A_f	15,4	mm ²	



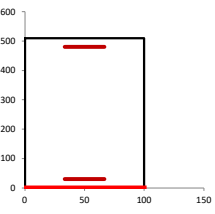
Materiali					
	Resistenze		Moduli elastici		
	Medie	Calcolo			
Calcestruzzo f_{cm} [MPa]	25	20,83	28960	E_{cm}	17,00 MPa
Acciaio f_{ym} [MPa]	390	325,0	210000	E_{st}	198 MPa
Fattore di confidenza FC	1,2			ϵ_{sy}	0,00155

Momento iniziale agente in sezione prima dell'applicazione delle fibre M_0 [kNm]

62,2

Materiale	Tipo di fibra	Esposizione
MapleWrap C UH1-AK 300 - E 256	Carbonio	Interna

CARATTERISTICHE FRP	
σ caratteristica di rottura	5340 MPa
ϵ caratteristica di rottura, ϵ_R	0,021
Modulo elastico	256000 MPa
Spessore equivalente tessuto secco (t_f)	0,164 mm
Coefficiente di sicurezza per distacco FRP ($\eta_{f,d}$)	1,2
Coefficiente parziale del materiale (γ_f)	1,10
Fattore di conversione ambientale (η_a)	0,95
σ calcolo, σ_{fd}	4228 MPa
Larghezza rinforzo (b_f)	100 mm
N° strati rinforzo (n)	1
Coefficiente per condizione di carico (k_d)	Carico distribuito



k_b	1,00
k_G	0,037
b_f/b	1,00
$f_{del,2}$ Resist. di prog al distacco FRP (mod 2)	1128 MPa
ϵ_{del} Deformazione max di distacco FRP	0,00441
ϵ_0 lembo teso CLS all'applicazione dell'FRP	0,00051
$\epsilon_0 - \epsilon_0$	0,00104
Γ_{fd} Energia specifica di frattura	0,217 MPa
f_{ad} Resist. di prog. adesione FRP-CLS	1,74 MPa
l_{ot} Lunghezza ottimale di ancoraggio	200,0 mm
f_{del} Resist. di prog. al distacco FRP (mod 1)	686 MPa
ϵ calcolo, ϵ_{fd}	0,00441

$$\epsilon_{del} = \frac{f_{del,2}}{E_f} \geq \epsilon_{sy} - \epsilon_0 \quad (4.7)$$

$$\epsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\epsilon_R}{\gamma_f}, \epsilon_{del} \right\}$$

Output: calcolo dell'asse neutro a rottura e del momento ultimo (y_c, M_u)

E' una procedura iterativa in cui si ipotizza un valore per y_c e si verifica che corrisponda $N_u=0$ (rottura in flessione semplice)

y_c mm	regione	Ψ ad.	λ ad.	σ_s MPa	σ_c MPa	σ'_c MPa	Risolvi	eq. Traslazione	M_{Rd} kN m
131,90	1	0,80	0,416	249,37	325,00	1127,93			0,00

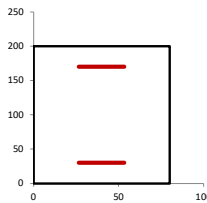
Sezione non Rinforzata			
y_c mm	σ'_s MPa	σ_c MPa	M_{Rd} kN m
20,802	-325,00	325,0	-11,01

ϵ_c	0,00192
ϵ'_c	0,00152
ϵ_s	0,00451
ϵ_{fp}	0,00441

PIANO SECONDO E TERZO - RINFORZO A FLESSIONE SOLAIO TIPO 3

Si applica il tessuto in fibra di carbonio all'intradosso dei travetti, nella mezzieria della campata per un tratto lungo $L/2$ della luce totale.

Dati di Input Sezione				
Altezza (H)	200	mm		
Base (B)	80	mm		
Area di acciaio in trazione A_s	106	mm ²		
Area di acciaio in compressione A'_s	0	mm ²		
Copriferro ($d_1 = d_2$)	30	mm		
Altezza utile (d)	170	mm		
Area di lamina A_f	13,3	mm ²		

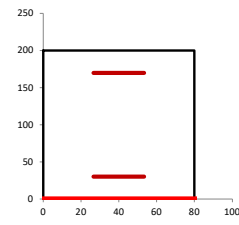


Materiali				
	Resistenze		Moduli elastici	
	Medie	Calcolo		
Calcestruzzo f_{cm} [MPa]	25	20,83	28960	E_{cm} 17.001 MPa
Acciaio f_{ym} [MPa]	390	325,0	210000	E_s 1,98 MPa
Fattore di confidenza FC	1,2			γ_s 0,00155

Momento iniziale agente in sezione prima dell'applicazione delle fibre M_0 [kNm] **6,9**

Materiale	Tipo di fibra	Esposizione
MapleWay C UNI-AX 300 - E 256	Carbonio	Interna

CARATTERISTICHE FRP	
σ caratteristica di rottura	5340 MPa
ϵ caratteristica di rottura, ϵ_R	0,021
Modulo elastico	256000 MPa
Spessore equivalente tessuto secco (t_f)	0,164 mm
Coefficiente di sicurezza per distacco FRP ($\gamma_{f,d}$)	1,2
Coefficiente parziale del materiale (γ_f)	1,10
Fattore di conversione ambientale (η_a)	0,95
σ calcolo, $f_{f,d}$	4228 MPa



Larghezza rinforzo (b_f)	
N° strati rinforzo (n)	1
Coefficiente per condizione di carico (k_q)	Carico distribuito

Output: calcolo dell'asse neutro a rottura e del momento ultimo (y_c, M_u)	
E' una procedura iterativa in cui si ipotizza un valore per y_c e si verifica che corrisponda $Nu=0$ (rottura in flessione semplice)	
y_c	regione
mm	
36,94	1

ψ	λ	σ_s	σ_s	σ_s	Risolvi	eq. Traslazione	M_{Rd} kN m
ad.	ad.	MPa	MPa	MPa			
0,80	0,416	0,00	325,00	1127,93		0,00	8,06

Sezione non Rinforzata			
y_c	σ_s	σ_s	M_{Rd}
mm	MPa	MPa	kN m
25,838	-118,41	325,0	5,49

ϵ_c	0,00162
ϵ'_s	0,00052
ϵ_s	0,00460
ϵ_{fip}	0,00441


$$\epsilon_{f,d} = \frac{f_{f,d}}{E_f} \geq \epsilon_{sp} - \epsilon_0 \quad (4.7)$$

$$\epsilon_{fs} = \min \left\{ \eta_s \cdot \frac{\sigma_s}{\gamma_f}, \epsilon_{f,d} \right\}$$

PIANO SECONDO E TERZO - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 3

Si applica il tessuto in fibra di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambe le estremità.

Dati di Input	
Base (B)	80 mm
Altezza Totale (H)	200 mm
Altezza Soletta (h)	40 mm
Altezza utile (d)	180 mm
Copriferro ($c_1=c_2$)	20 mm
D staffe	Φ 6
A staffe	28 mm ²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
Rc	20 mm
Sforzo Normale Sollecitante N	0 kN



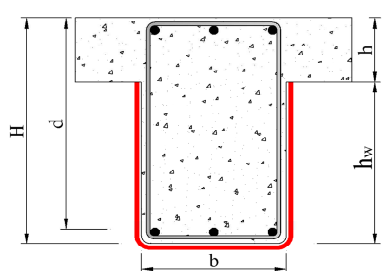
Materiali				
	Tensioni Medie	Tensioni di Calcolo	FC	1,20
Calcestruzzo	25,00 MPa	13,89	f_{ck}	17,00 MPa
			f_{ctm}	1,98 MPa
Acciaio	378 MPa	274	f_{yk}	1,15

Scelta FRP	
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	Continuo
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	Interna

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	5340 MPa	γ_d Coefficiente parziale per i materiali	1,2
Modulo elastico	256 GPa	numero di strati [n _r]	1
ε rottura, ε _{frp,u}	0,021		
spessore [t _f]	0,328 mm		
min{0,5d; 3b _f ; b _f +200}	3 mm	β	90°
θ inclinazione fessure da Taglio	45°		

Fase di calcolo	
A _{wp}	0 mm ²
ω _{wp}	0,0000
cot θ (di calcolo) NTC 2008	1,000
v	0,50
α _c	1,000
γ _{rd} Coefficiente parziale per i modelli	1,2
η _a Fattore di conversione ambientale	0,95
f _{fd} Tensione ultima di delaminazione	4612 MPa
k _G	0,0370
k _b	1,00
Φ _a	0,600
min {0,9d ; h _w }	160 mm
Spessore Totale [t _f x n _r]	0,328 mm
γ _f Coefficiente parziale	1,1
γ _{fd} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
f _{fd} Resistenza di prog. alla delaminazione	485 MPa
Γ _{fd} Energia Specifica di Frattura	0,2171
S _u	0,25
f _{bd}	1,74
l _e lunghezza efficace di ancoraggio	200,0 mm
f _{fd} Resistenza efficace di calcolo	272 MPa
f _{fd,rd} Resistenza di progetto ridotta	466 MPa
V_{Rd,f} =	24,1 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
V _{Rsd} = 0,00 kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
V _{Rcd} = 45 kN	Contributo del calcestruzzo
V _{Rd,sezione non rinforzata} = 0,00 kN	Resistenza della sezione non rinforzata
V_{Rd} = 24,06 kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata



$$k_b = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{b_f}{b}}{1 + \frac{b_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$\phi_k = 0.2 + 1.6 \cdot \frac{r_s}{b}, \quad 0 \leq \frac{r_s}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$\Gamma_{fd} = \frac{k_b \cdot k_G}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{cm}} \quad 4.2$$

$$f_{fd} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot \Gamma_{fd}}{t_f}} \quad 4.4$$

$$l_{fd} = \max \left\{ \frac{1}{\gamma_{fd} \cdot f_{fd}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_f \cdot t_f \cdot \Gamma_{fd}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

$$f_{bd} = f_{fd} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{fd} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_w\}} \right] \quad 4.21$$

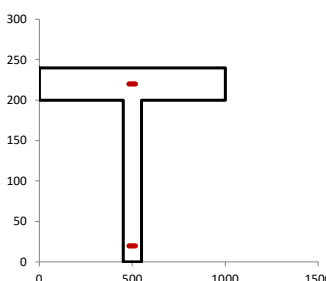
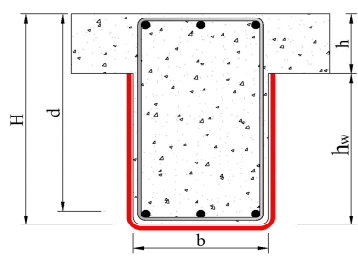
$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{bd} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad 4.19$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,s} + V_{Rd,f}, V_{Rd,c} \} \quad 4.18$$

PIANO SECONDO E TERZO - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 6

Si applica il tessuto in fibra di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambe le estremità.

Dati di Input	
Base (B)	100 mm
Altezza Totale (H)	240 mm
Altezza Soletta (h)	40 mm
Altezza utile (d)	220 mm
Copriferro ($c_1=c_2$)	20 mm
D staffe	Φ 6
A _{staffe}	28 mm ²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
Rc	20 mm
Sforzo Normale Sollecitante N	0 kN

Materiali				
	Tensioni Medie	Tensioni di Calcolo	FC	1,20
Calcestruzzo	25,00 MPa	13,89	f_{ctd}	17,00 MPa
			f_{ctm}	1,98 MPa
Acciaio	390 MPa	283	f_{yk}	1,5
			γ_s	1,15

Scelta FRP	
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	Continuo
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	Interna

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	5340 MPa	γ_d Coefficiente parziale per i materiali	1,2
Modulo elastico	256 GPa	numero di strati [n _f]	1
ε rottura, ε _{rup,u}	0,021		
spessore [t _f]	0,328 mm		
min{0,5d; 3b _f ; b _f +200}	3 mm	β	90°
θ inclinazione fessure da Taglio	45°		

Fase di calcolo	
A _{tot}	0 mm ²
ω _{lim}	0,0000
cot θ (di calcolo) NTC 2008	1,000
v	0,50
α _{cr}	1,000
$\gamma_{m,d}$ Coefficiente parziale per i modelli	1,2
η _a Fattore di conversione ambientale	0,95
f _{td} Tensione ultima di delaminazione	4612 MPa
k _{GI}	0,0370
k _b	1,00
Φ _R	0,520
min {0,9d ; h _w }	198 mm
Spessore Totale [t _f × n _f]	0,328 mm
γ _f Coefficiente parziale	1,1
$\gamma_{m,d}$ Coefficiente parziale per i materiali	1,2
f _{td} Resistenza di prog. alla delaminazione	485 MPa
Γ _{fd} Energia Specifica di Frattura	0,2171
s _u	0,25
f _{sd}	1,74
l _a lunghezza efficace di ancoraggio	200,0 mm
f _{red} Resistenza efficace di calcolo	322 MPa
f _{red,rid} Resistenza di progetto ridotta	485 MPa
V_{Rd,f} =	34,8 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
V _{Rsd} = 0,00 kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
V _{Rcd} = 69 kN	Contributo del calcestruzzo
V _{Rd,sezione non rinforzata} = 0,00 kN	Resistenza della sezione non rinforzata
V_{Rd} = 34,83 kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata

$$k_b = \sqrt{\frac{2 \cdot b_f}{1 + \frac{b_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$\phi_k = 0.2 + 1.6 \cdot \frac{r_c}{b}, \quad 0 \leq \frac{r_c}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$\Gamma_{fd} = \frac{k_b \cdot k_{GI}}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm}} \quad 4.2$$

$$f_{fd} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot \Gamma_{fd}}{t_f}} \quad 4.4$$

$$l_{ad} = \max \left\{ \frac{1}{\gamma_{m,d} \cdot f_{m}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_f \cdot t_f \cdot \Gamma_{fd}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

$$f_{fd} = f_{fd} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{ad} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_w\}} \right] \quad 4.21$$

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{m,d}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{fd} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad 4.19$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rds}, V_{Rd,f}, V_{Rdc} \} \quad 4.18$$

PIANO SECONDO - RINFORZO SOLAIO TIPO 7

Si realizzano delle nuove travi a spessore in c.a. tra i travetti esistenti alternando la demolizione delle pignatte all'interno del solaio considerando un interasse di 0.70 m.

Di seguito si riportano i carichi caratteristici agenti:

$$i = 0.70 \text{ m}$$

$$p1 = 380 \times 0.70/100 = 2.66 \text{ daN/cm}$$

$$p2 = 100 \times 0.70/100 = 0.70 \text{ daN/cm}$$

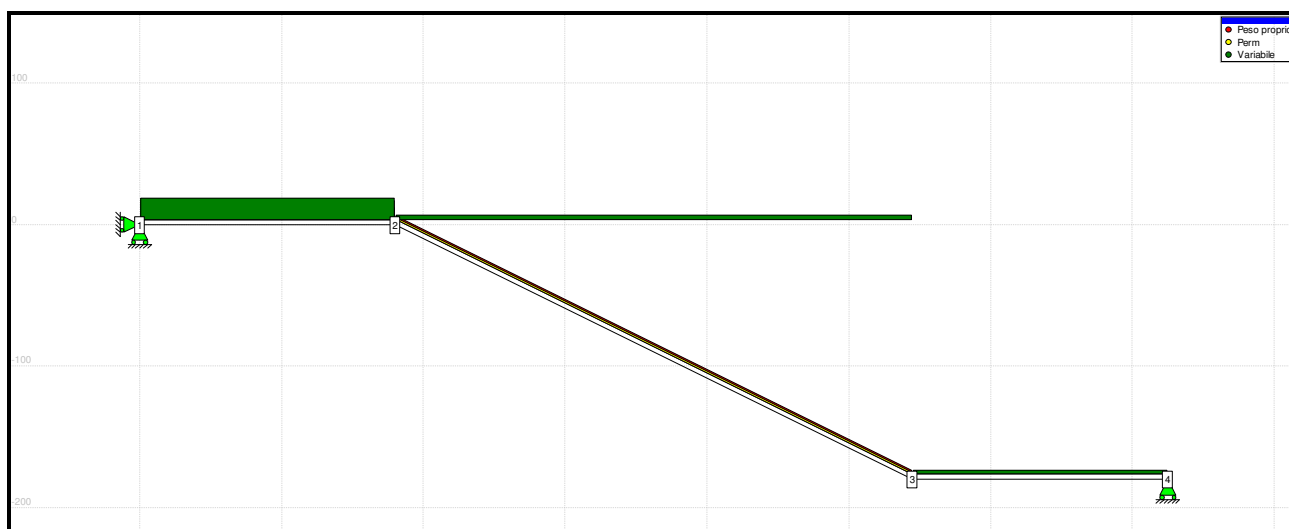
$$q = 400 \times 0.70/100 = 2.80 \text{ daN/cm}$$

Carichi distribuito ballatoio (solaio tipo 11) considerando la suddivisione del carico su almeno due cordoli in c.a.

$$p1 = 355 \times 1.75/100/2 = 3.10 \text{ daN/cm}$$

$$p2 = 215 \times 1.75/100/2 = 1.88 \text{ daN/cm}$$

$$q = 400 \times 1.75/100/2 = 3.5 \text{ daN/cm}$$



Le massime sollecitazioni allo SLU risultano:

$$M_{Ed} = 690000 \text{ daNcm}$$

$$V_{Ed} = 5100 \text{ daN}$$

La sezione è armata con 5Φ16 inferiori e superiori, di seguito si riportano le verifiche :

Altezza sezione	h	28	[cm]				
Base sezione	b	27	[cm]				
Calcestruzzo	R_{ck}	300	[daN/cm²]				
	f _{ck}	250	[daN/cm ²]				
	γ _c	1,5	[-]				
	α _{cc}	0,85	[-]				

	f_{cd}	141,67	[daN/cm ²]				
	ϵ_{c2}	0,0020	[-]				
	ϵ_{cu2}	0,0035	[-]				
	β_1	0,8	[-]				
	β_2	0,41	[-]				
Acciaio	B450C						
	f_{yk}	4500	[daN/cm ²]				
	γ_s	1,15	[-]				
	f_{yd}	3913	[daN/cm ²]				
	E	2000000	[daN/cm ²]				
	ϵ_{yd}	0,00196	[-]				
Armatura superiore	A'_s	10,05	[cm ²]	n	5	ϕ	16
Armatura inferiore	A_s	10,05	[cm ²]	n	5	ϕ	16
Distanza baricentro armatura bordo sezione	d'	5	[cm]				
Altezza utile della sezione	d	23	[cm]				
	δ	0,217	[-]				
Rapporto geometrico armatura compressa	ρ'_s	0,01619	[-]				
Rapporto geometrico armatura tesa	ρ_s	0,0162	[-]				
Campo sezione		campo 3					
Profondità dell'asse neutro adimensionale	ζ	0,295	[-]				
Profondità dell'asse neutro	x	6,79	[cm]				
Deformazione del calcestruzzo	ϵ_c	0,00350	[-]				
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	141,7	[daN/cm ²]				
Deformazione armatura superiore (pos. se compr.)	ϵ'_s	0,000923	[-]				
Tensione armatura superiore (pos. se compr.)	σ'_s	1845,7	[daN/cm ²]				
Deformazione dell'armatura inferiore	ϵ_s	0,008	[-]				
Tensione nell'armatura inferiore	σ_s	3913	[daN/cm ²]				
	k	0,400	[-]				
	β	0,800	[-]				
	M_{Rd}	755452	[daNcm]				
	M_{Ed}	690000	[daNcm]				
	F_s	1,09	>	1			

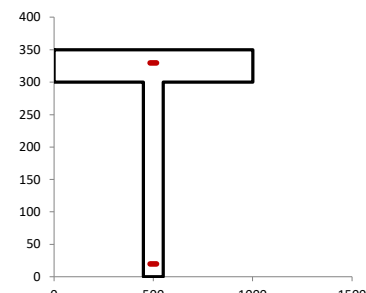
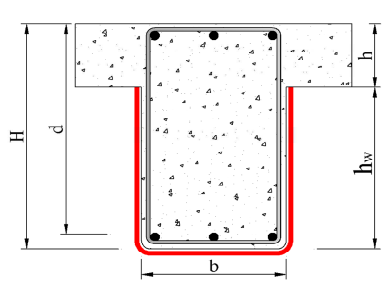
Verifica della sezione senza armatura a taglio							
Altezza sezione	h	280	[mm]				
Larghezza minima sezione	b _w	270	[mm]				
Calcestruzzo	R _{ck}	300	[daN/cm ²]				
	f _{ck}	25	[N/mm ²]				
	γ _c	1,5	[-]				
	α _{cc}	0,85	[-]				
	f _{cd}	14	[N/mm ²]				
Acciaio	f _{yk}	4500	[daN/cm ²]				
	γ _s	1,15	[-]				
	f _{yd}	391	[N/mm ²]				
Armatura longitudinale in trazione	A _{sl}	1005	[mm ²]	n	5	φ	16
Distanza bordo cls - asse armatura	d'	50	[mm]				
Altezza utile	d	230	[mm]				
Forza normale agente	N _{Ed}	0	[daN]				
Rapp. geometrico armatura long.	ρ _l	0,0162	[-]				
Tensione media di compressione	σ _{cp}	0,00	[N/mm ²]				
	k	1,9					
	v _{min}	0,47	[N/mm ²]				
Resistenza a taglio di calcolo	V _{Rd}	4944	[daN]				
Taglio agente	V _{Ed}	5100	[daN]				
	F _s = V _{Ed} /V _{Rd}	1,03	E' richiesta armatura a taglio	1			
Verifica della sezione con armatura a taglio							
Diametro staffe	φ	8	[mm]				
Numero di bracci	n	2	[-]				
Area armatura trasversale	A _{sw}	101	[mm ²]				
Passo staffe	s	150	[mm]				
	α _c	1,0000	[-]				
	f' _{cd}	7	[N/mm ²]				
	A _{sw} f _{tywd} /b _w s	0,97	[N/mm ²]				
	1/2f' _{cd}	3,5417	[N/mm ²]	duttili			
	θ	21,7	[°]				

		3					
	$\cot\theta$	2,51	[-]	1	$\frac{\leq \cot\theta}{\leq}$	2,5	
	$V_{Rd,s}$	1357 2	[daN]				
	$V_{Rd,c}$	1365 1	[daN]				
	V_{Rd}	1357 2	[daN]				
	$F_s = V_{Ed}/V_{Rd}$	0,38	<	1			

PIANO SECONDO - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 11

Si applica il tessuto in fibra di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambe le estremità.

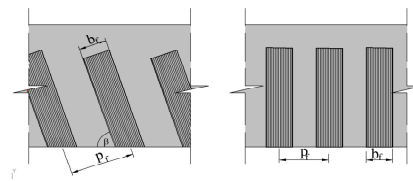
Dati di Input	
Base (B)	100 mm
Altezza Totale (H)	350 mm
Altezza Soletta (h)	50 mm
Altezza utile (d)	330 mm
Copriferro ($c_1 = c_2$)	20 mm
D staffe	Φ 6
A_{staffe}	28 mm ²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
Rc	20 mm
Sforzo Normale Sollecitante N	0 kN

Materiali				
	Tensioni Medie	Tensioni di Calcolo	FC	1,20
Calcestruzzo	25,00 MPa	13,89	f_{ck}	17,00 MPa
			f_{ctm}	1,98 MPa
Acciaio	378 MPa	274	$\frac{f_{yk}}{f_{td}}$	1,5
			γ_s	1,15

Scelta FRP	
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	A strisce
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	Interna

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	5340 MPa	γ_{fd} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
Modulo elastico	256 GPa	numero di strati $\{n_f\}$	1
ε rottura, $\epsilon_{fp,u}$	0,021	b_f	50 mm
spessore $[t_f]$	0,328 mm	p_f	100 mm
min{0,5d; 3b _f ; b _f +200}	150 mm	β	90°
θ inclinazione fessure da Taglio	45°		



Fase di calcolo	
A_{se}	0 mm ²
ω_{se}	0,0000
cot θ (di calcolo) NTC 2008	1,000
v	0,50
α_s	1,000
$\eta_{R,d}$ Coefficiente parziale per i modelli	1,2
η_a Fattore di conversione ambientale	0,95
f_{td} Tensione ultima di delaminazione	4612 MPa
k_G	0,0370
k_b	1,00
Φ_R	0,520
min {0,9d; h _w }	297 mm
Spessore Totale $[t_f \times n_f]$	0,328 mm
η_f Coefficiente parziale	1,1
γ_{fd} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
$f_{td,del}$ Resistenza di prog. alla delaminazione	485 MPa
Γ_{fd} Energia Specifica di Frattura	0,2171
s_b	0,25
f_{bd}	1,74
l_a lunghezza efficace di ancoraggio	200,0 mm
f_{bd} Resistenza efficace di calcolo	376 MPa
$f_{bd,rid}$ Resistenza di progetto ridotta	485 MPa
$V_{Rd,f} =$	30,5 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
$V_{Rsd} = 0,00$ kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
$V_{Rcd} = 103$ kN	Contributo del calcestruzzo
$V_{Rd,sezione non rinforzata} = 0,00$ kN	Resistenza della sezione non rinforzata
$V_{Rd} = 30,54$ kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata

$$k_b = \sqrt{\frac{2 - \frac{b_f}{b}}{1 + \frac{b_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$\phi_b = 0.2 + 1.6 \cdot \frac{r_s}{b}, \quad 0 \leq \frac{r_s}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$\Gamma_{fd} = \frac{k_b \cdot k_G}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{cm}} \quad 4.2$$

$$f_{bd} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot \Gamma_{fd}}{t_f}} \quad 4.4$$

$$l_{ad} = \max \left\{ \frac{1}{\gamma_{fd} \cdot f_{ad}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_f \cdot t_f \cdot \Gamma_{fd}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

$$f_{bd} = f_{td} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{ad} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_w\}} \right] \quad 4.21$$

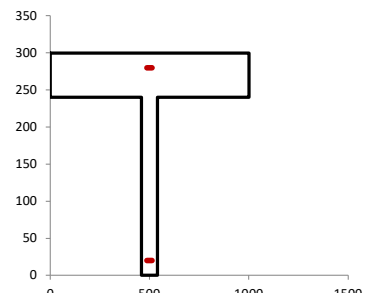
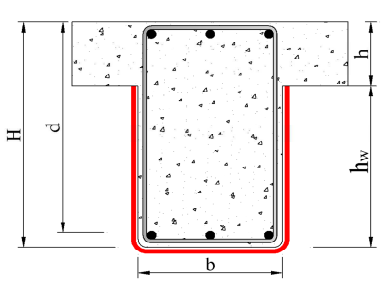
$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{bd} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad 4.19$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rds}, V_{Rd,f}, V_{Rdc} \} \quad 4.18$$

PIANO TERZO - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 7

Si applica il tessuto in fibra di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambe le estremità.

Dati di Input	
Base (B)	80 mm
Altezza Totale (H)	300 mm
Altezza Soletta (h)	60 mm
Altezza utile (d)	280 mm
Copriferro ($c_1=c_2$)	20 mm
D staffe	Φ 6
A staffe	28 mm²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
Rc	20 mm
Sforzo Normale Sollecitante N	0 kN

Materiali			
	Tensioni Medie	Tensioni di Calcolo	FC
Calcestruzzo	25,00 MPa	13,89	f_{ck} 17,00 MPa f_{ctm} 1,98 MPa
Acciaio	378 MPa	274	γ_s 1,5 γ_s 1,15

Scelta FRP	
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	Continuo
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	Interna

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	5340 MPa	γ_{fd} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
Modulo elastico	256 GPa	numero di strati [n _t]	1
ε rottura, ε _{frp,u}	0,021		
spessore [t _f]	0,328 mm		
min {0,5d; 3b _f ; b _f +200}	3 mm	β	90°
θ inclinazione fessure da Taglio	45°		

Fase di calcolo	
A _{wp}	0 mm²
ω _{wp}	0,0000
cot θ (di calcolo) NTC 2008	1,000
v	0,50
α _s	1,000
γ _{fr,d} Coefficiente parziale per i modelli	1,2
η _a Fattore di conversione ambientale	0,95
f _{td} Tensione ultima di delaminazione	4612 MPa
k _G	0,0370
k _b	1,00
Φ _R	0,600
min {0,9d; h _w }	240 mm
Spessore Totale [t _f × n _t]	0,328 mm
γ _f Coefficiente parziale	1,1
γ _{fr,d} Coefficiente parziale per i materiali	1,2
f _{td} Resistenza di prog. alla delaminazione	485 MPa
Γ _{td} Energia Specifica di Frattura	0,2171
S _u	0,25
f _{td}	1,74
l _e lunghezza efficace di ancoraggio	200,0 mm
f _{td} Resistenza efficace di calcolo	350 MPa
f _{td,rid} Resistenza di progetto ridotta	485 MPa
V_{Rd,f}	48,3 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
V _{Rsd} = 0,00 kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
V _{Rcd} = 70 kN	Contributo del calcestruzzo
V _{Rd,sezione non rinforzata} = 0,00 kN	Resistenza della sezione non rinforzata
V_{Rd} = 48,27 kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata

$$k_b = \sqrt{\frac{2 - \frac{v_f}{b}}{1 + \frac{v_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$\phi_b = 0.2 + 1.6 \frac{r_c}{b}, \quad 0 \leq \frac{r_c}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$F_{td} = \frac{k_b \cdot k_{Gd}}{FC} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{cm}} \quad 4.2$$

$$f_{td} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_{ft} \cdot F_{td}}{t_f}} \quad 4.4$$

$$l_d = \max \left\{ \frac{1}{\gamma_{fr,d} \cdot f_{td}} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_{ft} \cdot t_f \cdot \Gamma_{td}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

$$f_{td} = f_{td} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{ed} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_w\}} \right] \quad 4.21$$

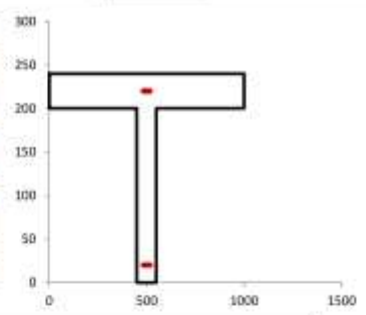
$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{td} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad 4.19$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rds} + V_{Rd,f}, V_{Rdc} \} \quad 4.18$$

COPERTURA - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 2

Si applica il tessuto in fibra di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambi le estremità.

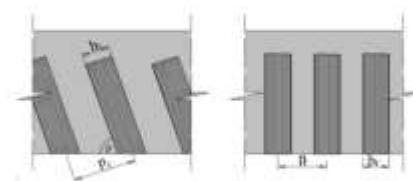
Dati di Input	
Base (B)	100 mm
Altezza Totale (H)	240 mm
Altezza Soletta (h)	40 mm
Altezza utile (d)	220 mm
Copriferro (c_1, c_2)	20 mm
D staffe	Φ 6
A_{sola}	28 mm ²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
R _e	20 mm
Sforzo Normale Sollecitante N	0 kN



Materiali				
	Tensione Media	Tensione di Calcolo	FC	1.20
Calcestruzzo	25.00 MPa	13.89	f_{ct}	37.200 MPa
			f_{ctm}	1.48 MPa
Acciaio	390 MPa	203	γ_s	1.4
			γ_c	1.15

Scelta FRP	
Materiali FRP C UNI-AX 600 - E 250	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	A strisce
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	interna

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	3340 MPa	η_{FR} Coefficiente parziale per i materiali	1.2
Modulo elastico	256 GPa	numero di strati [n_s]	1
E rottura, $E_{FR,0}$	0.021	b_f	50 mm
spessore [t_f]	0.328 mm	b_f	100 mm
min {0.5d; 3b; b _f +200}	110 mm	β	90°
θ inclinazione fissure da Taglio	45°		



Fase di calcolo	
A_{sola}	0.000
α_{eff}	0.1000
coef θ (di calcolo) NTC 2008	1.000
γ	0.90
η_{FR}	1.000
η_{FR} Coefficiente parziale per i materiali	1.2
η_{FR} Fattore di conversione ambientale	0.95
f_{ct} Tensione ultima di delaminazione	46.12 MPa
k_1	0.0170
k_2	1.00
Φ_{FR}	0.550
min {0.5d; b_{fr} }	100 mm
Spessore Totale [t_{fr}]	0.328 mm
η Coefficiente parziale	1.1
η_{FR} Coefficiente parziale per i materiali	1.2
f_{FR} Resistenza di progetto alla delaminazione	40.5 MPa
E_{FR} Energia Specifica di Frattura	0.217 J
ϵ_{FR}	0.25
f_{FR}	1.74
l_{FR} lunghezza efficace di ancoraggio	200.0 mm
f_{FR} Resistenza efficace di calcolo	3.22 MPa
$f_{FR,proj}$ Resistenza di progetto ridotta	48.8 MPa
$V_{Rd,FR}$	17.4 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
$V_{Rsd} = 0.00$ kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
$V_{Rcd} = 69$ kN	Contributo del calcestruzzo
$V_{Rd,calcolo non rinforzata} = 0.00$ kN	Resistenza della sezione non rinforzata
$V_{Rd} = 17.42$ kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata

$$k_b = \sqrt{\frac{2 - \frac{b_f}{b}}{1 + \frac{b_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$k_b = 0.2 + 1.6 \cdot \frac{e}{b}, \quad 0 \leq \frac{e}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$F_{FR} = \frac{k_b \cdot k_2}{FC} \cdot \sqrt{f_{FR} \cdot f_{FR}} \quad 4.2$$

$$f_{FR} = \frac{1}{\gamma_{FR}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_{FR} \cdot f_{FR}}{t_{FR}}} \quad 4.4$$

$$l_{FR} = \max \left\{ \frac{1}{\gamma_{FR} \cdot f_{FR}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_{FR} \cdot t_{FR} \cdot f_{FR}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

$$f_{FR} = f_{FR} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{FR} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, b_{fr}\}} \right] \quad 4.21$$

$$V_{Rd,FR} = \frac{1}{\gamma_{FR}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{FR} \cdot 2 \cdot t_{FR} \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_i} \quad 4.19$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rsd} + V_{Rcd}, V_{Rd,FR} \} \quad 4.18$$

COPERTURA - RINFORZO SOLAIO TIPO 4

Si realizzano delle nuove travi a spessore tra i travetti esistenti con interasse 0.76 m, alternando la demolizione delle pignatte all'interno del solaio. Verrà prevista anche la realizzazione di una cappa collaborante di spessore 5 cm. Per le verifiche si considera un interasse di 0.76 m e una luce di calcolo di 9.60 m.

Di seguito si riportano i carichi caratteristici agenti, per una larghezza di influenza pari a $i = 0.76$ m:

$$p_1 = 215 \times 0.76/100 = 1.64 \text{ daN/cm}$$

$$p_2 = 100 \times 0.76/100 = 0.76 \text{ daN/cm}$$

$$q = 80 \times 0.76/100 = 0.60 \text{ daN/cm}$$

Le massime sollecitazioni allo SLU risultano:

$$M_{Ed} = 480000 \text{ daNcm}$$

$$V_{Ed} = 2000 \text{ daN}$$

La sezione è armata con 5Φ16 inferiori e superiori, di seguito si riportano le verifiche:

Altezza sezione	h	24	[cm]				
Base sezione	b	30	[cm]				
Calcestruzzo	R_{ck}	300	[daN/cm ²]				
	f _{ck}	250	[daN/cm ²]				
	γ _c	1,5	[-]				
	α _{cc}	0,85	[-]				
	f _{cd}	141,67	[daN/cm ²]				
	ε _{c2}	0,0020	[-]				
	ε _{cu2}	0,0035	[-]				
	β ₁	0,8	[-]				
	β ₂	0,41	[-]				
Acciaio	B450C						
	f _{yk}	4500	[daN/cm ²]				
	γ _s	1,15	[-]				
	f _{yd}	3913	[daN/cm ²]				
	E	2000000	[daN/cm ²]				
	ε _{yd}	0,00196	[-]				
Armatura superiore	A' _s	10,05	[cm ²]	n	5	φ	16
Armatura inferiore	A _s	10,05	[cm ²]	n	5	φ	16
Distanza baricentro armatura bordo sezione	d'	5	[cm]				
Altezza utile della sezione	d	19	[cm]				
	δ	0,263	[-]				
Rapporto geometrico armatura compressa	ρ' _s	0,01764	[-]				

Rapporto geometrico armatura tesa	ρ_s	0,0176	[-]				
Campo sezione		campo 3					
Profondità dell'asse neutro adimensionale	ζ	0,347	[-]				
Profondità dell'asse neutro	x	6,59	[cm]				
Deformazione del calcestruzzo	ϵ_c	0,00350	[-]				
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	141,7	[daN/cm ²]				
Deformazione armatura superiore (pos. se compr.)	ϵ'_s	0,000843	[-]				
Tensione armatura superiore (pos. se compr.)	σ'_s	1685,7	[daN/cm ²]				
Deformazione dell'armatura inferiore	ϵ_s	0,007	[-]				
Tensione nell'armatura inferiore	σ_s	3913	[daN/cm ²]				
	k	0,400	[-]				
	β	0,800	[-]				
	M_{Rd}	603724	[daNcm]				
	M_{Ed}	480000	[daNcm]				
	F_s	1,2578	>	1			

Verifica della sezione senza armatura a taglio							
Altezza sezione	h	240	[mm]				
Larghezza minima sezione	b_w	300	[mm]				
Calcestruzzo	R_{ck}	300	[daN/cm ²]				
	f_{ck}	25	[N/mm ²]				
	γ_c	1,5	[-]				
	α_{cc}	0,85	[-]				
	f_{cd}	14	[N/mm ²]				
Acciaio	f_{yk}	4500	[daN/cm ²]				
	γ_s	1,15	[-]				
	f_{yd}	391	[N/mm ²]				
Armatura longitudinale in trazione	A_{sl}	1005	[mm ²]	n	5	ϕ	16
Distanza bordo cls - asse armatura	d'	60	[mm]				
Altezza utile	d	180	[mm]				
Forza normale agente	N_{Ed}	0	[daN]				
Rapp. geometrico armatura long.	ρ_l	0,0186	[-]				
Tensione media di compressione	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]				
	k	2,0					
	v_{min}	0,49	[N/mm ²]				
Resistenza a taglio di calcolo	V_{Rd}	4662	[daN]				
Taglio agente	V_{Ed}	2000	[daN]				

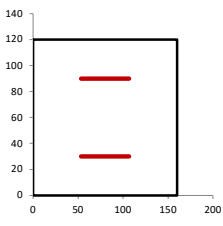
	$F_s = V_{Ed}/V_{Rd}$	0,43	<	1			
--	-----------------------	-------------	-------------	----------	--	--	--

Verifica soddisfatta

COPERTURA - RINFORZO A FLESSIONE SOLAIO TIPO 5

Si applica il tessuto in fibra di carbonio all'intradosso dei travetti, nella mezzeria della campata per un tratto lungo L/2 della luce totale.

Dati di Input Sezione			
Altezza (H)	120	mm	
Base (B)	160	mm	
Area di acciaio in trazione A _s	50	mm ²	
Area di acciaio in compressione A' _s	0	mm ²	
Copriferro (d ₁ =d ₂)	30	mm	
Altezza utile (d)	90	mm	
Area di lamina A _f	24,5	mm ²	



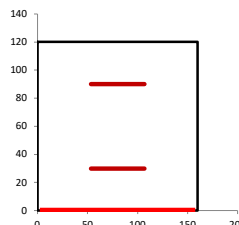
Materiali					
	Resistenze		Moduli elastici		
	Medie	Calcolo			
Calcestruzzo f _{cm} [MPa]	25	20,83	28960	f _{yk}	17,00 MPa
				f _{td}	1,98 MPa
Acciaio f _{yk} [MPa]	390	325,0	210000	E _{yk}	0,00155
Fattore di confidenza FC	1,2				

Momento iniziale agente in sezione prima dell'applicazione delle fibre M₀ [kNm]

2,6

Materiale	Tipo di fibra	Esposizione
MapeWrap C UNI-AX 300 - E 256	Carbonio	Interna

CARATTERISTICHE FRP	
σ caratteristica di rottura	5340 MPa
ε caratteristica di rottura, ε _{rk}	0,021
Modulo elastico	256000 MPa
Spessore equivalente tessuto secco (t _e)	0,164 mm
Coefficiente di sicurezza per distacco FRP (γ _{f,d})	1,2
Coefficiente parziale del materiale (γ _f)	1,10
Fattore di conversione ambientale (η _a)	0,95
σ calcolo, f _{f,d}	4228 MPa



Larghezza rinforzo (b _f)	
N° strati rinforzo (n)	1
Coefficiente per condizione di carico (k _q)	Carico distribuito

k _b	
k _G	0,037
b _f / b	0,94
f _{td,2} Resist. di prog al distacco FRP (mod 2)	1128 MPa
ε _{td,del} Deformazione max di distacco FRP	0,00441
ε ₀ lembo teso CLS all'applicazione dell'FRP	0,00214
ε _{0y} - ε ₀	-0,00059
Γ _{td} Energia specifica di frattura	0,217 MPa
f _{td} Resist. di prog. adesione FRP-CLS	1,74 MPa
f _{ed} Lunghezza ottimale di ancoraggio	200,0 mm
f _{td} Resist. di prog. al distacco FRP (mod 1)	686 MPa
ε calcolo, ε _{td}	0,00441

$$\varepsilon_{idd} = \frac{f_{td,2}}{E_t} \geq \varepsilon_{sp} - \varepsilon_0, \quad (4.7)$$

$$\varepsilon_{td} = \min \left\{ \eta_a \cdot \frac{\varepsilon_{rk}}{\gamma_f}, \varepsilon_{td,del} \right\}$$

Output: calcolo dell'asse neutro a rottura e del momento ultimo (y _c , M _u)								
E' una procedura iterativa in cui si ipotizza un valore per y _c e si verifica che corrisponda Nu=0 (rottura in flessione semplice)								
y _c	regione	ψ	λ	σ _s	σ _s	σ _t	Risolvi	eq. Traslazione
mm		ad.	ad.	MPa	MPa	MPa		
16,50	1	0,80	0,416	0,00	325,00	1127,93		M _u
								kN m
								4,49

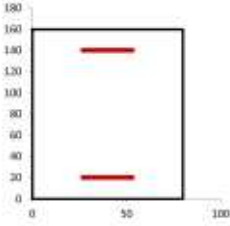
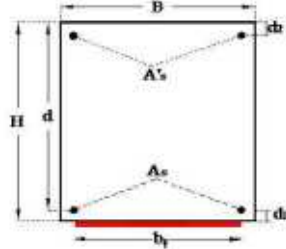
Sezione non Rinforzata			
y _c	σ _s	σ _s	M _u
mm	MPa	MPa	kN m
6,094	325,00	325,0	1,42

ε _c	0,00126
ε' _s	-0,00069
ε _s	0,00459
ε _{fm}	0,00441

PIANO TERZO - RINFORZO A FLESSIONE SOLAIO TIPO 9

Si applica il tessuto in fibra di carbonio all'intradosso dei travetti, nella mezzeria della campata per un tratto lungo L/2 della luce totale.

Dati di Input Sezione			
Altezza (H)	160	mm	
Base (B)	80	mm	
Area di acciaio in trazione A_s	128.5	mm ²	
Area di acciaio in compressione A'_s	0	mm ²	
Copripetto ($d_1 \approx d_2$)	20	mm	
Altezza utile (d)	140	mm	
Area di lamina A_f	272.0	mm ²	

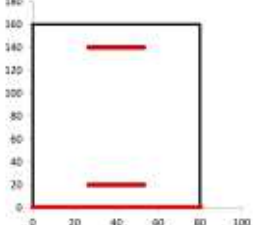
Materiali					
	Resistenze		Moduli elastici		
	Medie	Calcolo			
Calcestruzzo f_{cm} [MPa]	25	30.83	28900	E_c	37500 MPa
Acciaio f_{yk} [MPa]	390	325.0	210000	E_s	210000 MPa
Fattore di confidenza FC	1.2			γ_s	0.001131

Momento iniziale agente in sezione prima dell'applicazione delle fibre M_i [kNm]

9.3

Materiale	Tipo di fibra	Esposizione
Carbonio E 180	Carbonio	Interna

CARATTERISTICHE FRP	
σ_c caratteristica di rottura	3100 MPa
ϵ_c caratteristica di rottura, ϵ_{Rk}	0.018
Modulo elastico	170000 MPa
Spessore equivalente tessuto secco (t_f)	1.400 mm
Coefficiente di sicurezza per distacco FRP (γ_{fcd})	1.2
Coefficiente parziale del materiale (γ_f)	1.10
Fattore di conversione ambientale (η_a)	0.95
σ calcolo, σ_{fd}	2454 MPa



Larghezza rinforzo (b_f)	
N° strati rinforzo (n)	2
Coefficiente per condizione di carico (k_b)	Carico distribuito

Larghezza rinforzo (b_f)	
k_b	1.00
k_{d1}	0.023
b_f / b	1.00
$\epsilon_{fcd,2}$ Resist. di prog. al distacco FRP (mod 2)	222.5 MPa
$\epsilon_{fcd,4}$ Deformazione max di distacco FRP	0.00131
ϵ_{fcd} Limbo teo. CLS all'applicazione dell'FRP	0.00175
$\epsilon_{fcd} = \epsilon_c$	0.00020
Γ_{fcd} Energia specifica di frattura	0.135 MPa
ϵ_{fcd} Resist. di prog. adesione FRP-CLS	1.08 MPa
l_{fcd} Lunghezza ottimale di ancoraggio	417.2 mm
ϵ_{fcd} Resist. di prog. al distacco FRP (mod 1)	107 MPa
ϵ calcolo, ϵ_{fd}	0.00131

$$\epsilon_{fcd} = \frac{\epsilon_{fcd,2}}{\epsilon_c} \geq \epsilon_{fcd} = \epsilon_{fcd,1} \quad (4.7)$$

$$\epsilon_{fd} = \min \left\{ \eta_s \frac{\epsilon_{fcd}}{\gamma_f}, \epsilon_{fcd,2} \right\}$$

Output: calcolo dell'asse neutro a rottura e del momento ultimo (y_{cr} , M_u)									
E' una procedura iterativa in cui si ipotizza un valore per y_{cr} e si verifica che corrisponda. Non è entrata in flessione semplice									
γ_s	regione	ψ	k	σ'_s	σ_s	σ_c	Risolvi	eq. Traslazione	M_{Rd} kN m
mm		ad.	ad.	MPa	MPa	MPa			
68.69	1	0.88	0.416	0.00	325.00	222.45		0.00	11.20

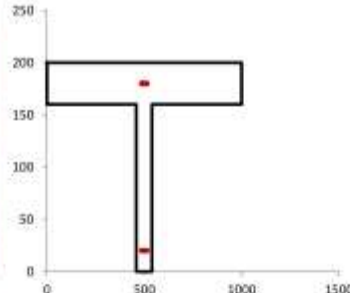
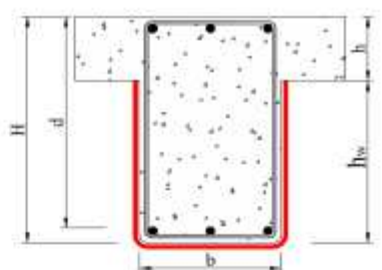
Sezione non Rinforzata			
γ_s	σ'_s	σ_s	M_{Rd}
mm	MPa	MPa	kN m
31.322	265.68	325.0	5.30

ϵ_{cr}	0.00208
ϵ'_{cr}	0.00143
ϵ_s	0.00142
ϵ_{fd}	0.00131

PIANO TERZO - RINFORZO A TAGLIO SOLAIO TIPO 9

Si applica il tessuto in fibra di carbonio per rinforzo trasversale ad U su ogni travetto, per un tratto L/4 della luce totale da entrambe le estremità.

Dati di Input	
Base (B)	80 mm
Altezza Totale (H)	200 mm
Altezza Soletta (h)	40 mm
Altezza utile (d)	160 mm
Copriferro (c_1, c_2)	20 mm
D staffe	Φ 6
A _{stef}	28 mm ²
Passo	1000 mm
Bracci staffe	0
Rc	20 mm
Sforzo Normale Sollecitazione N	0 kN

Materiali				
	Tensione Media	Tensione di Calcolo	FC	γ
Calcestruzzo	25.00 MPa	11.99	f _{td}	1.70 MPa
			f _{tdm}	1.88 MPa
Acciaio	390 MPa	283	f _{td}	1.15
			f _{tdm}	1.15

Scelta FRP	
Materiali: UNI-EN 1501 - 1.250	Carbonio
Tipologia di rinforzo longitudinale	Continua
Tipologia di rinforzo trasversale	ad U
Esposizione	Interno

CARATTERISTICHE FRP		GEOMETRIA FRP	
σ rottura	3340 MPa	Φ ₀ Coefficiente parziale per i materiali	1.2
Modulo elastico	250 GPa	numero di strati [n _s]	1
ε rottura, ε _{td,ult}	0.023		
spessore [t _d]	0.728 mm		
min {0.5d; 3b ₁ ; b ₁ /200}	1 mm	β	90°
θ inclinazione fessure di Taglio	45°		

Fase di calcolo	
A _{stef}	28 mm ²
σ _{td}	0.0000
cot θ (di calcolo) NTC 2008	1.000
ψ	0.90
σ _{td}	1.000
ψ _{0,2} Coefficiente parziale per i modelli	1.2
η _{da} Fattore di conversione ambientale	0.95
f _{td} Tensione ultima di delaminazione	4612 MPa
k _{td}	0.0770
k _{td}	1.00
Φ ₀	0.000
min {0.9d; h _{td} }	100 mm
Spessore Totale [1/4 h _{td}]	0.325 mm
η Coefficiente parziale	1.1
Φ ₀ Coefficiente parziale per i materiali	1.2
f _{td} Resistenza di progetto alla delaminazione	483 MPa
F _{td} Energia Specifica di Frattura	0.2373
k _{td}	0.23
k _{td}	1.75
l _{td} lunghezza efficace di ancoraggio	200.0 mm
f _{td} Resistenza efficace di calcolo	273 MPa
f _{td,proj} Resistenza di progetto ridotta	406 MPa
V_{td,t}	24.1 kN

Calcolo Taglio resistente della sezione non rinforzata con FRP	
V _{td,t} = 0.00 kN	Contributo dell'armatura trasversale di acciaio
V _{td,t} = 45 kN	Contributo del calcestruzzo
V _{td,t,non rinforzata} = 0.00 kN	Resistenza della sezione non rinforzata
V_{td} = 24.06 kN	Resistenza a taglio della sezione rinforzata

$$k_b = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{b_f}{b}}{1 + \frac{b_f}{b}}} \geq 1 \quad 4.3$$

$$\phi_b = 0.2 + 1.6 \cdot \frac{e}{b}, \quad 0 \leq \frac{e}{b} \leq 0.5, \quad 4.23$$

$$\Gamma_{td} = \frac{k_b \cdot k_{td}}{FC} \cdot \sqrt{f_{td} \cdot f_{cm}} \quad 4.2$$

$$f_{td} = \frac{1}{\Gamma_{td}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_f \cdot F_{td}}{t_d}} \quad 4.4$$

$$l_{td} = \max \left\{ \frac{1}{\Gamma_{td} \cdot f_{td}} \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_f \cdot F_{td}}{2}}, 200 \text{ mm} \right\} \quad 4.1$$

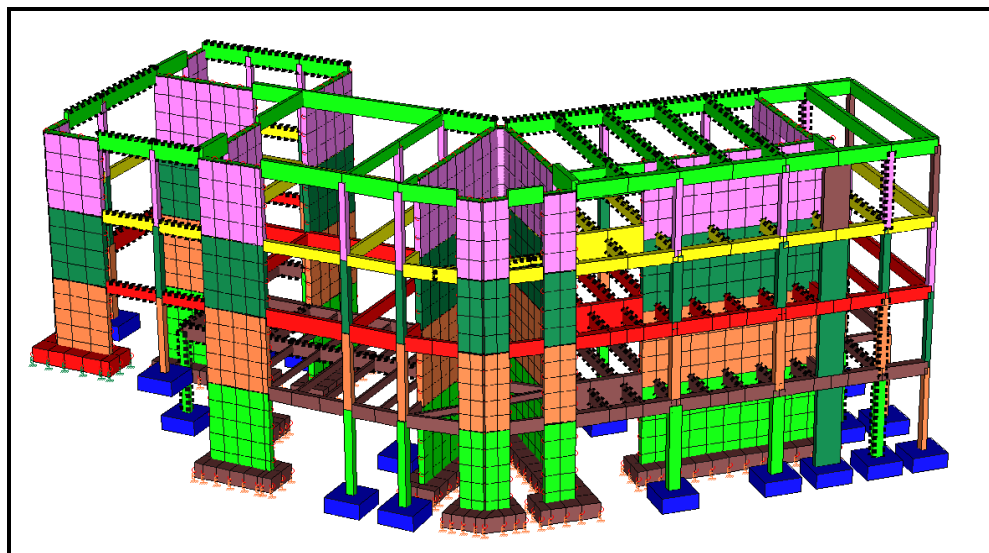
$$f_{td} = f_{td} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{l_{td} \cdot \sin \beta}{\min \{0.9 \cdot d, h_t\}} \right] \quad 4.21$$

$$V_{td,t} = \frac{1}{\Gamma_{td}} \cdot (0.9 \cdot d \cdot f_{td} \cdot 2 \cdot t_d \cdot (\cot \theta + \cot \beta)) \cdot \frac{b}{p_s} \quad 4.19$$

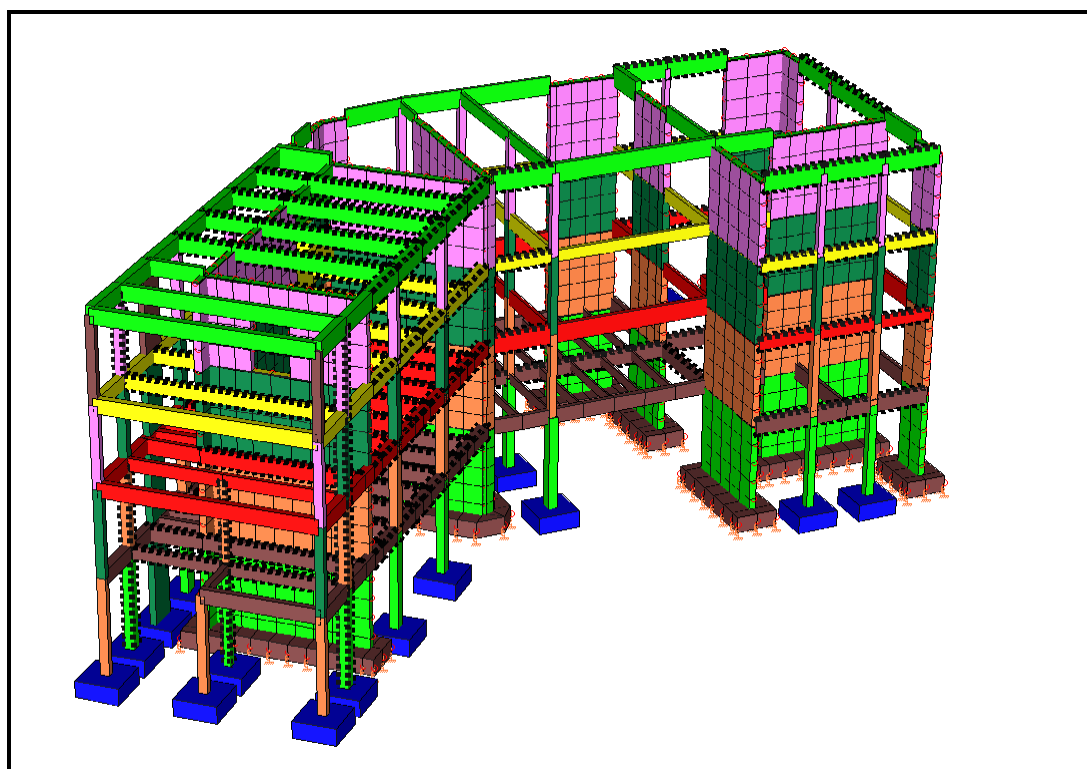
$$V_{td} = \min \{ V_{td,t} + V_{td,t} + V_{td,t} \} \quad 4.18$$

4.3 Verifiche degli elementi principali: Travi, pilastri e nuovi setti

Nelle immagini seguenti si riporta il modello di calcolo generato per la struttura in cemento armato comprensivo dei nuovi setti e delle camicie di rinforzo nelle travi e nei pilastri.



Modello generato per l'analisi della struttura in cemento armato con gli interventi di rinforzo



Modello generato per l'analisi della struttura in cemento armato con gli interventi di rinforzo

Come esposto precedentemente i nuovi setti sono stati previsti con funzione di elemento sismico primario ; le travi e i pilastri esistenti divengono elementi sismici secondari, vengono quindi verificati solo per i carichi statici. A tal fine le nuove pareti forniscono un contributo alla rigidezza e alla resistenza sotto l'azione orizzontale sismica maggiore del 85% dell'analogo contributo degli elementi secondari. Nel listato di output seguente viene riportata la sopradetta verifica.

```
Nome archivio di lavoro      : B553 - Gaslini - Meucci ca adeguamento_
Tipo di analisi             : Statica e Dinamica
Unita' di misura delle Forze : kg
Unita' di misura Lunghezze  : cm
Sisma lungo l'asse Z        : No
Combinazione dei modi       : CQC
```

RIPARTIZIONE DELLE AZIONI TAGLIANTI AI PIANI

*** Piano rigido alla quota: 1250.000 Travi terzo solaio

C.C	FX(Tot)	FX(Pil.) (%)	FX(Setti) (%)	FX(Pareti) (%)	FY(Tot)	FY(Pil.) (%)	FY(Setti) (%)	FY(Pareti) (%)
1 Statica+(EX+λ*EY)	240767	34791 14	6688 3	199288 83	222080	26173 12	2683 1	193224 87
1 Statica+(λ*EX+EY)	242893	34530 14	6585 3	201777 83	230161	26251 11	2716 1	201195 87

*** Piano rigido alla quota: 870.000 Travi secondo solaio

C.C	FX(Tot)	FX(Pil.) (%)	FX(Setti) (%)	FX(Pareti) (%)	FY(Tot)	FY(Pil.) (%)	FY(Setti) (%)	FY(Pareti) (%)
1 Statica+(EX+λ*EY)	751309	49768 7	6006 1	695534 93	759360	31106 4	3324 0	724931 95
1 Statica+(λ*EX+EY)	790412	47390 6	6838 1	736184 93	800819	32047 4	3247 0	765526 96

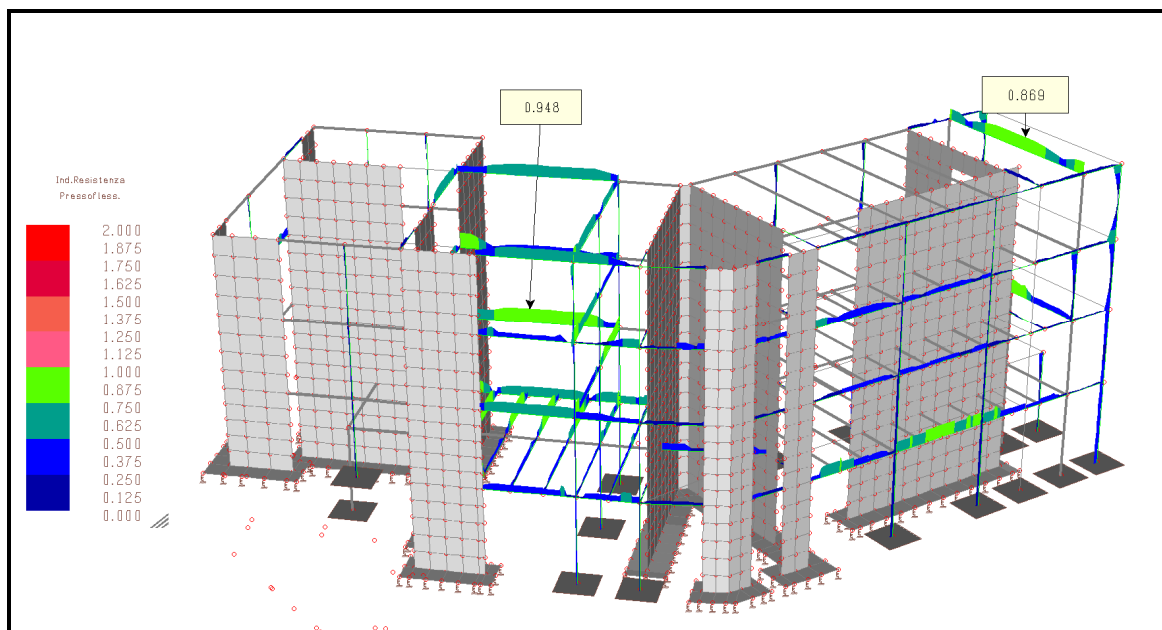
*** Piano rigido alla quota: 460.000 Travi primo solaio

C.C	FX(Tot)	FX(Pil.) (%)	FX(Setti) (%)	FX(Pareti) (%)	FY(Tot)	FY(Pil.) (%)	FY(Setti) (%)	FY(Pareti) (%)
1 Statica+(EX+λ*EY)	543301	58700 11	5467 1	479135 88	547034	39080 7	4412 1	503542 92
1 Statica+(λ*EX+EY)	598157	54958 9	3719 1	539480 90	598237	39587 7	4606 1	554044 93

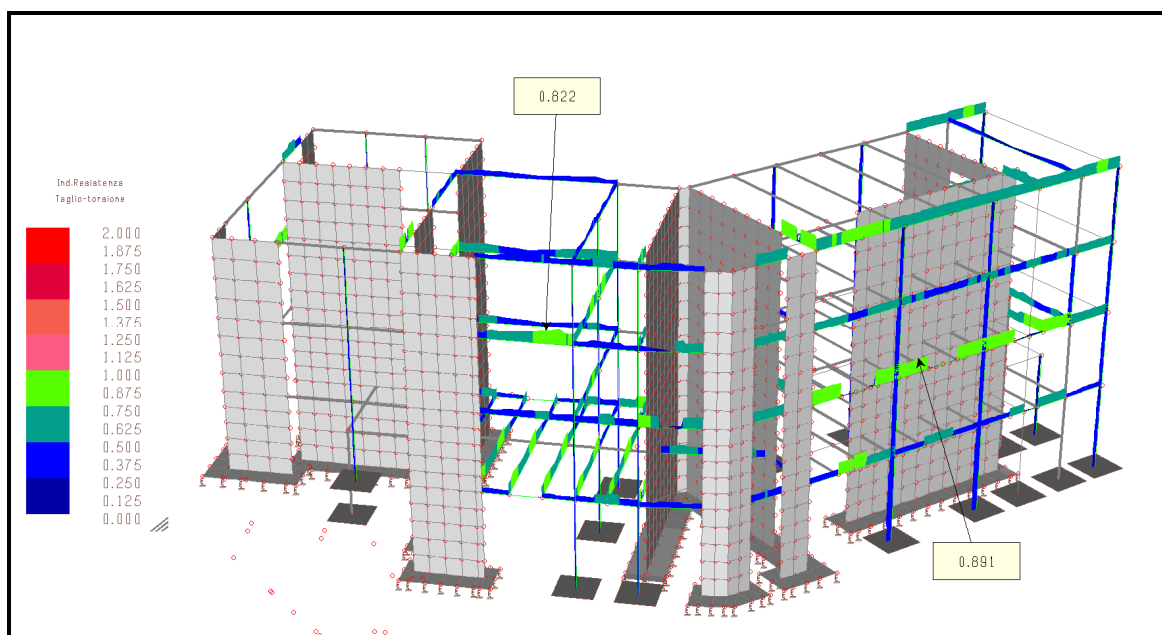
*** Piano rigido alla quota: 0.000

C.C	FX(Tot)	FX(Pil.) (%)	FX(Setti) (%)	FX(Pareti) (%)	FY(Tot)	FY(Pil.) (%)	FY(Setti) (%)	FY(Pareti) (%)
1 Statica+(EX+λ*EY)	314391	32469 10	2318 1	279604 89	370598	28120 8	1933 1	340545 92
1 Statica+(λ*EX+EY)	337379	30527 9	1514 0	305339 91	423075	31229 7	2134 1	389712 92

Nelle figure seguenti si riportano gli indici di resistenza a presso flessione e a taglio degli elementi esistenti non rinforzati verificati solo in condizioni statiche. Come si può notare tutti gli indici di resistenza sono minori di 1, le sezioni sono quindi verificate.



Indici di resistenza presso flessione elementi esistenti non rinforzati



Indici di resistenza taglio-torsione elementi esistenti non rinforzati

Gli altri elementi esistenti sono stati rinforzati con camicie in cemento armato in modo da a ottenere il soddisfacimento delle verifiche di resistenza. A titolo di esempio si riporta il listato di verifica de rinforzo eseguito sul pilastro P27 all’ultimo livello.

Verifica del pilastro P27

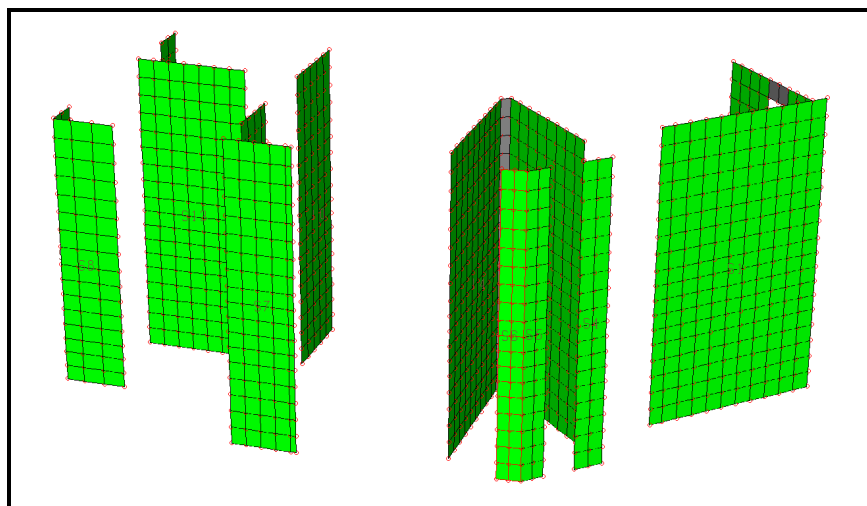
Verifica a pressoflessione

NC	x	N kg	My kgm	Mz kgm	MyRes kgm	MzRes kgm	IR N, My	IR N, Mz	IR N, My, Mz
2	0	-8177.0	9330.2	-48.3	29210.9	26711.2	0.32	0.00	0.32 Verificato
2	14	-8113.3	9375.7	-48.6	29197.5	26699.5	0.32	0.00	0.32 Verificato
2	400	-6357.0	-7434.2	25.9	28828.8	26376.8	0.26	0.00	0.26 Verificato

Verifica a taglio

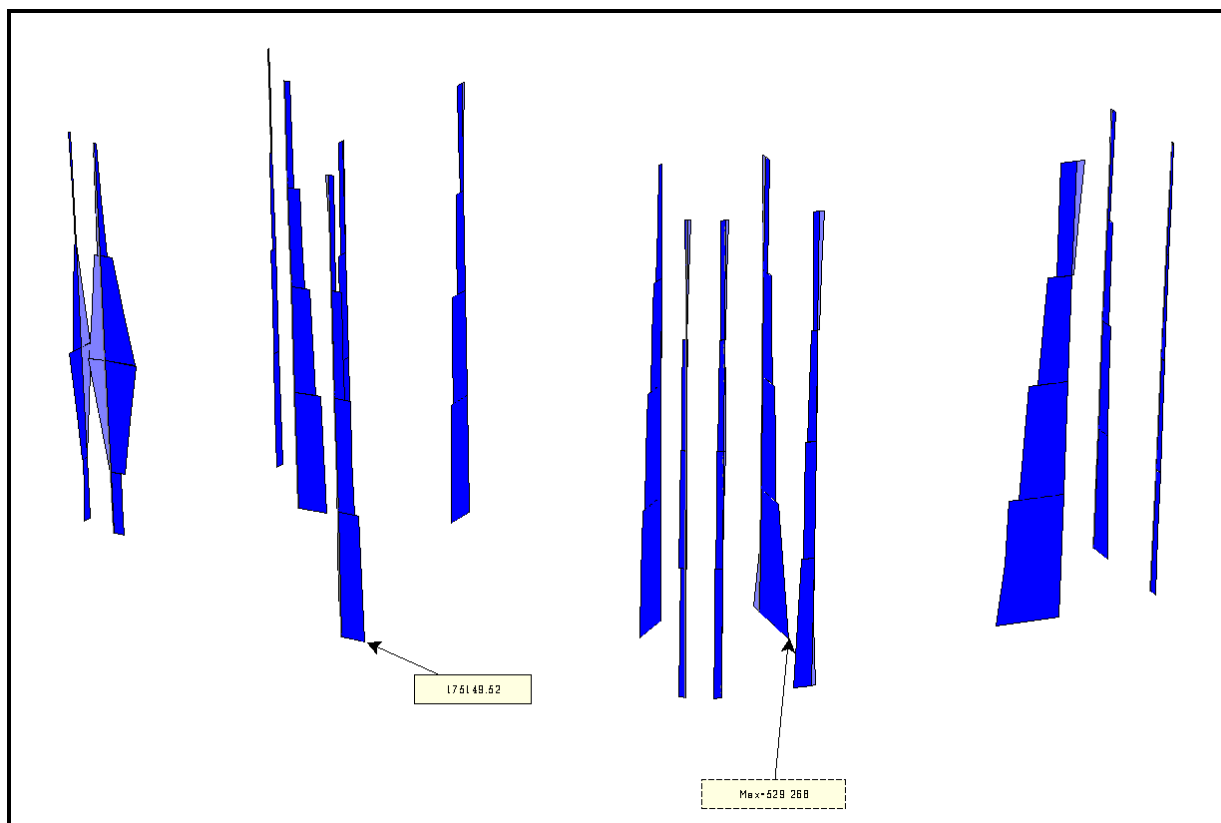
		cotg theta y:		2.50		cotg theta z:		2.50											
NC	x	Fy	Fz	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrd	Vu(tgl)	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrd	Vu(tgl)	IRy	IRz				
		kg				kg	dir. y				kg	dir. z							
2	0	20.1	4532.0	2563.1	21722.5	26422.1	43968.7	43968.7	2962.4	19113.1	29410.5	46509.9	46509.9	0.06	0.06	Verificato			
2	14	20.1	4532.0	2563.1	21706.8	26422.1	43952.5	43952.5	2962.4	19097.3	29410.5	46493.5	46493.5	0.06	0.06	Verificato			
2	400	20.1	4532.0	2563.1	18028.2	26422.1	43505.2	43505.2	2962.4	18660.6	29410.5	46041.8	46041.8	0.06	0.06	Verificato			

Il nuovo sistema di pareti in cemento armato a cui è affidata la resistenza alle azioni sismiche è stato analizzato come struttura non dissipativa. Nella figura seguente si riportano le pareti in oggetto.

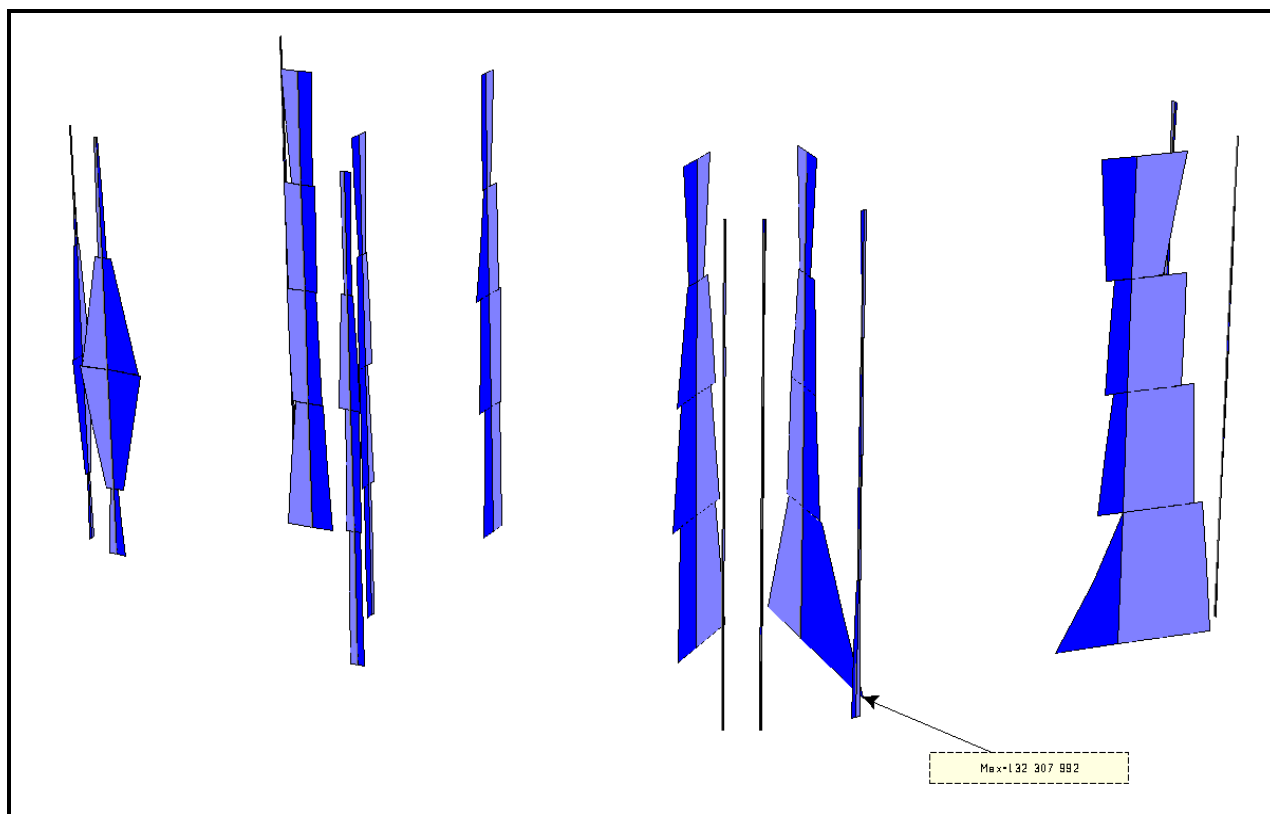


Nuove pareti in cemento armato

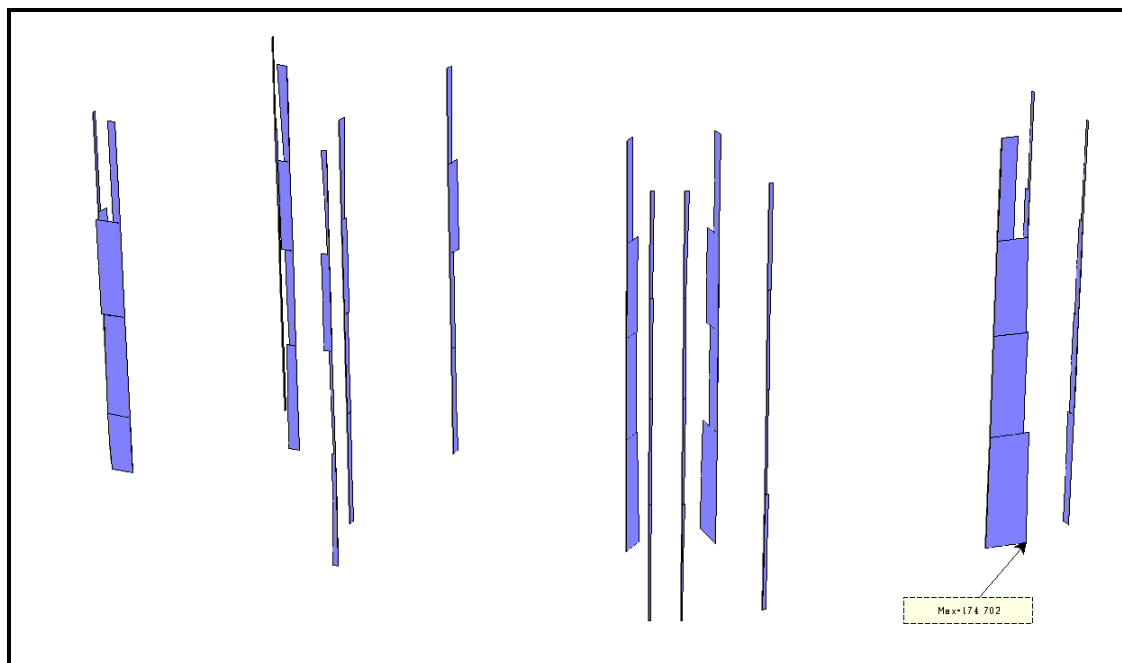
Nella figura seguente si riportano le sollecitazioni di verifica delle pareti ottenute dall’integrazione delle tensioni presenti negli elemento “shell” con cui sono state modellate.



Sforzo normale di verifica (in daN) nelle nuove pareti in cemento armato



Momento flettente di verifica (in daNcm) nelle nuove pareti in cemento armato



Sforzo di taglio di verifica (in daN) nelle nuove pareti in cemento armato

Tutte le verifiche hanno dato esito positivo, a titolo di esempio si riporta il listato di output per la parete disposta in senso longitudinale al corpo centrale in cemento armato.

Parete num. 1 Descrizione: Parete semplice n. 1
Larghezza: 1014.6 cm, spessore: 30.0 cm, altezza: 460.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice di resistenza			aswta		
PASSO	C.	-----		-----		-----				-----			-----	-----		
s		kg		kg * m		cm²					Fx,M	Bielle	V,Mx	cm²/m		
cm		-----														
--		-----														
1	1A	-359916	165420	68714	725237	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.36	0.12	0.66	0.00	-	
1	1B	-203855	165420	68714	89671	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.40	0.12	0.74	0.00	-	
1	1C	-359916	165420	-37449	725237	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.20	0.12	0.66	0.00	-	
1	1D	-203855	165420	-37449	89671	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.14	0.12	0.74	0.00	-	
1	1I	-190528	133592	74491	230820	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.49	0.10	0.60	0.00	-	
1	1J	-373243	133592	74491	584088	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.37	0.10	0.49	0.00	-	
1	1K	-190528	133592	-43226	230820	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.22	0.10	0.60	0.00	-	
1	1L	-373243	133592	-43226	584088	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.20	0.10	0.49	0.00	-	
1	2	-413108	27112	24523	604056	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.12	0.03	0.09	0.00	-	

		apost= --		aant= --		ainf= --		asup= --		(e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0						
½	1A	-348553	170061	42957	788788	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.23	0.12	0.73	0.00	-	
-																
½	1B	-240379	170061	42957	-237620	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.18	0.12	0.72	0.00	-	
-																
½	1C	-348553	170061	-29508	788788	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.18	0.12	0.73	0.00	-	
-																
½	1D	-240379	170061	-29508	-237620	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.12	0.12	0.72	0.00	-	
-																
½	1I	-161092	138444	47620	189903	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.28	0.10	0.65	0.00	-	
-																
½	1J	-427841	138444	47620	361265	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.19	0.10	0.47	0.00	-	
-																
½	1K	-161092	138444	-34171	189903	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.17	0.10	0.65	0.00	-	
-																
½	1L	-427841	138444	-34171	361265	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.15	0.10	0.47	0.00	-	
-																
½	2	-428419	26835	10567	411041	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.09	0.03	0.09	0.00	-	
-																

		apost= --	aant= --	ainf= --	asup= --	(e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0									
0	1A	-337191	174702	17199	852339	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.15	0.13	0.79	0.00	-
-															
0	1B	-276904	174702	17199	-564911	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.11	0.13	0.77	0.00	-
-															
0	1C	-337191	174702	-21567	852339	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.16	0.13	0.79	0.00	-
-															
0	1D	-276904	174702	-21567	-564911	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.13	0.13	0.77	0.00	-
-															
0	1I	-131655	143295	20748	148987	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.09	0.11	0.70	0.00	-
-															
0	1J	-482439	143295	20748	138441	104.55	104.55	4.02	4.02	5	0.11	0.10	0.47	0.00	-
-															
0	1K	-131655	143295	-25116	148987	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.11	0.11	0.70	0.00	-
-															
0	1L	-482439	143295	-25116	138441	104.55	104.55	4.02	4.02	5	0.12	0.10	0.47	0.00	-
-															
0	2	-443730	26558	-3390	218027	104.55	104.55	4.02	4.02	6	0.08	0.03	0.09	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

Parete num. 1 Descrizione: Parete semplice n. 1
Larghezza: 1014.6 cm, spessore: 30.0 cm, altezza: 410.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice di resistenza			aswta	
PASSO															
o	c.	-----		-----		-----		-----			-----		-----		
s		kg		kg * m				cm²			Fx,M	Bielle	V,Mx	cm²/m	
cm															

--															
l	1A	-246633	143136	79699	598893	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.54	0.10	0.71	0.00	-
-															
l	1B	-154148	143136	79699	-123571	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.55	0.11	0.68	0.00	-
-															
l	1C	-246633	143136	-38501	598893	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.21	0.10	0.71	0.00	-
-															
l	1D	-154148	143136	-38501	-123571	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.20	0.11	0.68	0.00	-
-															
l	1I	-102535	116684	84296	113960	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.65	0.09	0.60	0.00	-
-															
l	1J	-298246	116684	84296	361362	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.48	0.08	0.46	0.00	-
-															

1	1K	-102535	116684	-43098	113960	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.29	0.09	0.60	0.00	-
-															
1	1L	-298246	116684	-43098	361362	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.18	0.08	0.46	0.00	-
-															
1	2	-293892	40633	32177	357793	104.55	104.55	4.02	4.02	3	0.11	0.04	0.16	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

½	1A	-261818	142710	59857	621865	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.36	0.10	0.69	0.00	-
-															
½	1B	-156540	142710	59857	-175781	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.38	0.11	0.68	0.00	-
-															
½	1C	-261818	142710	-62309	621865	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.38	0.10	0.69	0.00	-
-															
½	1D	-156540	142710	-62309	-175781	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.41	0.11	0.68	0.00	-
-															
½	1I	-99365	116106	64435	106201	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.48	0.09	0.60	0.00	-
-															
½	1J	-318993	116106	64435	339883	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.30	0.08	0.45	0.00	-
-															
½	1K	-99365	116106	-66887	106201	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.50	0.09	0.60	0.00	-
-															
½	1L	-318993	116106	-66887	339883	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.31	0.08	0.45	0.00	-
-															
½	2	-304039	40460	-1990	334840	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.06	0.04	0.16	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

0	1A	-277003	142284	40016	644837	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.21	0.10	0.67	0.00	-
-															
0	1B	-158932	142284	40016	-227991	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.22	0.11	0.67	0.00	-
-															
0	1C	-277003	142284	-86117	644837	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.57	0.10	0.67	0.00	-
-															
0	1D	-158932	142284	-86117	-227991	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.62	0.11	0.67	0.00	-
-															
0	1I	-96195	115527	44575	98442	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.30	0.09	0.60	0.00	-
-															
0	1J	-339741	115527	44575	318404	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.18	0.08	0.44	0.00	-
-															
0	1K	-96195	115527	-90675	98442	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.71	0.09	0.60	0.00	-
-															
0	1L	-339741	115527	-90675	318404	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.49	0.08	0.44	0.00	-
-															
0	2	-314186	40287	-36156	311887	104.55	104.55	4.02	4.02	3	0.12	0.04	0.16	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

Parete num. 1 Descrizione: Parete semplice n. 1
 Larghezza: 1014.6 cm, spessore: 30.0 cm, altezza: 380.0 cm

--														
P	c.	Fx	V	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice	di resistenza	aswta	
PASSO	c.	-----		-----		-----				-----			-----	-----
--														
s		kg		kg	* m			cm²			Fx,M	Bielle	V,Mx	cm²/m
cm		-----												

--														
l	1A	-155071	126982	34571	485431	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.23	0.09	0.78	0.00
-														
l	1B	-58505	126982	34571	-151098	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.27	0.10	0.85	0.00
-														
l	1C	-155071	126982	-6115	485431	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.08	0.09	0.78	0.00
-														
l	1D	-58505	126982	-6115	-151098	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.04	0.10	0.85	0.00
-														
l	1I	-29735	118573	36745	20627	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.29	0.09	0.69	0.00
-														
l	1J	-183840	118573	36745	313706	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.19	0.09	0.54	0.00
-														
l	1K	-29735	118573	-8288	20627	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.04	0.09	0.69	0.00
-														
l	1L	-183840	118573	-8288	313706	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.06	0.09	0.54	0.00
-														
l	2	-157467	8394	22912	251827	104.55	104.55	4.02	4.02	3	0.08	0.01	0.04	0.00
-														
apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0														
½	1A	-164805	130714	34372	485381	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.22	0.10	0.78	0.00
-														
½	1B	-68651	130714	34372	-177952	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.26	0.10	0.86	0.00
-														
½	1C	-164805	130714	-38582	485381	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.25	0.10	0.78	0.00
-														
½	1D	-68651	130714	-38582	-177952	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.30	0.10	0.86	0.00
-														
½	1I	-28369	121672	37445	15419	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.30	0.09	0.71	0.00
-														
½	1J	-205087	121672	37445	292009	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.17	0.09	0.54	0.00
-														
½	1K	-28369	121672	-41656	15419	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.34	0.09	0.71	0.00
-														
½	1L	-205087	121672	-41656	292009	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.20	0.09	0.54	0.00
-														
½	2	-169898	8377	-2989	232820	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.04	0.01	0.04	0.00
-														
apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0														
0	1A	-174539	134445	34173	485330	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.21	0.10	0.77	0.00
-														
0	1B	-78798	134445	34173	-204806	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.25	0.10	0.87	0.00
-														
0	1C	-174539	134445	-71050	485330	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.52	0.10	0.77	0.00
-														
0	1D	-78798	134445	-71050	-204806	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.58	0.10	0.87	0.00
-														
0	1I	-27003	124771	38146	10212	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.31	0.09	0.73	0.00
-														
0	1J	-226333	124771	38146	270312	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.16	0.09	0.54	0.00
-														

0	1K	-27003	124771	-75023	10212	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.63	0.09	0.73	0.00	-
-															
0	1L	-226333	124771	-75023	270312	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.46	0.09	0.54	0.00	-
-															
0	2	-182329	8360	-28890	213814	104.55	104.55	4.02	4.02	3	0.10	0.01	0.04	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

Parete num. 1 Descrizione: Parete semplice n. 1
Larghezza: 1014.6 cm, spessore: 30.0 cm, altezza: 400.0 cm

--															
P	c.	Fx	V	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice	di	resistenza	aswta	
PASSO															
o	c.	-----		-----		-----		-----			-----		-----	-----	---
--															
s		kg		kg	* m			cm ²			Fx,M	Bielle	V,Mx	cm ² /m	
cm															

--															
1	1A	-79910	66159	69959	448329	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.62	0.05	0.54	0.00	-
-															
1	1B	16903	66159	69959	-307396	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.71	0.05	0.81	0.00	-
-															
1	1C	-79910	66159	-44889	448329	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.40	0.05	0.54	0.00	-
-															
1	1D	16903	66159	-44889	-307396	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.49	0.05	0.81	0.00	-
-															
1	1I	55863	63789	74866	-87101	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.75	0.05	0.78	0.00	-
-															
1	1J	-118870	63789	74866	228034	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.57	0.05	0.34	0.00	-
-															
1	1K	55863	63789	-49797	-87101	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.53	0.05	0.78	0.00	-
-															
1	1L	-118870	63789	-49797	228034	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.35	0.05	0.34	0.00	-
-															
1	2	-47335	23196	20055	104433	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.12	0.03	0.15	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

½	1A	-77316	65729	39738	361453	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.33	0.05	0.52	0.00	-
-															
½	1B	-8011	65729	39738	-267760	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.40	0.05	0.75	0.00	-
-															
½	1C	-77316	65729	-39693	361453	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.33	0.05	0.52	0.00	-
-															
½	1D	-8011	65729	-39693	-267760	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.40	0.05	0.75	0.00	-
-															
½	1I	32873	62451	43465	-60092	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.44	0.05	0.76	0.00	-
-															
½	1J	-118200	62451	43465	153785	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.28	0.05	0.31	0.00	-
-															
½	1K	32873	62451	-43420	-60092	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.44	0.05	0.76	0.00	-
-															
½	1L	-118200	62451	-43420	153785	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.28	0.05	0.31	0.00	-
-															
½	2	-61523	23113	-102	69612	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.01	0.03	0.13	0.00	-
-															

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0

0	1A	-74722	65300	9516	274577	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.07	0.05	0.48	0.00	-
-															

0	1B	-32926	65300	9516	-228123	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.10	0.05	0.60	0.00	-
-															
0	1C	-74722	65300	-34497	274577	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.27	0.05	0.48	0.00	-
-															
0	1D	-32926	65300	-34497	-228123	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.31	0.05	0.60	0.00	-
-															
0	1I	9883	61113	12064	-33082	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.13	0.05	0.75	0.00	-
-															
0	1J	-117530	61113	12064	79536	104.55	104.55	4.02	4.02	4	0.05	0.05	0.31	0.00	-
-															
0	1K	9883	61113	-37044	-33082	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.35	0.05	0.75	0.00	-
-															
0	1L	-117530	61113	-37044	79536	104.55	104.55	4.02	4.02	2	0.21	0.05	0.31	0.00	-
-															
0	2	-75711	23030	-20258	34791	104.55	104.55	4.02	4.02	3	0.09	0.03	0.12	0.00	-
-															
apost= -- aant= -- ainf= -- asup= -- (e arm. base=104 d 16) arm. orizz.= d 10 / 20.0															

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI NEL CORPO IN MURATURA

5.1 Premessa e descrizione degli interventi

Di seguito si riportano gli interventi proposti per adeguare staticamente e sismicamente il corpo in muratura del complesso scolastico in oggetto:

- 1) Realizzazione di giunto strutturale tra il corpo in cemento armato e il corpo in muratura mediante la demolizione dei pilastri posti addossati alle pareti in muratura e la ricostruzione degli stessi in

posizione arretrata. Su di essi sarà impostata una nuova trave di bordo su cui graverà la soletta esistente che attualmente si appoggia sulle murature.

- 2) Realizzazione di intonaco armato da entrambe le facce della muratura mediante predisposizione di rete e.s. e barre trasversali di collegamento e getto di malta di calce idraulica di adeguata resistenza applicato a rinzafo di spessore 4 cm.
- 3) Ammorsamento delle pareti in muratura mediante la demolizione di una porzione e la sua ricostruzione in mattoni pieni e l'inserimento di barre nei letti di malta.
- 4) Inserimento di catene in acciaio, disposte nelle due direzioni principali a livello dei solai, per assicurare un adeguato vincolo tra questi ultimi e le pareti, attualmente collegati in maniera poco efficace;
- 5) Realizzazione di nuove pareti in mattoni pieni al posto delle tramezze esistenti in mattoni forati.

5.2 Verifiche della muratura post rinforzo

A seguito degli interventi sopra descritti si riportano le verifiche delle muratura in condizioni statiche e sismiche, la verifica dei meccanismi locali e gli indici di vulnerabilità sismica:

VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE

I dettagli di verifica per le singole analisi sono riportati nel listato di output di seguito riportato:

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,32	2,08	0,40	Sì	0,25	1,56	0,40	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	0,37	1,68	0,43	Sì	0,29	1,26	0,43	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	0,30	2,31	0,40	Sì	0,23	1,74	0,40	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	0,37	2,16	0,38	Sì	0,28	1,62	0,38	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	1,34	2,08	1,28	Sì	0,98	1,56	1,28	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,61	1,68	1,78	Sì	1,21	1,26	1,78	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	1,31	2,24	1,16	Sì	0,94	1,68	1,16	Sì
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,58	1,92	1,53	Sì	1,18	1,44	1,53	Sì
9	+X	Uniforme	76,9	0,32	5,45	0,47	Sì	0,25	4,09	0,47	Sì
10	+X	Uniforme	-76,9	0,32	1,84	0,36	Sì	0,25	1,38	0,36	Sì
11	+X	Forze statiche	76,9	0,37	2,00	0,51	Sì	0,29	1,50	0,51	Sì
12	+X	Forze statiche	-76,9	0,37	2,49	0,42	Sì	0,29	1,86	0,42	Sì
13	-X	Uniforme	76,9	0,30	3,11	0,48	Sì	0,23	2,33	0,48	Sì
14	-X	Uniforme	-76,9	0,31	2,63	0,35	Sì	0,24	1,98	0,35	Sì

15	-X	Forze statiche	76,9	0,37	1,76	0,40	Sì	0,28	1,32	0,40	Sì
16	-X	Forze statiche	-76,9	0,37	2,47	0,35	Sì	0,29	1,86	0,35	Sì
17	+Y	Uniforme	105,4	1,33	2,00	1,27	Sì	0,97	1,50	1,27	Sì
18	+Y	Uniforme	-105,4	1,35	2,00	1,29	Sì	0,99	1,50	1,29	Sì
19	+Y	Forze statiche	105,4	1,58	1,68	1,73	Sì	1,19	1,26	1,73	Sì
20	+Y	Forze statiche	-105,4	1,63	1,76	1,84	Sì	1,22	1,32	1,84	Sì
21	-Y	Uniforme	105,4	1,27	2,40	1,25	Sì	0,92	1,80	1,25	Sì
22	-Y	Uniforme	-105,4	1,34	2,24	1,10	Sì	0,97	1,68	1,10	Sì
23	-Y	Forze statiche	105,4	1,55	1,84	1,54	Sì	1,16	1,38	1,54	Sì
24	-Y	Forze statiche	-105,4	1,64	1,92	1,56	Sì	1,23	1,44	1,56	Sì

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,09	0,62	Sì	0,06	0,42	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	0,10	0,67	Sì	0,07	0,45	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	0,08	0,58	Sì	0,06	0,39	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	0,10	0,75	Sì	0,07	0,50	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	0,38	0,70	Sì	0,30	0,46	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,46	0,60	Sì	0,35	0,40	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	0,38	0,77	Sì	0,30	0,52	Sì
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,46	0,71	Sì	0,35	0,47	Sì
9	+X	Uniforme	76,9	0,08	0,53	Sì	0,06	0,35	Sì
10	+X	Uniforme	-76,9	0,08	0,69	Sì	0,06	0,46	Sì
11	+X	Forze statiche	76,9	0,10	0,57	Sì	0,07	0,38	Sì
12	+X	Forze statiche	-76,9	0,10	0,69	Sì	0,07	0,46	Sì
13	-X	Uniforme	76,9	0,08	0,48	Sì	0,06	0,32	Sì
14	-X	Uniforme	-76,9	0,08	0,68	Sì	0,06	0,45	Sì
15	-X	Forze statiche	76,9	0,10	0,71	Sì	0,07	0,48	Sì
16	-X	Forze statiche	-76,9	0,10	0,81	Sì	0,07	0,54	Sì
17	+Y	Uniforme	105,4	0,38	0,70	Sì	0,30	0,47	Sì
18	+Y	Uniforme	-105,4	0,38	0,70	Sì	0,31	0,47	Sì
19	+Y	Forze statiche	105,4	0,45	0,61	Sì	0,34	0,41	Sì
20	+Y	Forze statiche	-105,4	0,46	0,59	Sì	0,35	0,39	Sì
21	-Y	Uniforme	105,4	0,36	0,68	Sì	0,29	0,45	Sì
22	-Y	Uniforme	-105,4	0,40	0,85	Sì	0,32	0,57	Sì
23	-Y	Forze statiche	105,4	0,44	0,68	Sì	0,34	0,45	Sì
24	-Y	Forze statiche	-105,4	0,48	0,73	Sì	0,36	0,49	Sì

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	6,429	6,216	7,318	6,573

2	+X	Forze statiche	0,0	4,535	4,385	6,843	6,147
3	-X	Uniforme	0,0	7,642	7,389	7,302	6,558
4	-X	Forze statiche	0,0	5,900	5,704	7,816	7,020
5	+Y	Uniforme	0,0	1,456	1,464	1,838	1,530
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,041	1,037	1,328	1,162
7	-Y	Uniforme	0,0	1,578	1,588	2,042	1,699
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,190	1,186	1,548	1,358
9	+X	Uniforme	76,9	6,558	6,341	6,227	5,593
10	+X	Uniforme	-76,9	5,741	5,551	8,134	7,306
11	+X	Forze statiche	76,9	5,418	5,239	5,826	5,233
12	+X	Forze statiche	-76,9	6,645	6,425	7,030	6,314
13	-X	Uniforme	76,9	6,425	6,213	6,101	5,479
14	-X	Uniforme	-76,9	8,559	8,276	8,340	7,491
15	-X	Forze statiche	76,9	4,784	4,625	7,379	6,628
16	-X	Forze statiche	-76,9	6,658	6,438	8,321	7,474
17	+Y	Uniforme	105,4	1,415	1,425	1,864	1,551
18	+Y	Uniforme	-105,4	1,397	1,405	1,830	1,523
19	+Y	Forze statiche	105,4	1,054	1,052	1,362	1,181
20	+Y	Forze statiche	-105,4	1,074	1,068	1,282	1,129
21	-Y	Uniforme	105,4	1,718	1,723	1,892	1,575
22	-Y	Uniforme	-105,4	1,544	1,555	2,140	1,781
23	-Y	Forze statiche	105,4	1,168	1,167	1,531	1,321
24	-Y	Forze statiche	-105,4	1,153	1,146	1,515	1,361

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le **verifiche risultano TUTTE soddisfatte**.

VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE

Parete : 1

Maschio	h _o [cm]	t [cm]	h _o /t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
11	450	40	11,250	0,056	0,056	0,056	Si
12	450	40	11,250	0,056	0,056	0,056	Si
13	390	36	10,833	0,054	0,054	0,054	Si
14	390	36	10,833	0,240	0,096	0,163	Si
15	390	45	8,667	0,305	0,066	0,096	Si
16	340	80	4,250	0,293	0,052	0,056	Si
17	340	80	4,250	0,047	0,021	0,033	Si
18	340	65	5,231	0,046	0,026	0,041	Si
19	340	65	5,231	0,043	0,026	0,040	Si
20	450	55	8,182	0,076	0,041	0,068	Si

21	450	55	8,182	0,082	0,041	0,068	Si
22	390	30	13,000	0,065	0,065	0,065	Si
23	390	30	13,000	0,065	0,065	0,065	Si
24	390	50	7,800	0,039	0,039	0,039	Si
25	390	50	7,800	0,138	0,064	0,119	Si
26	390	50	7,800	0,129	0,059	0,109	Si
27	390	50	7,800	0,161	0,066	0,114	Si
28	390	30	13,000	0,065	0,065	0,065	Si
29	390	30	13,000	0,109	0,065	0,081	Si
30	390	50	7,800	0,223	0,060	0,091	Si
31	390	50	7,800	0,171	0,066	0,111	Si
32	390	50	7,800	0,200	0,058	0,089	Si

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
11	23.080	0,655	79.151	0,292	27.503	0,655	79.151	0,347	31.925	0,655	79.151	0,403	Si
12	22.486	0,655	40.666	0,553	25.796	0,655	40.666	0,634	29.106	0,655	40.666	0,716	Si
13	5.660	0,674	17.398	0,325	6.855	0,674	17.398	0,394	8.049	0,674	17.398	0,463	Si
14	12.476	0,274	38.196	0,327	16.898	0,565	78.661	0,215	21.321	0,435	60.671	0,351	Si
15	3.724	0,223	14.124	0,264	11.052	0,690	43.743	0,253	18.380	0,612	38.779	0,474	Si
16	769	0,336	13.985	0,055	2.553	0,814	33.857	0,075	6.006	0,800	33.274	0,180	Si
17	16.205	0,829	90.394	0,179	25.254	0,908	99.039	0,255	34.303	0,871	94.955	0,361	Si
18	8.657	0,822	18.152	0,477	10.129	0,883	19.501	0,519	11.601	0,838	18.494	0,627	Si
19	72.708	0,831	96.777	0,751	80.478	0,883	102.945	0,782	88.248	0,840	97.863	0,902	Si
20	111.504	0,668	252.066	0,442	128.961	0,775	292.772	0,440	146.418	0,693	261.773	0,559	Si
21	13.243	0,651	46.800	0,283	16.568	0,775	55.768	0,297	19.893	0,692	49.797	0,399	Si
22	1.653	0,582	6.888	0,240	2.123	0,582	6.888	0,308	2.594	0,582	6.888	0,377	Si
23	8.470	0,582	14.928	0,567	9.489	0,582	14.928	0,636	10.509	0,582	14.928	0,704	Si
24	10.178	0,789	31.953	0,319	11.889	0,789	31.953	0,372	13.599	0,789	31.953	0,426	Si
25	28.976	0,549	50.095	0,578	32.382	0,714	65.108	0,497	35.788	0,585	53.393	0,670	Si
26	18.371	0,566	38.678	0,475	20.921	0,728	49.731	0,421	23.471	0,604	41.240	0,569	Si
27	8.816	0,505	32.999	0,267	11.579	0,707	46.221	0,251	14.342	0,595	38.902	0,369	Si
28	640	0,582	2.755	0,232	1.111	0,582	2.755	0,403	1.582	0,582	2.755	0,574	Si
29	1.149	0,484	4.963	0,232	2.169	0,582	5.971	0,363	3.189	0,539	5.534	0,576	Si
30	6.893	0,379	31.803	0,217	15.536	0,724	60.806	0,256	24.179	0,639	53.596	0,451	Si
31	5.602	0,485	13.234	0,423	7.950	0,707	19.299	0,412	10.298	0,601	16.413	0,627	Si
32	2.427	0,426	11.127	0,218	5.119	0,732	19.152	0,267	7.811	0,643	16.817	0,464	Si

Parete : 2

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
33	340	75	4,533	0,023	0,023	0,023	Si
34	450	75	6,000	0,071	0,031	0,055	Si
35	390	40	9,750	0,112	0,050	0,091	Si
36	390	40	9,750	0,069	0,049	0,054	Si

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
34	72.535	0,727	314.357	0,231	95.597	0,853	368.758	0,259	118.659	0,777	335.856	0,353	Sì
35	41.301	0,559	128.914	0,320	51.961	0,716	165.115	0,315	62.621	0,601	138.511	0,452	Sì
36	6.618	0,659	60.741	0,109	16.746	0,719	66.304	0,253	27.406	0,704	64.961	0,422	Sì

Parete : 3

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
44	340	75	4,533	0,023	0,023	0,023	Sì
45	340	75	4,533	0,032	0,023	0,028	Sì
46	450	35	12,857	0,103	0,064	0,087	Sì
47	450	35	12,857	0,099	0,064	0,092	Sì
48	450	35	12,857	0,135	0,064	0,071	Sì
49	390	26	15,000	0,135	0,075	0,108	Sì
50	390	26	15,000	0,109	0,075	0,101	Sì
51	390	26	15,000	0,111	0,075	0,094	Sì
52	390	26	15,000	0,188	0,078	0,139	Sì
53	390	26	15,000	0,121	0,075	0,101	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
45	4.488	0,874	17.679	0,254	6.166	0,902	18.245	0,338	7.844	0,886	17.921	0,438	Sì
46	5.646	0,497	22.577	0,250	7.666	0,588	26.691	0,287	9.686	0,528	24.002	0,404	Sì
47	35.090	0,505	88.355	0,397	39.756	0,588	102.800	0,387	44.422	0,519	90.825	0,489	Sì
48	152	0,437	11.959	0,013	471	0,588	16.083	0,029	1.689	0,570	15.609	0,108	Sì
49	3.146	0,381	12.843	0,245	4.465	0,501	16.905	0,264	5.784	0,433	14.618	0,396	Sì
50	19.338	0,431	51.498	0,376	22.527	0,501	59.883	0,376	25.715	0,447	53.429	0,481	Sì
51	2.558	0,427	11.967	0,214	3.654	0,501	14.053	0,260	4.751	0,459	12.865	0,369	Sì
52	2.059	0,281	5.679	0,363	2.848	0,492	9.949	0,286	3.638	0,373	7.535	0,483	Sì
53	18.158	0,408	75.584	0,240	25.398	0,501	92.825	0,274	32.638	0,447	82.822	0,394	Sì

Parete : 4

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
66	340	70	4,857	0,026	0,024	0,025	Sì
67	340	50	6,800	0,034	0,034	0,034	Sì
68	340	50	6,800	0,034	0,034	0,034	Sì
69	450	65	6,923	0,035	0,035	0,035	Sì
70	450	65	6,923	0,078	0,037	0,070	Sì
71	450	65	6,923	0,091	0,041	0,074	Sì
72	450	35	12,857	0,101	0,064	0,090	Sì
73	450	35	12,857	0,096	0,064	0,090	Sì
74	450	35	12,857	0,099	0,064	0,077	Sì
75	390	30	13,000	0,065	0,065	0,065	Sì
76	390	30	13,000	0,065	0,065	0,065	Sì

77	390	42	9,286	0,117	0,054	0,102	Sì
78	390	42	9,286	0,122	0,054	0,097	Sì
79	390	26	15,000	0,110	0,075	0,098	Sì
80	390	26	15,000	0,106	0,075	0,098	Sì
81	390	26	15,000	0,106	0,075	0,090	Sì
82	390	30	13,000	0,287	0,065	0,100	Sì
83	390	30	13,000	0,197	0,069	0,115	Sì
84	390	26	15,000	0,106	0,075	0,095	Sì
85	390	26	15,000	0,087	0,075	0,084	Sì
86	390	26	15,000	0,090	0,075	0,084	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
66	5.503	0,888	155.892	0,035	20.270	0,895	157.095	0,129	37.956	0,894	156.921	0,242	Sì
69	3.878	0,821	11.736	0,330	4.515	0,821	11.736	0,385	5.151	0,821	11.736	0,439	Sì
70	58.827	0,689	136.175	0,432	64.921	0,814	161.033	0,403	71.016	0,711	140.675	0,505	Sì
71	3.045	0,657	8.903	0,342	3.667	0,803	10.873	0,337	4.289	0,699	9.465	0,453	Sì
72	8.562	0,502	19.584	0,437	10.298	0,588	22.939	0,449	12.034	0,522	20.379	0,591	Sì
73	38.336	0,511	91.668	0,418	43.124	0,588	105.480	0,409	47.912	0,523	93.878	0,510	Sì
74	1.403	0,506	12.923	0,109	2.539	0,588	15.012	0,169	3.675	0,552	14.092	0,261	Sì
75	1.309	0,582	3.837	0,341	1.567	0,582	3.837	0,409	1.826	0,582	3.837	0,476	Sì
76	16.929	0,582	36.864	0,459	19.413	0,582	36.864	0,527	21.897	0,582	36.864	0,594	Sì
77	1.402	0,559	2.696	0,520	1.593	0,712	3.430	0,464	1.784	0,589	2.836	0,629	Sì
78	8.696	0,551	28.490	0,305	10.752	0,714	36.929	0,291	12.807	0,597	30.887	0,415	Sì
79	4.360	0,428	12.426	0,351	5.500	0,501	14.528	0,379	6.641	0,452	13.098	0,507	Sì
80	20.778	0,437	58.307	0,356	24.414	0,501	66.805	0,365	28.050	0,452	60.337	0,465	Sì
81	1.521	0,437	8.298	0,183	2.263	0,501	9.508	0,238	3.005	0,466	8.849	0,340	Sì
83	1.677	0,312	4.369	0,384	3.048	0,571	7.991	0,381	4.418	0,471	6.586	0,671	Sì
84	3.051	0,437	9.583	0,318	3.923	0,501	10.993	0,357	4.795	0,458	10.056	0,477	Sì
85	9.812	0,472	29.498	0,333	11.572	0,501	31.301	0,370	13.331	0,478	29.891	0,446	Sì
86	16.017	0,467	74.198	0,216	22.229	0,501	79.653	0,279	28.442	0,479	76.234	0,373	Sì

Parete : 5

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
88	450	30	15,000	0,075	0,075	0,075	Sì
89	340	36	9,444	0,047	0,047	0,047	Sì
90	340	36	9,444	0,047	0,047	0,047	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
88	5.594	0,500	32.659	0,171	14.304	0,501	32.716	0,437	23.013	0,501	32.702	0,704	Sì
89	7.967	0,730	29.294	0,272	9.338	0,730	29.294	0,319	10.710	0,730	29.294	0,366	Sì

90	6.093	0,730	70.783	0,086	9.408	0,730	70.783	0,133	12.723	0,730	70.783	0,180	Sì
----	-------	-------	--------	-------	-------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-----------

Parete : 6

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
92	450	55	8,182	0,067	0,041	0,052	Sì
93	390	55	7,091	0,056	0,035	0,042	Sì
94	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì
95	340	70	4,857	0,024	0,024	0,024	Sì
96	340	70	4,857	0,024	0,024	0,024	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
92	24.494	0,696	83.367	0,294	40.462	0,775	92.840	0,436	56.429	0,741	88.728	0,636	Si
93	12.240	0,751	89.912	0,136	26.078	0,815	97.590	0,267	39.917	0,795	95.236	0,419	Si
94	4.145	0,758	74.242	0,056	13.836	0,758	74.242	0,186	25.159	0,758	74.242	0,339	Si
95	857	0,895	32.066	0,027	3.776	0,895	32.066	0,118	6.749	0,895	32.066	0,210	Si
96	131	0,895	71.684	0,002	614	0,895	71.684	0,009	7.260	0,895	71.684	0,101	Si

Parete : 7

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
97	340	75	4,533	0,023	0,023	0,023	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
97	637	0,902	43.730	0,015	3.827	0,902	43.730	0,088	8.711	0,902	43.730	0,199	Sì

Parete : 8

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
98	340	75	4,533	0,047	0,023	0,033	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
98	14.562	0,826	82.027	0,178	24.567	0,902	89.572	0,274	34.572	0,870	86.394	0,400	Si

Parete : 9

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
120	340	72	4,722	0,146	0,067	0,124	Sì
121	340	72	4,722	0,136	0,066	0,128	Sì
122	340	72	4,722	0,141	0,069	0,135	Sì
123	340	72	4,722	0,158	0,074	0,139	Sì
124	450	50	9,000	0,070	0,045	0,062	Sì
125	450	50	9,000	0,077	0,045	0,067	Sì

126	450	50	9,000	0,045	0,045	0,045	Sì
127	450	50	9,000	0,136	0,045	0,052	Sì
128	450	50	9,000	0,144	0,045	0,050	Sì
129	450	50	9,000	0,045	0,045	0,045	Sì
130	450	50	9,000	0,061	0,045	0,057	Sì
131	390	50	7,800	0,084	0,039	0,065	Sì
132	390	50	7,800	0,105	0,044	0,077	Sì
133	390	50	7,800	0,039	0,039	0,039	Sì
134	390	50	7,800	0,121	0,050	0,088	Sì
135	390	50	7,800	0,086	0,039	0,071	Sì
136	390	50	7,800	0,081	0,039	0,066	Sì
137	390	50	7,800	0,039	0,039	0,039	Sì
138	390	50	7,800	0,039	0,039	0,039	Sì
139	390	50	7,800	0,039	0,039	0,039	Sì
140	390	50	7,800	0,286	0,074	0,108	Sì
141	390	50	7,800	0,247	0,091	0,148	Sì
142	390	50	7,800	0,252	0,079	0,122	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
120	34.967	0,592	50.843	0,688	38.702	0,762	65.498	0,591	42.436	0,633	54.384	0,780	Sì
121	66.730	0,610	95.009	0,702	69.422	0,766	119.230	0,582	72.114	0,626	97.517	0,740	Sì
123	8.696	0,568	10.224	0,851	9.434	0,741	13.338	0,707	10.172	0,605	10.898	0,933	Sì
124	16.329	0,670	55.642	0,293	20.214	0,746	61.966	0,326	24.098	0,694	57.681	0,418	Sì
125	21.153	0,649	89.889	0,235	26.327	0,746	103.341	0,255	31.501	0,681	94.308	0,334	Sì
126	1.122	0,746	19.425	0,058	2.064	0,746	19.425	0,106	3.006	0,746	19.425	0,155	Sì
127	80	0,529	11.306	0,007	263	0,746	15.942	0,016	1.035	0,725	15.490	0,067	Sì
128	3	0,514	669	0,005	11	0,746	971	0,011	71	0,732	953	0,075	Sì
129	605	0,746	95.380	0,006	2.389	0,746	95.380	0,025	8.368	0,746	95.380	0,088	Sì
130	20.951	0,697	49.908	0,420	24.300	0,746	53.403	0,455	27.648	0,709	50.755	0,545	Sì
131	10.243	0,653	55.987	0,183	13.864	0,789	67.628	0,205	17.485	0,710	60.793	0,288	Sì
132	14.324	0,613	86.467	0,166	19.596	0,775	109.437	0,179	24.867	0,673	95.057	0,262	Sì
133	4.148	0,789	28.778	0,144	5.488	0,789	28.778	0,191	6.828	0,789	28.778	0,237	Sì
134	3.500	0,581	18.484	0,189	4.667	0,755	23.997	0,194	5.835	0,645	20.490	0,285	Sì
135	21.040	0,650	83.937	0,251	25.864	0,789	101.959	0,254	30.688	0,692	89.384	0,343	Sì
136	10.810	0,661	47.348	0,228	13.837	0,789	56.511	0,245	16.864	0,707	50.637	0,333	Sì
137	1.722	0,789	27.051	0,064	5.251	0,789	27.051	0,194	8.780	0,789	27.051	0,325	Sì
138	3.856	0,789	44.565	0,087	8.709	0,789	44.565	0,195	13.562	0,789	44.565	0,304	Sì
139	1.170	0,789	10.689	0,109	2.334	0,789	10.689	0,218	3.498	0,789	10.689	0,327	Sì
140	785	0,271	3.162	0,248	1.787	0,683	7.977	0,224	2.790	0,606	7.071	0,395	Sì
141	9.672	0,328	16.947	0,571	14.113	0,639	33.037	0,427	18.554	0,530	27.408	0,677	Sì
142	3.746	0,320	9.168	0,409	6.695	0,667	19.104	0,350	9.645	0,580	16.622	0,580	Sì

Parete : 10

Maschio	ho	t	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
---------	----	---	------	----------------	---------------	----------------	------------

	[cm]	[cm]					
149	450	26	17,308	0,126	0,087	0,114	Sì
150	390	26	15,000	0,116	0,075	0,099	Sì
151	390	26	15,000	0,144	0,075	0,130	Sì
152	390	26	15,000	0,140	0,075	0,128	Sì
153	390	26	15,000	0,134	0,075	0,118	Sì
154	390	26	15,000	0,085	0,075	0,083	Sì
155	390	26	15,000	0,075	0,075	0,075	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
149	65.510	0,350	140.679	0,466	80.235	0,419	168.461	0,476	94.960	0,371	149.295	0,636	Sì
150	767	0,418	3.461	0,222	1.020	0,501	4.146	0,246	1.272	0,449	3.716	0,342	Sì
151	11.861	0,364	23.464	0,506	13.330	0,501	32.289	0,413	14.798	0,390	25.151	0,588	Sì
152	16.141	0,371	27.921	0,578	17.946	0,501	37.667	0,476	19.752	0,394	29.634	0,667	Sì
153	3.895	0,383	8.580	0,454	4.605	0,501	11.213	0,411	5.315	0,413	9.254	0,574	Sì
154	10.642	0,477	35.066	0,303	12.122	0,501	36.796	0,329	13.602	0,482	35.397	0,384	Sì
155	1.167	0,501	25.112	0,046	2.973	0,501	25.112	0,118	4.778	0,501	25.112	0,190	Sì

Parete : 11

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
165	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì
166	450	55	8,182	0,075	0,041	0,066	Sì
167	450	55	8,182	0,072	0,041	0,068	Sì
168	450	55	8,182	0,076	0,041	0,067	Sì
169	390	50	7,800	0,095	0,043	0,080	Sì
170	390	50	7,800	0,091	0,042	0,079	Sì
171	390	50	7,800	0,087	0,040	0,076	Sì
172	390	50	7,800	0,112	0,049	0,087	Sì
173	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì
174	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì
175	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì
176	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
165	591	0,758	59.215	0,010	591	0,758	59.215	0,010	9.623	0,758	59.215	0,163	Sì
166	20.440	0,673	48.364	0,423	23.800	0,775	55.734	0,427	27.159	0,698	50.188	0,541	Sì
167	32.343	0,680	53.362	0,606	35.274	0,775	60.868	0,580	38.206	0,695	54.514	0,701	Sì
168	58.072	0,668	151.866	0,382	68.707	0,775	176.401	0,389	79.343	0,697	158.444	0,501	Sì
169	14.986	0,631	41.239	0,363	17.747	0,776	50.728	0,350	20.507	0,664	43.378	0,473	Sì
170	17.770	0,640	45.680	0,389	20.435	0,780	55.690	0,367	23.100	0,668	47.688	0,484	Sì
171	17.239	0,646	46.449	0,371	19.923	0,785	56.421	0,353	22.607	0,677	48.641	0,465	Sì
172	11.452	0,598	41.780	0,274	14.402	0,760	53.054	0,271	17.352	0,646	45.119	0,385	Sì

173	8.791	0,758	17.828	0,493	11.212	0,758	17.828	0,629	13.633	0,758	17.828	0,765	Sì
174	5.335	0,758	19.470	0,274	7.162	0,758	19.470	0,368	8.990	0,758	19.470	0,462	Sì
175	3.217	0,758	19.612	0,164	5.058	0,758	19.612	0,258	6.898	0,758	19.612	0,352	Sì
176	1.988	0,758	19.049	0,104	4.575	0,758	19.049	0,240	7.162	0,758	19.049	0,376	Sì

Parete : 12

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
183	450	55	8,182	0,050	0,041	0,046	Sì
184	390	38	10,263	0,102	0,051	0,078	Sì
185	450	38	11,842	0,132	0,063	0,120	Sì
186	450	45	10,000	0,137	0,063	0,118	Sì
187	450	45	10,000	0,107	0,050	0,090	Sì
188	390	45	8,667	0,091	0,043	0,067	Sì
189	390	45	8,667	0,254	0,098	0,163	Sì
190	390	45	8,667	0,241	0,076	0,119	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
183	60.116	0,748	284.318	0,211	80.385	0,775	294.605	0,273	100.653	0,759	288.461	0,349	Sì
184	25.162	0,567	137.001	0,184	36.660	0,698	168.647	0,217	48.157	0,620	149.631	0,322	Sì
185	5.425	0,469	9.491	0,572	5.960	0,621	12.556	0,475	6.494	0,492	9.956	0,652	Sì
186	20.720	0,508	36.087	0,574	23.458	0,670	47.631	0,492	26.196	0,543	38.554	0,679	Sì
187	7.347	0,565	22.251	0,330	8.864	0,710	27.942	0,317	10.382	0,597	23.501	0,442	Sì
188	1.611	0,621	4.898	0,329	2.443	0,758	5.975	0,409	3.275	0,686	5.411	0,605	Sì
189	7.456	0,297	8.960	0,832	10.275	0,609	18.371	0,559	13.093	0,484	14.597	0,897	Sì
190	2.167	0,320	5.342	0,406	3.931	0,658	10.978	0,358	5.694	0,569	9.487	0,600	Sì

Parete : 13

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
191	450	45	10,000	0,077	0,050	0,064	Sì
192	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
191	19.024	0,628	105.925	0,180	28.017	0,710	119.685	0,234	37.011	0,668	112.612	0,329	Sì
192	1.661	0,758	51.107	0,033	7.904	0,758	51.107	0,155	15.698	0,758	51.107	0,307	Sì

Parete : 14

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
196	450	50	9,000	0,175	0,073	0,127	Sì
197	390	40	9,750	0,206	0,093	0,170	Sì
198	390	40	9,750	0,225	0,093	0,161	Sì

199	390	30	13,000	0,148	0,065	0,111	Sì
200	390	30	13,000	0,116	0,065	0,104	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
196	97.036	0,451	244.246	0,397	125.907	0,662	358.173	0,352	154.778	0,547	295.741	0,523	Sì
197	18.775	0,371	29.240	0,642	21.555	0,597	47.046	0,458	24.336	0,448	35.315	0,689	Sì
198	37.768	0,331	101.199	0,373	48.567	0,597	182.755	0,266	59.366	0,467	142.854	0,416	Sì
199	4.750	0,407	23.423	0,203	6.729	0,582	33.478	0,201	8.708	0,480	27.614	0,315	Sì
200	14.135	0,470	27.150	0,521	16.121	0,582	33.596	0,480	18.107	0,491	28.380	0,638	Sì

Parete : 15

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
202	450	38	11,842	0,059	0,059	0,059	Sì
203	390	38	10,263	0,051	0,051	0,051	Sì
204	390	35	11,143	0,056	0,056	0,056	Sì
205	390	40	9,750	0,049	0,049	0,049	Sì
206	450	55	8,182	0,090	0,041	0,063	Sì
207	450	55	8,182	0,149	0,045	0,073	Sì
208	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì
209	390	45	8,667	0,043	0,043	0,043	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
202	33.118	0,630	89.527	0,370	40.697	0,630	89.527	0,455	48.277	0,630	89.527	0,539	Sì
203	5.060	0,698	39.686	0,128	11.629	0,698	39.686	0,293	18.198	0,698	39.686	0,459	Sì
204	1.400	0,660	34.549	0,041	5.356	0,660	34.549	0,155	11.406	0,660	34.549	0,330	Sì
205	6.915	0,719	32.262	0,214	12.102	0,719	32.262	0,375	17.288	0,719	32.262	0,536	Sì
206	6.950	0,633	23.982	0,290	11.296	0,775	29.357	0,385	15.642	0,709	26.842	0,583	Sì
207	89	0,520	483	0,185	197	0,763	709	0,278	305	0,679	631	0,484	Sì
208	10.216	0,758	58.690	0,174	13.405	0,758	58.690	0,228	16.595	0,758	58.690	0,283	Sì
209	283	0,758	1.440	0,196	362	0,758	1.440	0,251	441	0,758	1.440	0,306	Sì

(*) Elementi di copertura

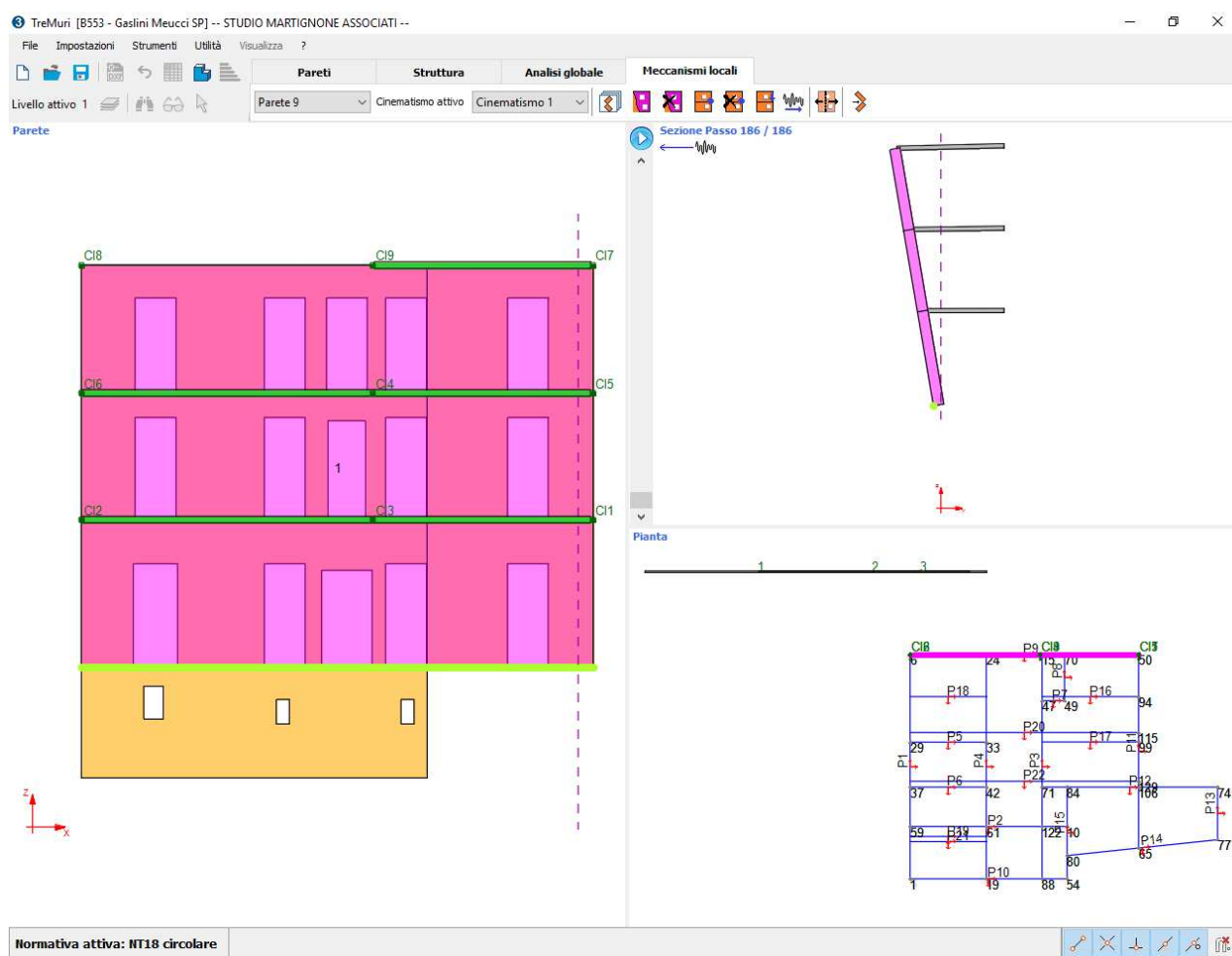
MECCANISMI LOCALI**Cinematismo 1**

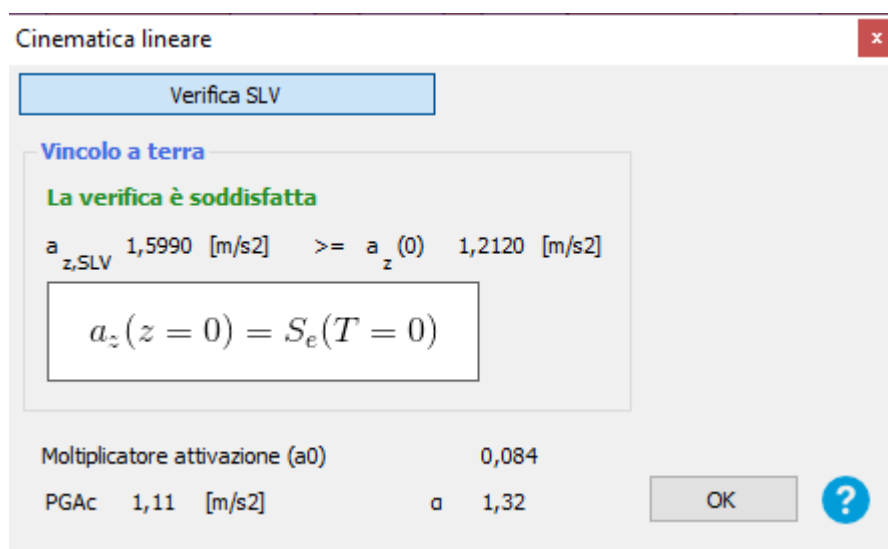
Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	776	0	974	-128.411	9

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	340	9	0

Carico Lineare	xi [cm]	xj [cm]	Y [cm]	Z [cm]	qz[daN]
1	0	1.560	0	790	540,00
2	0	1.560	0	1.180	540,00
3	895	1.560	0	1.570	690,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,084
az,SLV [m/s2]	1,5990
az(0) (SLV) [m/s2]	1,2120
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,32
Verifica superata	Sì





La verifica è soddisfatta.

L'indice di vulnerabilità sismica allo SLV risulta pari ad **$\alpha = 1.32$**

VULNERABILITA' SISMICA

Si riportano i risultati delle analisi n°.2 e la n°.6 , ritenute le più significative, rispettivamente per le direzioni X ed Y .

Analisi n.2 in direzione X

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,5751	1,8972	2,49	0,30	1,2045	7,1438	4,5355
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,2120	1,8972	2,49	0,30	1,5653	5,3152	4,3853
SLD	> 2475	75	> 33,0000	0,5071	1,8972	2,49	0,30	3,7409	3,4705	6,8433
SLO	2276	45	50,5778	0,4097	1,8421	2,49	0,30	4,4966	2,5180	6,1466

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella.

Dettaglio verifiche

SLC
 Dmax 0,37 [cm] <= Du 1,68 [cm]
 q* 0,55 <= 4
 La verifica è soddisfatta
 Spostamento limite raggiunto

SLV
 Dmax 0,29 [cm] <= Du 1,26 [cm]
 q* 0,43 <= 3
 La verifica è soddisfatta

SLD
 Dmax 0,10 [cm] <= Du 0,67 [cm]
 La verifica è soddisfatta
 Raggiungimento del limite elastico della bilineare

SLO
 Dmax 0,07 [cm] <= Du 0,45 [cm]
 La verifica è soddisfatta

	TR _C	TR _D	α_{TR}	PGA _D [m/s ²]	PGA _C [m/s ²]	α_{PGA}
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	7,1438	1,5751	4,5355
SLV	> 2475	712	> 3,4761	5,3152	1,2120	4,3853
SLD	> 2475	75	> 33,0000	3,4705	0,5071	6,8433
SLO	2276	45	50,5778	2,5180	0,4097	6,1466

Parametri di Analisi

T* [s]	0,512
m* [kg]	1895082
w [daN]	1595044
M [kg]	1625956
m*/M [%]	116,552
Γ	0,18
F*y [daN]	1069835
d*y [cm]	3,74
d*u [cm]	9,42

☐ Mostra PGA su roccia

Dettagli ...

Normativa Esci

Vulnerabilità Sismica

	TR _C	TR _D	α_{TR}	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	F ₀ (TR)	T* _C (TR)	α_{PGA} (TR)	PGA _C [m/s ²]	α_{PGA}
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,5751	1,8972	2,49	0,30	1,2045	7,1438	4,5355
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,2120	1,8972	2,49	0,30	1,5653	5,3152	4,3853
SLD	> 2475	75	> 33,0000	0,5071	1,8972	2,49	0,30	3,7409	3,4705	6,8433
SLO	2276	45	50,5778	0,4097	1,8421	2,49	0,30	4,4966	2,5180	6,1466

Analisi n.6 in direzione Y

	TR _C				TR=cost					
	TR _C	TR _D	α_{TR}	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	F ₀ (TR)	T* _C (TR)	α_{PGA} (TR)	PGA _C [m/s ²]	α_{PGA}
SLC	1637	1462	1,1197	1,0938	1,1380	2,49	0,29	1,0404	1,1385	1,0408
SLV	793	712	1,1138	0,8417	0,8770	2,50	0,29	1,0420	0,8729	1,0371
SLD	157	75	2,0933	0,3522	0,4738	2,51	0,26	1,3454	0,4675	1,3275
SLO	57	45	1,2667	0,2845	0,3159	2,53	0,21	1,1103	0,3305	1,1616

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella.

Dettaglio verifiche

SLC
 Dmax 1,61 [cm] ≤ Du 1,68 [cm]
 q* 2,29 ≤ 4
 La verifica è soddisfatta
 Spostamento limite raggiunto

SLV
 Dmax 1,21 [cm] ≤ Du 1,26 [cm]
 q* 1,78 ≤ 3
 La verifica è soddisfatta

SLD
 Dmax 0,46 [cm] ≤ Du 0,60 [cm]
 La verifica è soddisfatta
 Raggiungimento del limite elastico della bilineare

SLO
 Dmax 0,35 [cm] ≤ Du 0,40 [cm]
 La verifica è soddisfatta

	TR _C	TR _D	α _{TR}	PGA _C [m/s ²]	PGA _D [m/s ²]	α _{PGA}
SLC	1637	1462	1,1197	1,6394	1,5751	1,0408
SLV	793	712	1,1138	1,2570	1,2120	1,0371
SLD	157	75	2,0933	0,6732	0,5071	1,3275
SLO	57	45	1,2667	0,4759	0,4097	1,1616

Parametri di Analisi

T* [s]	0,319
m* [kg]	695578
w [daN]	1595044
M [kg]	1625956
m*/M [%]	42,78
Γ	1,37
F*y [daN]	118945
d*y [cm]	0,44
d*u [cm]	1,22

☐ Mostra PGA su roccia

Dettagli ...

Normativa Esci

Vulnerabilità Sismica

	TR _C	TR _D	α _{TR}	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	F ₀ (TR)	T* _C (TR)	α _{PGA} (TR)	PGA _C [m/s ²]	α _{PGA}
SLC	1637	1462	1,1197	1,5751	1,6387	2,49	0,29	1,0404	1,6394	1,0408
SLV	793	712	1,1138	1,2120	1,2629	2,50	0,29	1,0420	1,2570	1,0371
SLD	157	75	2,0933	0,5071	0,6823	2,51	0,26	1,3454	0,6732	1,3275
SLO	57	45	1,2667	0,4097	0,4549	2,53	0,21	1,1103	0,4759	1,1616

5.3 Verifiche dei solai post-rinforzo

Si riportano gli interventi di rinforzo previsti per le tipologie di solaio non verificate nelle indagini di vulnerabilità.

PIANO SECONDO – Travetti (8x19) cm / 40 cm

Viene inserito un profilo in acciaio per spezzare la luce dei travetti che non erano verificati. La luce di calcolo risulta pari a 220 cm. I carichi agenti sul ciascun, per una larghezza di influenza pari a 0.40 m, sono i seguenti:

$$P.P. = 40 \text{ daN/m}^2$$

$$S.P. = 210 \text{ daN/m}^2$$

$$S.V. = 300 \text{ daN/m}^2$$

Di seguito si riportano le verifiche:

<u>Abete C24</u>			
LC2	FC	1.2	
Dati generali			
Classe di servizio	1		
Coeff.di sicurezza materiale	γ_M	1.3	-
Coeff. Correttivo Combinazione I - solo Perm.	$k_{mod,I}$	0.6	-
Coeff. Correttivo Combinazione II - Variabile	$k_{mod,II}$	0.8	-
Coeff. Correttivo Combinazione III/IV - Variabile	$k_{mod,III/IV}$	0.9	-
Coeff. aument. Def.	k_{def}	0.6	-
Dati materiale			
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{m,k}$	200	daN/cm ² = 240/FC
Coefficiente correttivo per altezze minori di 150 mm	k_h	1.00	-
Resistenza a fless caratteristica corretta	$f_{m,k}$	200	daN/cm ²
Resistenza a taglio caratt.	$f_{v,k}$	20.83	daN/cm ² = 25/FC
Modulo elast. Medio parall. alle fibre	$E_{0,mean}$	110000	daN/cm ²
Modulo di taglio medio	G_{mean}	6900	daN/cm ²
Massa volumica media	ρ_{mean}	420	kg/m ³
Dati geometrici			
Larghezza della sezione	b	8	cm
Altezza della sezione	h	19	cm
Trave sagomata secondo la pendenza del tetto		no	
Momento di inerzia	J	4572.667	cm ⁴
Modulo di resistenza	W	481.3333	cm ³
Luce della trave	L	220	cm
Carichi			
Carico perm. caratt. Comp def. unif. distr.	G_1	40	daN/m ²
Carico per. caratt. Non comp. Def. unif. distr.	G_2	210	daN/m ²
Carico variabile 1 caratt.unif. distr.	Q_{k1}	300	daN/m ²
Coeff. comb. Carico	ψ_{01}	0.7	-

Coeff. comb. Carico	ψ_{21}	0.6	-
Carico variabile 2 caratt.unif. distr.	Q_{k2}	0	daN/m ²
Coeff. comb. Carico	ψ_{02}		-
Coeff. comb. Carico	ψ_{22}	0	-
Larghezza di influenza	i	0.4	m
Inclinazione della falda (per travi di colmo)	α	0	°
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Comp. Def	q_{Gk1}	22	daN/m
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Non Comp. Def	q_{Gk2}	84	daN/m
Carico lineare var. caratt. Dovuto a Q_{k1}	q_{Qk1}	120	daN/m
Carico lineare var. caratt. Dovuto a Q_{k2}	q_{Qk2}	0	daN/m

Stato limite di esercizio

Def. istantanea carico variabile Q_{k1}	$u_{2,inQk1}$	0.08	cm	<	0.73	cm	L/300
Def. istantanea carico variabile Q_{k2}	$u_{2,inQk2}$	0.00	cm	<	0.73	cm	L/300

Verifica con Q_{k1} -carico Dominante

Def. istantanea comb. Rara: $G_1+G_2+Q_{k1}+\psi_{02}\cdot Q_{k2}$	u_{in}	0.15	cm				
Def. ist. comb. quasi perm. : $G_1+G_2+\psi_{21}\cdot Q_{k1}+\psi_{22}\cdot Q_{k2}$	u'_{in}	0.12	cm				
Deff. Differita = $u'_{in} \times k_{def}$	u_{dif}	0.07	cm				
Def.finale = $u_{in} + u_{dif}$	u_{fin}	0.23	cm	<	0.88	cm	L/250

Verifica con Q_{k2} -carico Dominante

Def. istantanea comb. Rara: $G_1+G_2+Q_{k2}+\psi_{01}\cdot Q_{k1}$	u_{in}	0.13	cm				
Def. ist. comb. quasi perm. : $G_1+G_2+\psi_{21}\cdot Q_{k1}+\psi_{22}\cdot Q_{k2}$	u'_{in}	0.12	cm				
Deff. Differita = $u'_{in} \times k_{def}$	u_{dif}	0.07	cm				
Def.finale = $u_{in} + u_{dif}$	u_{fin}	0.20	cm	<	0.88	cm	L/250

Stato limite ultimoComb. I: $\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2$

Momento flettente di calcolo	M_{Ed}	9384	daNcm				
Sforzo di taglio di calcolo	V_{Ed}	171	daN				
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	19.5	daN/cm ²	<	92	daN/cm ²	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	τ_d	1.68	daN/cm ²	<	10	daN/cm ²	$f_{v,d}$

Comb. II: $\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1}$

Momento flettente di calcolo	M_{Ed}	20274	daNcm			
Sforzo di taglio di calcolo	V_{Ed}	369	daN			
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	42.1	daN/cm ²	<	123 daN/cm ²	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	τ_d	3.64	daN/cm ²	<	13 daN/cm ²	$f_{v,d}$
<i>Comb. III: $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k1}$</i>						
Momento flettente di calcolo	M_{Ed}	17007	daNcm			
Sforzo di taglio di calcolo	V_{Ed}	309	daN			
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	35.3	daN/cm ²	<	138 daN/cm ²	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	τ_d	3.05	daN/cm ²	<	14 daN/cm ²	$f_{v,d}$
<i>Comb. IV: $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2}$</i>						
Momento flettente di calcolo	M_{Ed}	20274	daNcm			
Sforzo di taglio di calcolo	V_{Ed}	369	daN			
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	42.1	daN/cm ²	<	138 daN/cm ²	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	τ_d	3.64	daN/cm ²	<	14 daN/cm ²	$f_{v,d}$

I travetti sono verificati.**PIANO SECONDO – Travetti (8x20) cm / 50 cm - 1**

Viene inserito un profilo in acciaio per spezzare la luce dei travetti che non erano verificati. La luce di calcolo risulta pari a 300 cm. I carichi agenti sul ciascun, per una larghezza di influenza pari a 0.50 m, sono i seguenti:

$$P.P. = 40 \text{ daN/m}^2$$

$$S.P. = 210 \text{ daN/m}^2$$

$$S.V. = 300 \text{ daN/m}^2$$

Di seguito si riportano le verifiche:

<u>Abete C24</u>			
LC2	FC	1.2	
Dati generali			
Classe di servizio	1		
Coeff.di sicurezza materiale	γ_M	1.3	-
Coeff. Correttivo Combinazione I - solo Perm.	$k_{mod,I}$	0.6	-
Coeff. Correttivo Combinazione II - Variabile	$k_{mod,II}$	0.8	-

Coeff. Correttivo Combinazione III/IV - Variabile	$k_{mod,III/IV}$	0.9	-
Coeff. aument. Def.	k_{def}	0.6	-
Dati materiale			
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{m,k}$	200	daN/cm ² = 240/FC
Coefficiente correttivo per altezze minori di 150 mm	k_h	1.00	-
Resistenza a fless caratteristica corretta	$f_{m,k}$	200	daN/cm ²
Resistenza a taglio caratt.	$f_{v,k}$	20.83	daN/cm ² = 25/FC
Modulo elast. Medio parall. alle fibre	$E_{0,mean}$	110000	daN/cm ²
Modulo di taglio medio	G_{mean}	6900	daN/cm ²
Massa volumica media	r_{mean}	420	kg/m ³
Dati geometrici			
Larghezza della sezione	b	8	cm
Altezza della sezione	h	20	cm
Trave sagomata secondo la pendenza del tetto		no	
Momento di inerzia	J	5333.333	cm ⁴
Modulo di resistenza	W	533.3333	cm ³
Luce della trave	L	300	cm
Carichi			
Carico perm. caratt. Comp def. unif. distr.	G_1	40	daN/m ²
Carico per. caratt. Non comp. Def. unif. distr.	G_2	210	daN/m ²
Carico variabile 1 caratt.unif. distr.	Q_{k1}	300	daN/m ²
Coeff. comb. Carico	ψ_{01}	0.7	-
Coeff. comb. Carico	ψ_{21}	0.6	-
Carico variabile 2 caratt.unif. distr.	Q_{k2}	0	daN/m ²
Coeff. comb. Carico	ψ_{02}		-
Coeff. comb. Carico	ψ_{22}	0	-
Larghezza di influenza	i	0.5	m
Inclinazione della falda (per travi di colmo)	α	0	°
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Comp. Def	q_{Gk1}	27	daN/m
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave	q_{Gk2}	105	daN/m

Non Comp. Def

Carico lineare var. caratt. Dovuto a Q_{k1} q_{Qk1} 150 daN/mCarico lineare var. caratt. Dovuto a Q_{k2} q_{Qk2} 0 daN/m**Stato limite di esercizio**Def. istantanea carico variabile Q_{k1} $u_{2,inQk1}$ 0.29 cm < 1.00 cm L/300Def. istantanea carico variabile Q_{k2} $u_{2,inQk2}$ 0.00 cm < 1.00 cm L/300Verifica con Q_{k1} -carico Dominante

Def. istantanea comb. Rara:

 $G_1+G_2+Q_{k1}+\psi_{02}\cdot Q_{k2}$ u_{in} 0.54 cm

Def. ist. comb. quasi perm. :

 $G_1+G_2+\psi_{21}\cdot Q_{k1}+\psi_{22}\cdot Q_{k2}$ u'_{in} 0.43 cmDeff. Differita = $u'_{in} \times k_{def}$ u_{dif} 0.26 cmDef.finale = $u_{in} + u_{dif}$ u_{fin} 0.80 cm < 1.20 cm L/250Verifica con Q_{k2} -carico Dominante

Def. istantanea comb. Rara:

 $G_1+G_2+Q_{k2}+\psi_{01}\cdot Q_{k1}$ u_{in} 0.45 cm

Def. ist. comb. quasi perm. :

 $G_1+G_2+\psi_{21}\cdot Q_{k1}+\psi_{22}\cdot Q_{k2}$ u'_{in} 0.43 cmDeff. Differita = $u'_{in} \times k_{def}$ u_{dif} 0.26 cmDef.finale = $u_{in} + u_{dif}$ u_{fin} 0.71 cm < 1.20 cm L/250**Stato limite ultimo**Comb. I: $\gamma_{G1}\cdot G_1+\gamma_{G2}\cdot G_2$ Momento flettente di calcolo M_{Ed} 21627 daNcmSforzo di taglio di calcolo V_{Ed} 288 daNTensione di calcolo per flessione $\sigma_{m,y,d}$ 40.5 daN/cm² < 92 daN/cm² $f_{m,y,d}$ Tensione tangenziale di calcolo τ_d 2.70 daN/cm² < 10 daN/cm² $f_{v,d}$ Comb. II: $\gamma_{G1}\cdot G_1+\gamma_{G2}\cdot G_2+\gamma_{Q1}\cdot Q_{k1}$ Momento flettente di calcolo M_{Ed} 46939 daNcmSforzo di taglio di calcolo V_{Ed} 626 daNTensione di calcolo per flessione $\sigma_{m,y,d}$ 88.0 daN/cm² < 123 daN/cm² $f_{m,y,d}$ Tensione tangenziale di calcolo τ_d 5.87 daN/cm² < 13 daN/cm² $f_{v,d}$ Comb. III: $\gamma_{G1}\cdot G_1+\gamma_{G2}\cdot G_2+\gamma_{Q2}\cdot Q_{k2}+\gamma_{Q1}\cdot \psi_{01}\cdot Q_{k1}$ Momento flettente di calcolo M_{Ed} 39345 daNcmSforzo di taglio di calcolo V_{Ed} 525 daNTensione di calcolo per flessione $\sigma_{m,y,d}$ 73.8 daN/cm² < 138 daN/cm² $f_{m,y,d}$ Tensione tangenziale di calcolo τ_d 4.92 daN/cm² < 14 daN/cm² $f_{v,d}$

Comb. IV: $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2}$

Momento flettente di calcolo	M_{Ed}	46939	daNcm			
Sforzo di taglio di calcolo	V_{Ed}	626	daN			
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	88.0	daN/cm ²	<	138 daN/cm ²	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	τ_d	5.87	daN/cm ²	<	14 daN/cm ²	$f_{v,d}$

I travetti sono verificati.

5.4 Inserimento dei nuovi profili in acciaio

PIANO SECONDO – HEB200 - 1

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con un nuovo profilo HEB200.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 2.20 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t_f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t_w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h_w	17.0	
Area resistente a taglio	A_v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W_{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f_{yk}	2750	daN/cm ²

Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ_{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G_1	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G_2	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q_k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	2.20	m
Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q_{Gk1}	1.49	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q_{Gk2}	4.62	daN/cm
Carico lineare variab.	q_{Qk}	6.60	daN/cm
Luce di calcolo	L	630	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G_k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P_k		daN
Carico concentrato - variabile	Q_k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30	
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50	
Variabili	γ_Q	1.50	

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	931271	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	5913	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.55	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.16	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-

$$h_w/t_w < 72\varepsilon/h \quad \text{Si omette quindi la verifica}$$

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	1.15	cm
Rapporto L/f		546	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	2.22	cm
Rapporto L/f		283	

Il profilo è verificato.

PIANO SECONDO – HEB200 - 2

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con un nuovo profilo HEB200.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 1.56 m, sono i seguenti:

$$P.P. = 40 \text{ daN/m}^2$$

$$S.P. = 210 \text{ daN/m}^2$$

$$S.V. = 300 \text{ daN/m}^2$$

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t_f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t_w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h_w	17.0	
Area resistente a taglio	A_v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W_{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f_{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ_{M0}	1.05	
	ε	0.92	-

	η	1.20
L/f min per Carico totale		250
L/f min per Sovr. variabile		300

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G_1	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G_2	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q_k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	1.56	m
Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q_{Gk1}	1.24	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q_{Gk2}	3.27	daN/cm
Carico lineare variab.	q_{Qk}	4.67	daN/cm
Luce di calcolo	L	630	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G_k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P_k		daN
Carico concentrato - variabile	Q_k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	669831	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	4253	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.40	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.11	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$ Si omette quindi la verifica		

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.82	cm
Rapporto L/f		773	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.60	cm
Rapporto L/f		393	

Il profilo è verificato.

PIANO SECONDO – HEB200 - 3

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con un nuovo profilo HEB200.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 1.95 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t_f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t_w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h_w	17.0	
Area resistente a taglio	A_v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W_{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f_{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ_{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	

L/f min per Sovr. variabile **300**

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G_1	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G_2	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q_k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	1.95	m
Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q_{Gk1}	1.39	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q_{Gk2}	4.10	daN/cm
Carico lineare variab.	q_{Qk}	5.85	daN/cm
Luce di calcolo	L	630	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G_k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P_k		daN
Carico concentrato - variabile	Q_k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	829938	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	5269	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.49	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.14	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	Si omette quindi la verifica	

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	1.02	cm
----------------------------	-----------	------	----

Rapporto L/f		616	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.98	cm
Rapporto L/f		318	

Il profilo è verificato.

PIANO SECONDO – HEB200 - 4

Viene inserito un nuovo profilo HEB200 per ridurre la luce dei travetti in legno del solaio.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 2.40 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t_f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t_w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h_w	17.0	
Area resistente a taglio	A_v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W_{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f_{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ_{M0}	1.05	
	ϵ	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G_1	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G_2	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q_k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	2.40	m
Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q_{Gk1}	1.57	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q_{Gk2}	5.04	daN/cm
Carico lineare variab.	q_{Qk}	7.20	daN/cm
Luce di calcolo	L	560	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G_k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P_k		daN
Carico concentrato - variabile	Q_k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	799872	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	5713	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.48	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.15	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$ Si omette quindi la verifica		

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.79	cm
Rapporto L/f		713	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.51	cm

Rapporto L/f

371

Il profilo è verificato.PIANO SECONDO – HEA160- 1

Viene inserito un nuovo profilo HEA160 per ridurre la luce dei travetti in legno del solaio.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 1.80 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEA160	
Area della sezione lorda del profilo	A	38.8	cm ²
Altezza totale della sezione	h	15.2	cm
Larghezza dell'ala	b	16.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	0.90	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.60	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.5	cm
Altezza dell'anima	h _w	13.4	
Area resistente a taglio	A _v	13.2	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	245.2	cm ³
Momento d'inerzia	J	1673.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G ₁	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	210	daN/m ²

Sovraccarico variabile	Q_k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	1.80	m
Peso proprio trave	p	30.4	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q_{Gk1}	1.02	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q_{Gk2}	3.78	daN/cm
Carico lineare variab.	q_{Qk}	5.40	daN/cm
Luce di calcolo	L	405	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G_k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P_k		daN
Carico concentrato - variabile	Q_k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30	
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50	
Variabili	γ_Q	1.50	

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	309622	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	3058	daN
	$M_{c,Rd}$	642101	daNcm
	$V_{c,Rd}$	20020	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.48	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.15	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	11.6	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	Si omette quindi la verifica	

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.55	cm
Rapporto L/f		738	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.04	cm
Rapporto L/f		390	

Il profilo è verificato.PIANO TERZO – HEB200 - 1

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con un nuovo profilo HEB200.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 3.00 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h _w	17.0	
Area resistente a taglio	A _v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	
DATI DI CALCOLO			
Permanenti compiutamente definiti	G ₁	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q _k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	3.00	m

Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q_{Gk1}	1.81	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q_{Gk2}	6.30	daN/cm
Carico lineare variab.	q_{Qk}	9.00	daN/cm
Luce di calcolo	L	510	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	Gk		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	Pk		daN
Carico concentrato - variabile	Qk	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	822791	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	6453	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.49	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.17	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$ Si omette quindi la verifica		

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.68	cm
Rapporto L/f		755	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.28	cm
Rapporto L/f		397	

Il profilo è verificato.

PIANO TERZO – HEB200 - 2

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con un nuovo profilo HEB200.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 2.80 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h _w	17.0	
Area resistente a taglio	A _v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	
DATI DI CALCOLO			
Permanenti compiutamente definiti	G ₁	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q _k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	2.80	m
Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q _{Gk1}	1.73	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q _{Gk2}	5.88	daN/cm

Carico lineare variab.	q_{Qk}	8.40	daN/cm
Luce di calcolo	L	515	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G_k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P_k		daN
Carico concentrato - variabile	Q_k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30	
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50	
Variabili	γ_Q	1.50	

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	784831	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	6096	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.47	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.16	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-	
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-	
Si omette quindi la			
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	verifica		

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.66	cm
Rapporto L/f		785	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.25	cm
Rapporto L/f		412	

Il profilo è verificato.**PIANO TERZO – HEB220 - I**

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con un nuovo profilo HEB220.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 3.05 m, sono i seguenti:

$$P.P. = 40 \text{ daN/m}^2$$

$$S.P. = 210 \text{ daN/m}^2$$

$$S.V. = 300 \text{ daN/m}^2$$

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB220	
Area della sezione lorda del profilo	A	91.0	cm ²
Altezza totale della sezione	h	22.0	cm
Larghezza dell'ala	b	22.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	1.60	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.95	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h _w	18.8	
Area resistente a taglio	A _v	27.9	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	827.1	cm ³
Momento d'inerzia	J	8091.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G ₁	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q _k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	3.05	m
Peso proprio trave	p	71.5	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q _{Gk1}	1.94	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q _{Gk2}	6.41	daN/cm
Carico lineare variab.	q _{Qk}	9.15	daN/cm
Luce di calcolo	L	640	cm

Carico concentrato - permanente comp. def.	Gk		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	Pk		daN
Carico concentrato - variabile	Qk	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	1323418	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	8271	daN
	$M_{c,Rd}$	2166179	daNcm
	$V_{c,Rd}$	42158	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.61	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.20	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.3	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$ Si omette quindi la verifica		

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	1.20	cm
Rapporto L/f		534	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	2.29	cm
Rapporto L/f		279	

Il profilo è verificato.

PIANO TERZO – HEB220 - 2

Il profilo esistente NP160, non verificato, viene sostituito con una nuovo profilo HEB220.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 2.90 m, sono i seguenti:

P.P. = 40 daN/m²

S.P. = 210 daN/m²S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEB220	
Area della sezione lorda del profilo	A	91.0	cm ²
Altezza totale della sezione	h	22.0	cm
Larghezza dell'ala	b	22.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	1.60	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.95	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h _w	18.8	
Area resistente a taglio	A _v	27.9	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	827.1	cm ³
Momento d'inerzia	J	8091.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	
DATI DI CALCOLO			
Permanenti compiutamente definiti	G ₁	40	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	210	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q _k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	2.90	m
Peso proprio trave	p	71.5	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q _{Gk1}	1.88	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q _{Gk2}	6.09	daN/cm
Carico lineare variab.	q _{Qk}	8.70	daN/cm
Luce di calcolo	L	640	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G _k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P _k		daN
Carico concentrato - variabile	Q _k	0	daN

Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm
-------------------------------	-----	----------	----

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	1260672	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	7879	daN
	$M_{c,Rd}$	2166179	daNcm
	$V_{c,Rd}$	42158	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.58	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.19	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.3	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	Si omette quindi la verifica	

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	1.14	cm
Rapporto L/f		561	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	2.18	cm
Rapporto L/f		293	

Il profilo è verificato.

PIANO TERZO – HEA180 - I

I due profili esistenti NP140, non verificati, vengono sostituiti con una nuovo profilo HEA180.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 1.72 m, sono i seguenti:

P.P. = 205 daN/m²

S.P. = 100 daN/m²

S.V. = 300 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
Tipo profilo		HEA180	
Area della sezione lorda del profilo	A	45.3	cm ²
Altezza totale della sezione	h	17.1	cm
Larghezza dell'ala	b	18.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	0.95	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.60	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.5	cm
Altezza dell'anima	h _w	15.2	
Area resistente a taglio	A _v	14.5	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	324.9	cm ³
Momento d'inerzia	J	2510.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G ₁	205	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	100	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q _k	300	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	1.72	m
Peso proprio trave	p	35.5	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q _{Gk1}	3.88	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q _{Gk2}	1.72	daN/cm
Carico lineare variab.	q _{Qk}	5.16	daN/cm
Luce di calcolo	L	483	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G _k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P _k		daN
Carico concentrato - variabile	Q _k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ_{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ_{G2}	1.50
Variabili	γ_Q	1.50

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	448069	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	3711	daN
	$M_{c,Rd}$	850862	daNcm
	$V_{c,Rd}$	21956	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.53	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.17	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	11.6	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	Si omette quindi la verifica	

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.71	cm
Rapporto L/f		683	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	1.47	cm
Rapporto L/f		327	

Il profilo è verificato.

COPERTURA – HEB200 - 1

Il profili esistenti tipo Crouset di H=220 mm, non verificati, vengono sostituiti con un nuovo profilo HEB200.

I carichi agenti, per una larghezza di influenza pari a 4.25 m, sono i seguenti:

P.P. = 120 daN/m²

S.P. = 100 daN/m²

S.V. = 80 daN/m²

Di seguito si riportano le verifiche:

CARATTERISTICHE SEZIONE	N	1	profili
--------------------------------	----------	----------	---------

Tipo profilo		HEB200	
Area della sezione lorda del profilo	A	78.1	cm ²
Altezza totale della sezione	h	20.0	cm
Larghezza dell'ala	b	20.0	cm
Spessore dell'ala	t _f	1.50	cm
Spessore dell'anima	t _w	0.90	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	1.8	cm
Altezza dell'anima	h _w	17.0	
Area resistente a taglio	A _v	24.9	cm ²
Modulo di resistenza	W _{el}	642.6	cm ³
Momento d'inerzia	J	5696.0	cm ⁴
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm ²
Tensione di snervamento dell'acciaio	f _{yk}	2750	daN/cm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ _{M0}	1.05	
	ε	0.92	-
	η	1.20	
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

DATI DI CALCOLO

Permanenti compiutamente definiti	G ₁	120	daN/m ²
Permanenti non compiutamente definiti	G ₂	100	daN/m ²
Sovraccarico variabile	Q _k	80	daN/m ²
Larghezza di competenza	i	4.25	m
Peso proprio trave	p	61.3	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q _{Gk1}	5.71	daN/cm
Carico lin. perm. non comp. definito	q _{Gk2}	4.25	daN/cm
Carico lineare variab.	q _{Qk}	3.40	daN/cm
Luce di calcolo	L	640	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G _k		daN
Carico concentrato - perm. non comp. def.	P _k		daN
Carico concentrato - variabile	Q _k	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm

MOLTIPLICATORE DEI CARICHI

Permanenti compiutamente definiti	γ _{G1}	1.30
Permanenti non compiutamente definiti	γ _{G2}	1.50

Variabili	γ_Q	1.50
-----------	------------	-------------

VERIFICHE DI RESISTENZA

Momento max di calcolo	M_{Ed}	967777	daNcm
Taglio max di calcolo	V_{Ed}	6049	daN
	$M_{c,Rd}$	1682953	daNcm
	$V_{c,Rd}$	37576	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.58	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0.16	<1

VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA

h_w/t_w	7.7	-
$72\varepsilon/\eta$	55.5	-
$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	Si omette quindi la verifica	

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Freccia max per Sovr. var.	f_{var}	0.63	cm
Rapporto L/f		1011	
Freccia max per intero carico	f_{tot}	2.49	cm
Rapporto L/f		257	

Il profilo è verificato.

6. INDICE DI VULNERABILITÀ RAGGIUNGIBILE POST-INTERVENTO

Analogamente allo stato attuale, per lo stato di progetto sono state sviluppate due modellazioni separate per il corpo in muratura e per il corpo in cemento armato. Per il primo è stata sviluppata un'analisi statica non lineare mentre per il secondo un'analisi dinamica lineare.

La realizzazione dei rinforzi e delle catene nel corpo in muratura unita all'inserimento dei setti e dei rinforzi di travi, pilastri e impalcati nel corpo in cemento armato consentono di raggiungere il superamento dell'unità del parametro ζ_E e da tempi di ritorno superiori ai 75 anni di vita nominale della costruzione.

Nella tabella seguente si riportano i risultati per l'edificio in muratura e per quello in cemento armato

Edificio in muratura

	TR C	TR D	α TR	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	α PGA (TR)
SLC	1637	1462	1,1197	1,5751	1,6387	1,0404
SLV	793	712	1,1138	1,2120	1,2629	1,0420
SLD	157	75	2,0933	0,5071	0,6823	1,3454
SLO	57	45	1,2667	0,4097	0,4549	1,1103

Edificio in cemento armato

	TR C	TR D	α TR	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	α PGA (TR)
SLV	>712	712	>1	1,2120	>1,2120	>1
SLD	>75	75	>1	0,5071	>0,5071	>1
SLO	>45	45	>1	0,4097	>0,4097	>1

Ing. Federico Martignone

