

titolo del progetto

– NUOVA SCUOLA PER L'INFANZIA A SEI SEZIONI
IN LOCALITA' CASTELLO DI SERRAVALLE - VIALE G. VERDI
COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

committente

– COMUNE DI VALSAMOGGIA (Città Metropolitana di Bologna, BO), Piazza Garibaldi n° 1, 40053 - Valsamoggia (BO)

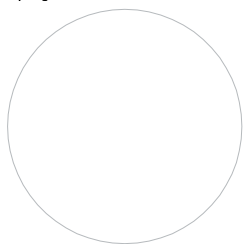
titolo della tavola

– RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE–BLOCCO E
LA RELAZIONE SOSTITUISCE LA RELAZIONE 105 DEPOSITATA IN DATA 06/06/2017 PER RECEPIRE
LE RICHIESTE DI INTEGRAZIONE DE SERVIZIO AREA RENO E PO DI VOLANO

num. pratica	data emissione	redatto da	rapp. disegni	lay-out	fase operativa	file
4213	febbraio 2017	DB	–	–	esecutivo	4213–RCSE.pdf

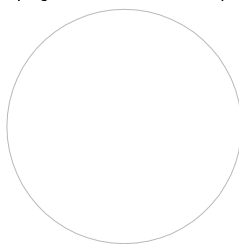
rev.	data	descrizione	redatto da
A	15/05/2017	REVISIONE COME DA INDICAZIONI DEL SERVIZIO AREA RENO E PO DI VOLANO DEL 14/04/2017	
B	22/08/2017	RICHIESTA DI INTEGRAZIONI DEL SERVIZIO AREA RENO E PO DI VOLANO DEL 29/06/2017 (VS–005–2017)	
C			
D			
E			

Il responsabile della
progettazione architettonica



Arch. Enrico Termanini

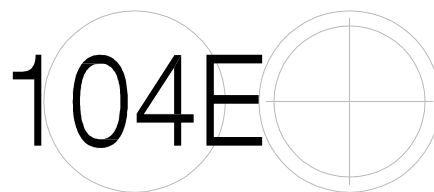
Il responsabile della
progettazione strutturale e impiantistica



Ing. Davide Bedogni

N°. tavola

orientamento



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Sommario

2.1-PREMESSA.....	3
2.2-ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE (AI SENSI DEL D:G:R: N°1373 DEL 26/09/2011)	5
2.2.A- DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE , MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO	5
2.2.B- DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA.....	7
2.2.C- NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	9
2.2.D- DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	10
2.2.E- DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	11
2.2.F- ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	13
2.2.f.1-PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	13
2.2.f.2-ANALISI DEI CARICHI AGENTI SULLE STRUTTURE.....	17
2.2.G- INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI IN RELAZIONE AGLI SLU E SLE INDAGATI.....	22
2.2.H- INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO.....	37
2.2.I- CRITERI DI VERIFICA DEGLI STATI LIMITE INDAGATI, IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA	40
2.2.J- RAPPRESENTAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DEFORMATA E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIÙ SIGNIFICATIVE/ SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA / GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	44
2.2.J.1-DIAGRAMMI DI INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI.....	44
2.2.J.2-DEFORMATE DELLA STRUTTURA.....	52
2.2.J.3-VERIFICA DEL CONTENIMENTO DEL DANNO PER ELEMENTI NON STRUTTURALI	55
2.2.J.4-EFFETTI DEL II ORDINE	60
2.2.J.5.SINTESI DELLE VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	73
2.2.J.6-VERIFICA DEI TAMPONAMENTI ESTERNI IN LATERIZIO.....	99

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

<i>2.2.J.7-GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI.....</i>	<i>109</i>
2.2.K- CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO.....	112
2.2.L- CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	113
<i>2.5.4.3-Verifica travi in legno</i>	<i>214</i>
<i>2.5.4.4-Verifica collegamenti travi in legno</i>	<i>250</i>
<i>2.5.4.5-Verifica balcone metallico</i>	<i>272</i>

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.1-PREMESSA

Il seguente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica come previsto al § 10.1 del Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008 : "Norme Tecniche per le Costruzioni" di seguito denominato NTC08.

La progettazione strutturale si è svolta in accordo e contemporaneamente al progetto architettonico.

Lo scopo della progettazione è la realizzazione di una struttura che nel complesso resista alle sollecitazioni di progetto causate da carichi sismici e statici e soddisfi le esigenze architettoniche ed impiantistiche.

La documentazione di base su cui si è operato è stata:

-il progetto architettonico;

-la relazione geologica-geotecnica per la caratterizzazione del suolo di riferimento, del carico massimo sul terreno e dei cedimenti ammissibili;

La tipologia di terreno pianeggiante non presenta particolari problemi per la realizzazione delle fondazioni.

Si riporta a seguito le figure principali del processo di progettazione e realizzazione:

ESTREMI DEL COMMITTENTE

COMMITTENTE	
Nominativo/Ragione Sociale	COMUNE DI VALSAMOGGIA, BOLOGNA

ESTREMI DEI PROGETTISTI

PROGETTISTA ARCHITETTONICO	
Nominativo	Arch. Enrico Termanini
Studio/Indirizzo	Centro Cooperativo di Progettazione s.c. Via Lombardia, 7, 42124 – Reggio Emilia (RE)
Ordine Professionale	Iscritto all'Albo dell'Ordine degli Architetti della Provincia di Modena al n.425

PROGETTISTA STRUTTURALE	
Nominativo	Ing. Davide Bedogni
Studio/Indirizzo	Centro Cooperativo di Progettazione s.c. Via Lombardia, 7, 42124 – Reggio Emilia (RE)
Ordine Professionale	Iscritto all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Reggio Emilia al n.1464

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

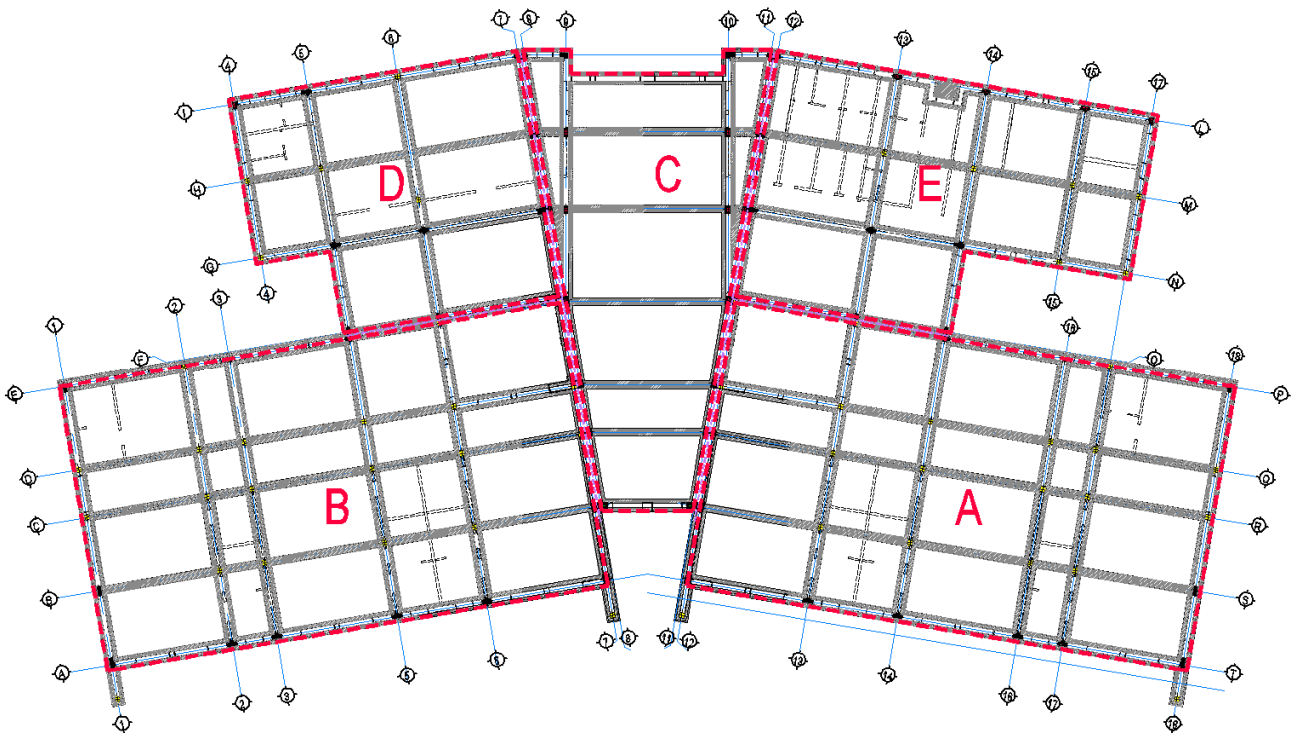
La presente relazione di calcolo si riferisce alla progettazione del fabbricato che ospiterà la nuova scuola dell'infanzia a sei sezioni in località Castello di Serravalle, in viale G. Verdi, Comune di Valsamoggia (BO).

L'edificio è stato suddiviso in cinque unità strutturali attraverso la duplicazione dei pilastri in corrispondenza dei giunti sismici, che sono stati verificati al "cap.2.2.i". La suddivisione in più unità strutturali ha permesso di eliminare le irregolarità in pianta della struttura e di studiare le unità strutturali come fabbricati regolari in pianta e a forma pressochè rettangolare.

Sono quindi stati studiati i 5 corpi di fabbrica con 5 modelli di calcolo indipendenti. E' stato poi studiato un ulteriore modello di calcolo per la verifica degli elementi di fondazione.

Sono stati studiati 6 modelli di calcolo:

- Modello A – struttura con ingombro di dimensioni 32x18m, ad un piano fuori terra
- Modello B – struttura con ingombro di dimensioni 32x18m ,ad un piano fuori terra
- Modello C – struttura con ingombro di dimensioni 27x15m, ad un piano fuori terra
- Modello D – struttura con ingombro di dimensioni 18x15m, a due piani fuori terra
- Modello E – struttura con ingombro di dimensioni 23x15m, a due piani fuori terra
- Modello FONDAZIONI – modello globale delle strutture di fondazione



La presente relazione studia il fabbricato E

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2-ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE (ai sensi del D:G:R: n°1373 del 26/09/2011)

2.2.a- Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche , morfologiche e idrogeologiche del sito

Si riporta di seguito l'individuazione mediante mappa del sito oggetto d'intervento:



L'area destinata all'insediamento della nuova Scuola dell'infanzia, si sviluppa a sud ovest del centro di Castello di Serravalle, tra il centro abitato e il Torrente Ghiaia. Si tratta di un'area pianeggiante e ben esposta, situata ad una quota più bassa di circa 8 metri rispetto alla viabilità esistente (viale Verdi).

L'area, in proprietà dell'Amministrazione Comunale, è attualmente coltivata con colture foraggere. Il progetto prevede quindi di approfondire gli scavi di sbancamento per eliminare lo strato di coltivo per una profondità di 65 cm dalla quota attuale.

In ambito catastale trattasi del foglio 22, mappali 101, 102, 110, 110, 824.

L'indagine geologica svolta dal dott. geol. Matteo Simoni, iscritto all'Ordine dei Geologi della regione Emilia Romagna al n°795/A, ha permesso di identificare il sito come appartenente alla categoria **C**, ovvero "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti"

Di seguito si riportano alcuni passaggi estratti dalla relazione geologica.

"L'indagine svolta ha lo scopo di ricostruire la successione lito-stratigrafica del sottosuolo e caratterizza i terreni individuati dal punto di vista fisico-meccanico, specificando le proprietà stratigrafiche, granulometriche, tessiturali, fisiche, di resistenza al taglio e compressibilità, definendo i parametri dinamici degli stessi.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Sono state eseguite a tal fine:

- due prove penetrometriche dinamiche medie (DPM),
- due sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo (SGV) con prove in foro e prelievo di campioni
- una prova down hole

L'interpretazione dei dati acquisiti segnala la presenza di terreni superficiali, a prevalente composizione limosa-argillosa, caratterizzati da una velocità media delle onde di taglio di 112 m/s (Vp 350 m/sec), fino a 1,5m di profondità, supportati da uno strato metrico di ghiaie con poche sabbie con Vs di 420 m/s (Vp 1200 m/sec). Fino alla profondità di 15 m sono presenti argille limoso-ghiaiose da molto compatte a dure, parzialmente alterate, con un valore medio di Vs pari a 353m/s.

*Sviluppando la formula della velocità equivalente delle onde di taglio per la prospezione di sismica passiva realizzata, i terreni indagati appartengono alla categoria **C**, ricadendo nell'intervallo 180-360, con un valore di Vs30 pari a 355m/s, calcolato dalla superficie topografica.*

In base alle verifiche svolte, lo strato a composizione prevalentemente sabbiosa, posto tra -2m e -3m di profondità, non è liquefacibile.

Nel'area di intervento non si evidenziano processi evolutivi che possono far dubitare su fenomeni di instabilità. Dall'indagine geologico-tecnica eseguita si ritengono compatibili gli interventi di progetto in relazione alle condizioni evidenziate nel presente documento e alle prescrizioni di legge illustrate. Il giudizio di fattibilità dell'intervento in relazione al contesto geologico e geomorfologico dell'area è dunque positivo."

Si riportano di seguito i principali parametri fisici, di resistenza a taglio e di compressibilità attribuiti alle unità di terreno individuate.

Profondità (m)	Comportamento	γ	ϕ_u	C_u	ϕ'	c'
		(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)
1,5	Coesivo	19,4	--	45	26	14
3,0	Incoerente	17,7	42	--	34	20
15,0	Coesivo	20,6	--	95	28	40
35,0		19,5	--	120		60

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

2.2.b- Descrizione generale della struttura

La presente relazione di calcolo si riferisce alla progettazione della nuova scuola d'infanzia da realizzare in località Castello di Serravalle, viale G. Verdi, Comune di Valsamoggia (BO). La nuova struttura avrà dimensioni complessive 73x41 m ed altezza massima di 6 m circa.

La struttura sarà realizzata ad un piano fuori terra totalmente ad uso scolastico ad esclusione di una piccola porzione su due livelli (dove il secondo livello sarà adibito a locale tecnico), ed è stata suddivisa in cinque unità strutturali di forma regolare e indipendenti tra loro, in quanto separate da efficace giunto strutturale.

La struttura sarà realizzata con:

- pilastri in c.a., con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C,
- copertura con travi in legno lamellare GL 24H,
- solaio intermedio in legno con cappa di 5 cm in c.a.
- trave in c.a dim. 30x34cm
- trave parete in materiale x-lam
- fondazioni di tipo diretto con travi rovesce e travi di collegamento in c.a., poste a quota -1,02mt rispetto al piano finito interno, con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C,
- balcone di accesso al secondo livello adibito a locale tecnico con balcone metallico realizzato con quattro profili metallici a sbalzo e orizzontamento in grigliato metallico antitacco. Per l'accesso al balcone è prevista una scala metallica alla marinara.

Opere di Fondazione

Hanno la funzione di basamentare il fabbricato e quindi di trasferire al terreno sottostante i carichi e le sollecitazioni che gli derivano dalla struttura in elevazione.

Le fondazioni sono costituite da travi rovesce di fondazione, in calcestruzzo armato, con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C e di sezione:

- sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=70cm
- sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=45cm
- trave di collegamento a sezione rettangolare con B=50cm e H.=30cm
- trave di collegamento a sezione rettangolare con B=80cm e H.=30cm

Strutture in elevazione

Hanno la funzione di trasferimento dei carichi dai diversi livelli alle fondazioni e di contrastare le azioni orizzontali provocate da eventuale sisma.

-I pilastri sono realizzati in cemento armato, con sezione 30x30cm , 40x30cm , 50x30cm, 65x30cm con calcestruzzo di classe C25/30 e acciaio B450C.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

-La copertura sarà realizzata con travi in legno lamellare tipo GL 24H di sezione 20x44 cm, in appoggio sui pilastri e travetti di dimensione 18x36cm e 16x28cm.

-Il primo solaio in corrispondenza del locale tecnico sarà realizzato con travi principali in legno lamellare tipo GL 24H di dimensione 24x44cm, 16x68cm, 24x56cm e travetti di dimensione 16x32 passo 70cm., con soprastante cappa in c.a. di sp.5cm

-E' presente una sola trave in c.a. in corrispondenza del filo 14 per il sostegno del balcone metallico. Su questa trave si incastrano le travi a mensola del balcone attraverso una piastra rettangolare e sei innesti chimici tipo HILTI o simili.

Strutture di piano

Hanno la funzione di ricevere direttamente le diverse condizioni di carico e di trasferirle alle strutture verticali;

-Il primo solaio sarà realizzato con travetti in legno e cappa soprastante in c.a di spessore 5cm adeguatamente collegata alla struttura sottostante (vedi "cap.2.5.4.4-Verifica collegamenti delle travi in legno"), per permettere un'adeguata distribuzione dei carichi gravanti sul solaio stesso. Il primo solaio ospiterà i locali tecnici.

-La copertura sarà realizzata con travetti in legno lamellare e tavolato in OSB di spessore 22mm,

Nel modello sono presenti unicamente le travi principali lignee, mentre gli arcarecci a passo 70cm sono stati inseriti come carico permanente G1 distribuito.

La cappa in c.a. è stata modellata con elementi tipo shell in calcestruzzo di spessore 5 cm e di rigidezza analoga a quella della soletta.

Tutte le travi lignee sono state studiate con appositi fogli excell e le verifiche sono state riportate al **"cap.2.5.4.3-verifica travi in legno"**

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.c- Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati**Strutture**

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

Sismica

- Legge 64/1974 del 02/02//1974 “Provvedimenti per le costruzioni in particolare per le zone sismiche”;

DPR n°380 del 2001

- Allegato 2 dell'OPCM 20/03/2003 n.3274: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” come modificato dall'OPCM 3431 del 03/05/2005;

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e trasporti 14/01/2008 “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni”;

- Legge Regione emilia Romagna n°19 del 30/10/2008;

- Circolare n°617/CSLLPP del 02-02-2009;

- GPG/2010/195 del 01/02/2010 (Regione Emilia Romagna);

- PG/2010/114855 del 27/04/2010 (Regione Emilia Romagna);

- GPG/2010/1218 del 26/07/2010 (Regione Emilia Romagna);

- PG/2010/0194001 del 26/07/2010 (Regione Emilia Romagna);

Materiali

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale : Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.d- Definizione dei parametri di progetto

SITO DI RIFERIMENTO:

Provincia: Bologna, Comune di Valsamoggia, località Castelletto

Indirizzo: viale G. Verdi

Longitudine: 11.064019°

Latitudine: 44.442423°

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

PARAMETRI DELL'OPERA:

Vita Nominale: $V_N = 50$ anni

Classe d'uso: III

Coefficiente $C_u = 1.5$

Periodo di riferimento: $V_R = 75$ anni

Fattore di struttura massimo q per sisma orizzontale 1,50

Le azioni agenti sulla struttura e considerate nel calcolo sono il peso proprio delle strutture, i carichi permanenti, il sovraccarico accidentale, l'azione della neve per il sito di riferimento e l'azione sismica; tali azioni sono riportate al capitolo “**2.2.f.2 Carichi agenti sulla struttura**”

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.e- Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale

ELENCO DEI MATERIALI AD USO STRUTTURALE UTILIZZATI

-Calcestruzzo (fondazioni e pilastri) $f_{ck}/R_{ck} = 25/30$

Classe di resistenza : C30

Classe di esposizione : XC2

Classe di consistenza : S3/S4

dim. max inerti : 32 mm

Con:

- $f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 24,9 \text{ N/mm}^2$

- $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

- $E_{cm} = 22'000[f_{cm}/10]^{0,3} = 22'000[(f_{ck}+8)/10]^{0,3} = 31'447,16 \text{ N/mm}^2$

- Coefficiente di Poisson 0,10

- $G = E_{cm}/2(1+0,1) = 14'294'163 \text{ KN/m}^2$

- $\gamma_c = 1,5$

Acciaio in barre per getti C.A.: tipo B 450 C controllato in stabilimento , saldabile

Proprietà reologiche:	$E = 20000 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $\nu = 0.300$ $G = 7692.3 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
Tipologia del Materiale: Acciaio per Armature	$f_{yk} = 45 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $\gamma_{M,c} = 1.15$ $\gamma_{M,t} = 1.15$ $\gamma_{M,ecc} = 1$ $f_u = 54 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $\epsilon_{ud} = 0.0675$ Aderenza Migliorata = Si

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Valori di progetto	$f_{cd} = 39.13 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $f_{ctd} = 39.13 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $P_s = 7.85e-005 \text{ (kN/cm}^3\text{)}$ $\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$
--------------------	---

Legno lamellare GL 24H

Classe di resistenza del legno lamellare incollato		GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Resistenza a flessione	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Resistenza a trazione	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Resistenza a compressione	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Resistenza a taglio	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Modulo di taglio	$G_{g,mean}$	720	780	850	910
Massa volumica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Profilati in acciaio S235

Acciai laminati				
Norma e tipo di acciaio	Spessore nominale della membratura			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
EN 10025-2	$f_y \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_u \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_y \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_u \text{ [N/mm}^2\text{]}$
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.f- Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione**2.2.f.1-PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.****-classe di duttilità** bassa**-tipo di fondazione-**

Sono state previste fondazioni dirette a trave rovescia in entrambe le direzioni.

-condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma

La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2 e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4. (§7.2.1)

Tali condizioni non sussistono nel progetto oggetto di studio. Non è quindi necessario considerare la componente verticale del sisma .

-tipo di analisi-

Analisi dinamica modale senza condensazione di piano.

Nell'analisi non è stata considerata un'eccentricità accidentale del 5% del centro di massa nelle due direzioni di azione del sisma, come previsto dal punto 7.2.6 NTC2008 perché nella struttura non sono presenti piani rigidi.

Le eccentricità accidentali (dovute alla distanza tra il centro di massa e il centro di rigidezza) producono effetti torsionali che per manifestarsi richiedono la presenza di un piano rigido o adeguati controventi di piano.

Nella struttura in esame non sono presenti piani rigidi.

-giunti di separazione tra strutture

La pianta della struttura è fortemente irregolare. Si è quindi scelto di suddividere la struttura in 5 unità strutturalmente indipendenti in quanto separate da efficace giunto sismico, che si possono così considerare regolari in pianta.

La relazione di calcolo in oggetto si occupa unicamente dell'unità strutturale D.

-vincoli esterni e interni

Le travi di copertura in legno lamellare sono state modellate con schema statico di semplice appoggio. Nel modello non sono state studiate le fondazioni a trave rovescia , i pilastri sono quindi incastrati alla base.

I carichi al piede dei pilastri sono stati riportati al capitolo " 2.2.I" ... per ogni nodo alla base dei pilastri e per ogni combinazione di carico. I carichi sono stati utilizzati per il calcolo delle strutture di fondazione.

-criteri per la valutazione degli elementi secondari e degli impianti

Nella struttura oggetto di studio sono presenti due elementi secondari:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

-il balcone metallico di accesso al locale tecnico.

Il balcone verrà realizzato con travi a mensola incastrate in corrispondenza della trave al primo solaio filo 14, tra i fili N e O.. Il piano orizzontale verrà realizzato con grigliato metallico antitacco in appoggio sulle travi. La struttura metallica non è stata inserita nel modello globale della struttura ma sono state considerate le reazioni vincolari date dalla mensola agenti in corrispondenza della trave al primo solaio filo 14, tra i fili N e O.

-i tamponamenti esterni realizzati in muratura.

I tamponamenti esterni verranno realizzati con elementi Poroton di spessore 30cm, ed altezza 3,0m circa in corrispondenza dei fili I,G,E,A,L,N,P,T, ed altezza variabile in corrispondenza dei fili 1,4,17,18.

E' stata effettuata al cap. la verifica a ribaltamento degli elementi di tamponamento con esito negativo. E' quindi necessario preveder dei meccanismi per evitare l'espulsione dei pannelli nel caso sismico.

In corrispondenza dei fili 1,4,17,18. (come prescritto dalla circolare 02/02/2009 p.to C7.3.6.3) si prevede di realizzare degli elementi di armatura orizzontale nei letti di malta costituiti da due barre parallele collegate a formare un traliccio di elementi con diametro 6mm in acciaio zincato a caldo. I tralicci dovranno essere annegati nei letti di malta a distanza di 40cm e verranno collegati ai pilastri in c.a. mediante barre diametro 8mm.

In corrispondenza dei fili I,G,E,A,L,N,P,T non è possibile inserire un cordolo continuo in c.a.. si prevede quindi di inserire alla sommità del muro un elemento metallico di spessore 6mm e forma a C per realizzare un collegamento tra la struttura lignea e la muratura perimetrale.

Entrambi gli elementi possono essere considerati secondari perché sia la rigidezza che la resistenza di questi elementi possono essere ignorate nell'analisi della risposta sismica globale., come previsto dal p.to 7.2.3. NTC 2008.

-fattore di struttura

La struttura è stata considerata a pendolo inverso. Non sono infatti presenti telai spaziali in entrambe le direzioni perché sono state progettate travi in legno in appoggio sui pilastri.

La struttura in classe di duttilità bassa.

Si ha quindi, in accordo con la tab. 7.4.1 . **$q_o=1,5$**

E' quindi stato utilizzato il fattore di struttura per carichi orizzontali $q = 1,50$.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

-spettri elastici di progetto

TU 2008 SLV H

Probabilità di superamento (PVR) 10.0 e periodo di ritorno (TR) 712 (anni)

Ss 1.426

TB 0.16 [sec]

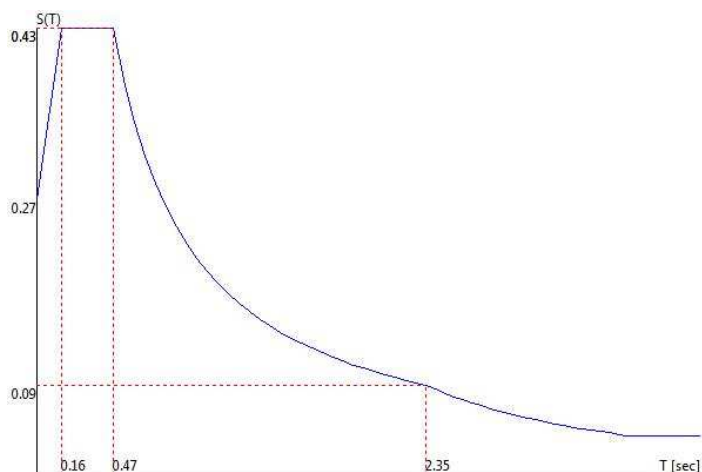
TC 0.47 [sec]

TD 2.35 [sec]

ag/g 0.1873

Fo 2.4383

TC* 0.2986



TU 2008 SLD H

Probabilità di superamento (PVR) 63.0 e periodo di ritorno (TR) 75 (anni)

Ss 1.500

TB 0.15 [sec]

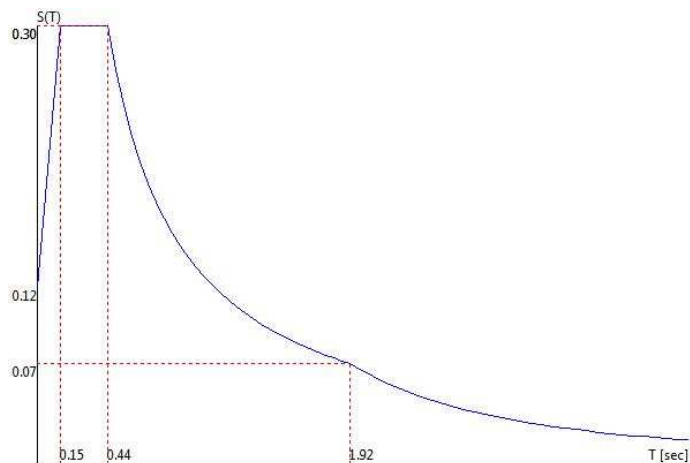
TC 0.44 [sec]

TD 1.92 [sec]

ag/g 0.0805

Fo 2.4972

TC* 0.2714



TU 2008 SLO H

Probabilità di superamento (PVR) 81.0 e periodo di ritorno (TR) 45 (anni)

Ss 1.500

TB 0.14 [sec]

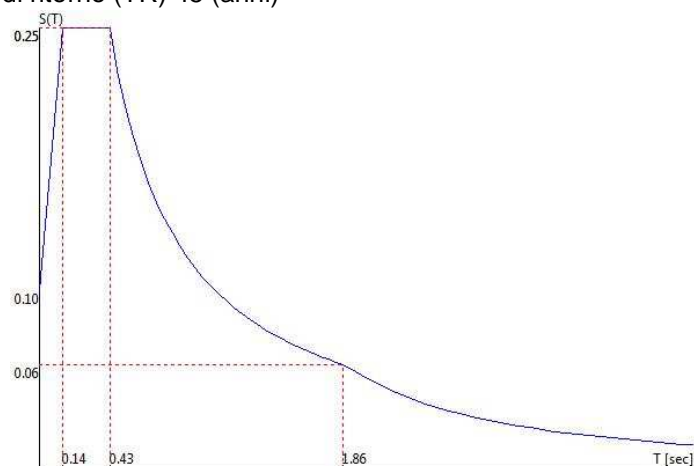
TC 0.43 [sec]

TD 1.86 [sec]

ag/g 0.0655

Fo 2.4989

TC* 0.2667



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

Direzioni d'ingresso del Sisma

SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]

SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]

SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]

SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]

SLD Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]

SLD Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]

SLD Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]

SLD Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

SLO Direzione 9 Angolo in pianta 0.00 [°]

SLO Direzione 10 Angolo in pianta 90.00 [°]

SLO Direzione 11 Angolo in pianta 180.00 [°]

SLO Direzione 12 Angolo in pianta 270.00 [°]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.f.2-ANALISI DEI CARICHI AGENTI SULLE STRUTTURE

COPERTURA

CARICHI PERMANENTI G1

-pannello OSB. (sp. 2,20cm) = $0.022 \times 650 =$	15Kg/m ²
-travetti legno lamellare GL 24H interasse 70cm, sez. 18x36cm / 20x36cm	45Kg/m ²

CARICHI PERMANENTI G2

-pannello in fibra di legno tipo celenit AB o equivalente fono assorbente (sp. 5,00cm)	8Kg/m ²
-barriera a vapore	2Kg/m ²
-lana minerale a doppie densità (sp. 20,00cm)	15Kg/m ²
-strato di ventilazione (sp. 5,00cm)	5Kg/m ²
-lastre grecate di alluminio (sp. 3,00cm)	15Kg/m ²

CARICHI ACCIDENTALI COPERTURA

Q – Carico accidentale neve:	150 Kg/m ²
------------------------------	-----------------------

Secondo il punto 5.4.1 del D.M. 18/12/1975 è stato considerato un carico accidentale dovuto alla neve in copertura pari a 150Kg/m².

SOLAIO 1

CARICHI PERMANENTI G1

-soletta in c.a. (sp. 5,00cm) = $0.05 \times 2500 =$	125Kg/m ²
-travetti legno lamellare GL 24H interasse 70cm, sez. 16x32cm	55Kg/m ²

CARICHI PERMANENTI G2

-pannello in fibra di legno tipo celenit AB o equivalente fono assorbente (sp. 5,00cm)	10Kg/m ²
-isolamento in pannelli di polistirene espanso estruso XPS (sp. 16,00cm)	15 Kg/m ²
-massetto alleggerito per sottofondo pavimentazione (sp. 8,00 cm)	80Kg/m ²
-pavimentazione in PVC (sp. 0,50cm)	
-UTA	240Kg/m ²

CARICHI ACCIDENTALI PRIMO SOLAIO

Q – Carico accidentale tipo H1 (sottotetti accessibili per la sola manutenzione):	50 Kg/m ²
---	----------------------

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

L' unità trattamento aria ha dimensioni in pianta pari a 175 x 252cm e peso pari a 1050Kg totali, ovvero un carico distribuito pari a :

$$1050 \text{ Kg} / (1.75\text{m} \times 2.52\text{m}) = .238 \text{ kg/m}^2 \text{ (carico distribuito dovuto alla UTA)}$$

IL posizionamento all'interno del locale tecnico al primo piano non può essere definito in questa fase. E' stato quindi considerato cautelativamente un incremento di carico permanente G2 sull'intera superficie del solaio pari a 240Kg/m².

E' stato utilizzato un carico accidentale tipo H1 perché il locale non è aperto al pubblico ma è accessibile per la sola manutenzione dell'UTA da parte di personale specializzato

IL fabbricato è ad uso scolastico ma non è stato considerato il carico accidentale relativo alle scuole perché l'edificio ha un unico livello e il carico dovuto alla folla compatta è applicato al piano terra, realizzato su terreno.

CARICO NEVE

(capitolo 3.4.1 del D.Lgs 14-01-08)

La zona oggetto dell' intervento (Castelfranco Emilia) è inserita nella "zona 1 -Mediterranea" dell'art 6 del D.M. sopra menzionato, ad altitudine < 200 ml slm: (42ml.slm)

Il carico provocato dalla neve sulle coperture è valutato mediante la seguente formula: $q_s = q_{sk} \times C_e \times C_1 \times \mu_i$

$C_t = 1$ (in assenza di unao specifico studio)

$C_e = 1$ (topografia NORMALE)

$\mu_i = 0,8$ (copertura a una o due falde con $0 < \alpha < 30$ qui $\alpha = 15 - \alpha = 0$ per il terrazzo)

q_{sk} (valore di riferimento del carico dell aneve al suolo)

-ZONA 1 (mediterranea)

- as < 200mt (as=185mt.)

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

Carico neve $q_s = 0,8 \times 1,50 = 1,20 \text{ N/mm}^2$	120 kg/cm ²
---	------------------------

Secondo il punto 5.4.1 del D.M. 18/12/1975 è stato considerato un carico accidentale dovuto alla neve in copertura pari a 150Kg/m².

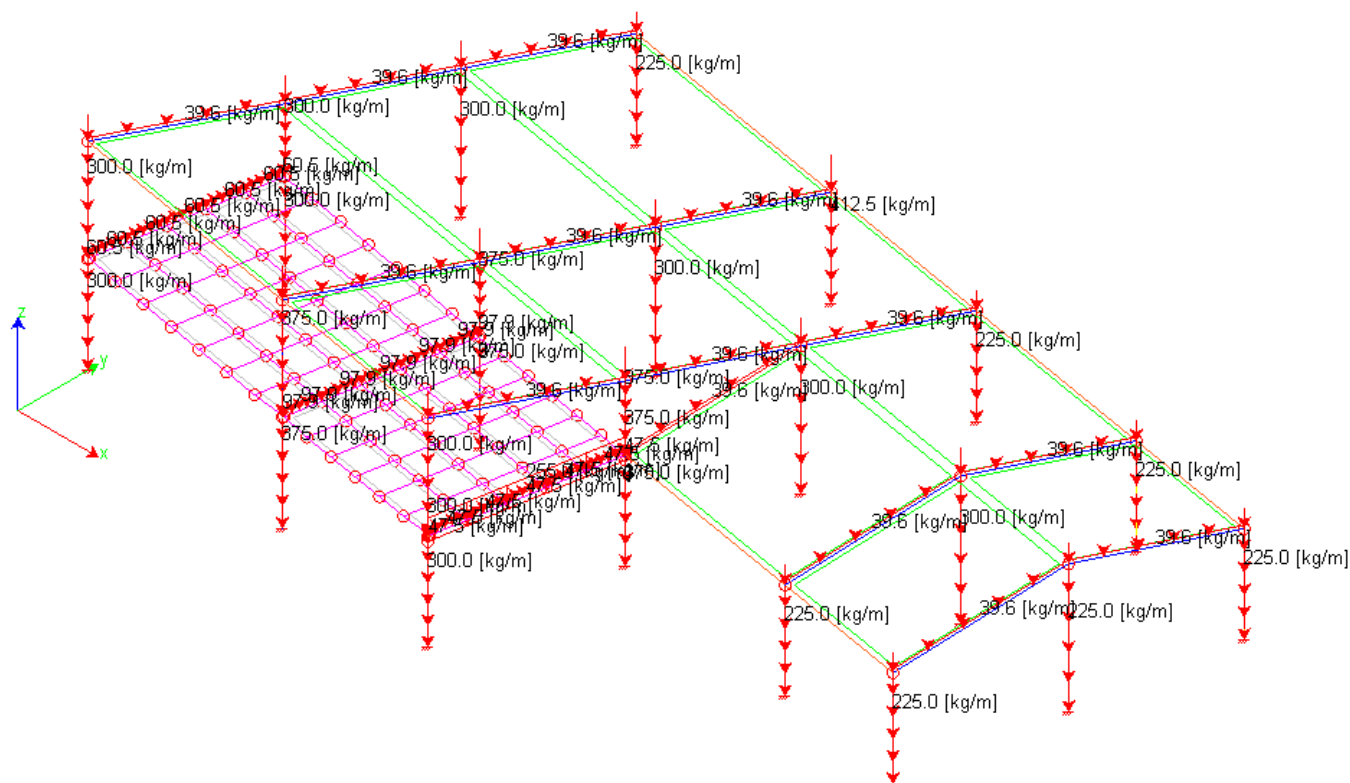
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

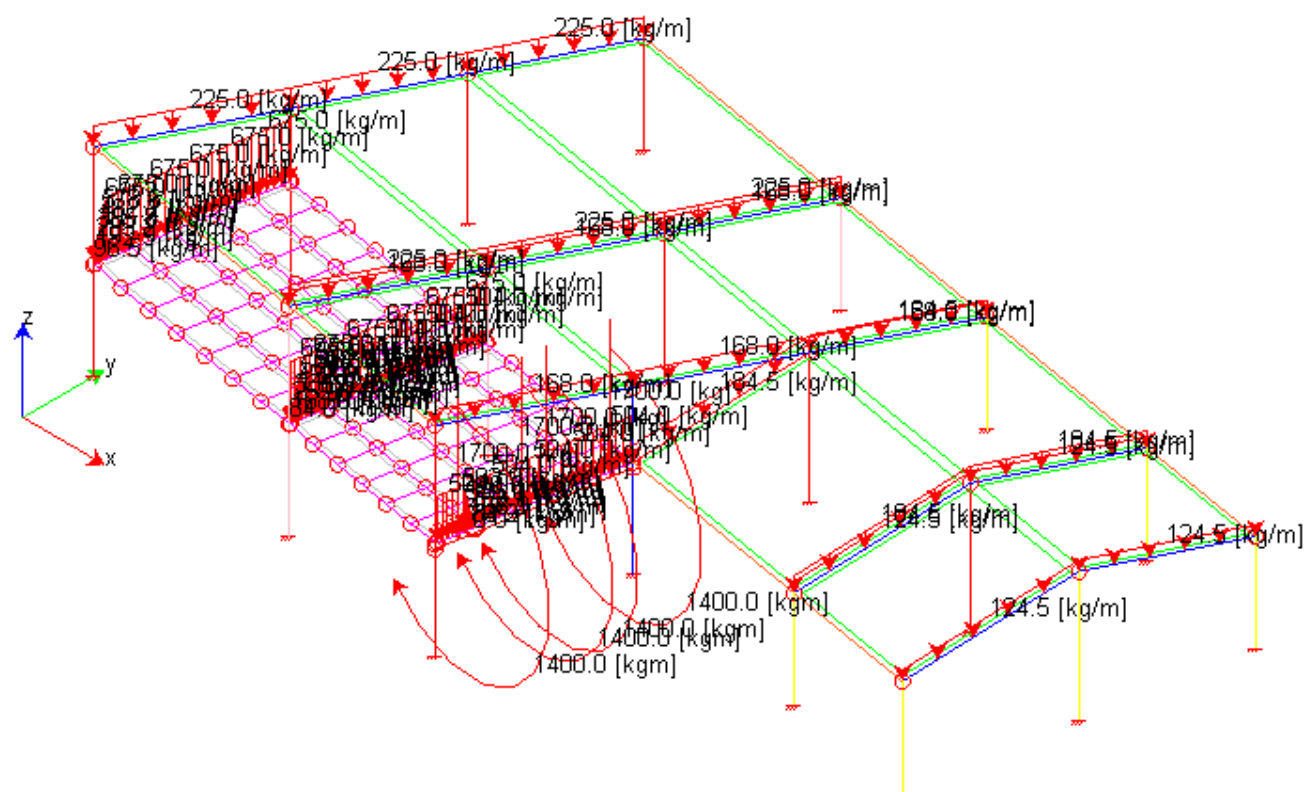
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

SCHEMA CARICHI: 1- PESO PROPRIO



SCHEMA CARICHI: 2- CARICHI PERMANENTI G1



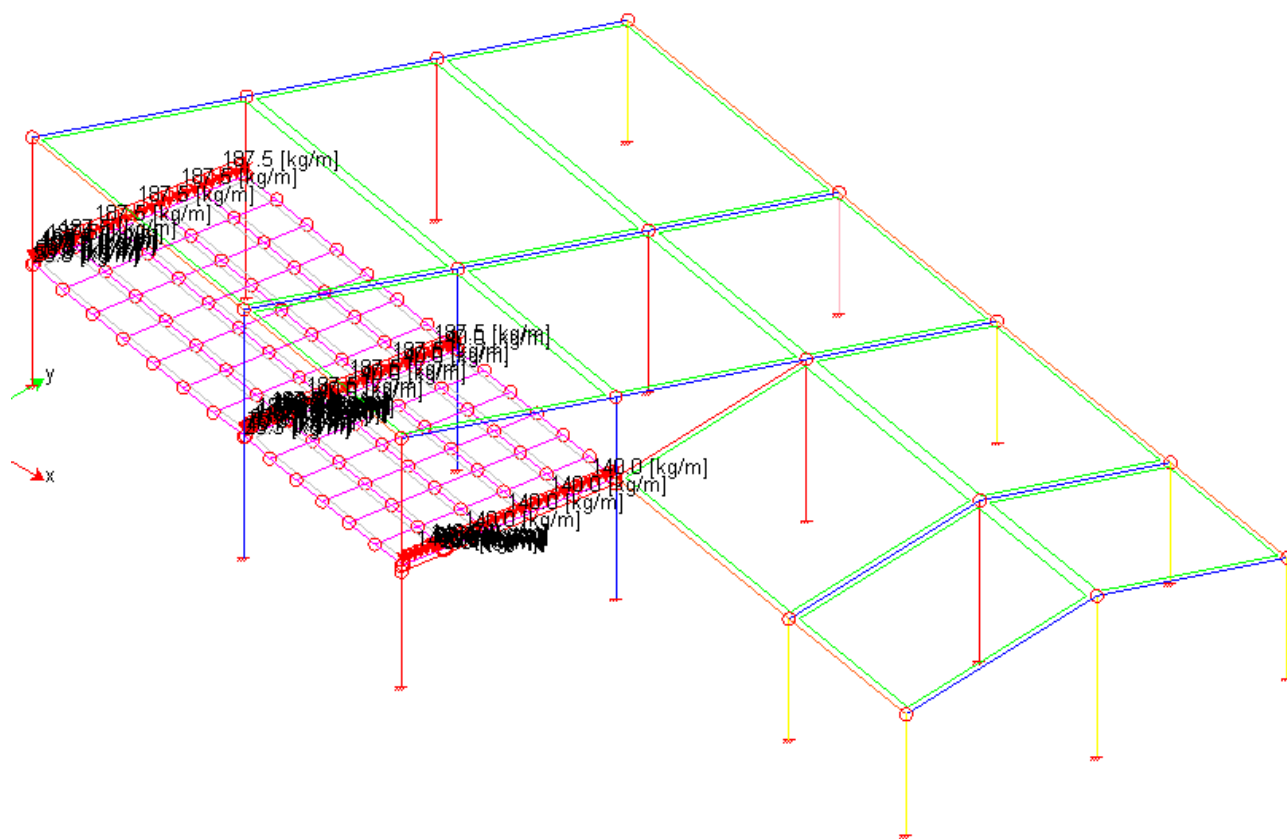
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

SCHEMA CARICHI: 5- CARICHI ACCIDENTALI CAT. H1



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.g- Indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati

Le combinazioni delle azioni considerate sono le seguenti:

- Combinazione fondamentale per gli SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{G3} \cdot G_3 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione caratteristica (rara) per gli SLE:

$$G_1 + G_2 + G_3 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione frequente per gli SLE:

$$G_1 + G_2 + G_3 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione quasi permanente per gli SLE:

$$G_1 + G_2 + G_3 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + G_3 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione eccezionale:

$$G_1 + G_2 + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

Nel caso specifico si ha:

SLU 1- $1,3 \cdot P.P + 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,5 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

SLU 1- $1,3 \cdot P.P + 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot Q_2$

SLV1- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E1(slv) + 0,3 \cdot E2(slv)$

SLV2- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E1(slv) + 0,3 \cdot E4(slv)$

SLV3- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E1(slv) + 1,0 \cdot E2(slv)$

SLV4- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E2(slv) + 0,3 \cdot E3(slv)$

SLV5- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E2(slv) + 1,0 \cdot E3(slv)$

SLV6- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E3(slv) + 0,3 \cdot E4(slv)$

SLV7- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E1(slv) + 1,0 \cdot E4(slv)$

SLV8- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E3(slv) + 1,0 \cdot E4(slv)$

SLE RARE 1 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 1,0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

SLE RARE 2 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0,5 \cdot Q_1 + 1,0 \cdot Q_2$

SLE FREQUENTI 1 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0,2 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

SLE FREQUENTI 2 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

SLE QUASI PERMANENTI - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2$

SL DANNO 1- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(sld) + 0,3 \cdot E2(sld)$
 SL DANNO 2- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(sld) + 0,3 \cdot E4(sld)$
 SL DANNO 3- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(sld) + 1,0 \cdot E2(sld)$
 SL DANNO 4- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E2(sld) + 0,3 \cdot E3(sld)$
 SL DANNO 5- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E2(sld) + 1,0 \cdot E3(sld)$
 SL DANNO 6- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E3(sld) + 0,3 \cdot E4(sld)$
 SL DANNO 7- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(sld) + 1,0 \cdot E4(sld)$
 SL DANNO 8- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E3(sld) + 1,0 \cdot E4(sld)$

SL OPERATIVITA' 1- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(slo) + 0,3 \cdot E2(slo)$
 SL OPERATIVITA' 2- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(slo) + 0,3 \cdot E4(slo)$
 SL OPERATIVITA' 3- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(slo) + 1,0 \cdot E2(slo)$
 SL OPERATIVITA' 4- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E2(slo) + 0,3 \cdot E3(slo)$
 SL OPERATIVITA' 5- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E2(slo) + 1,0 \cdot E3(slo)$
 SL OPERATIVITA' 6- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E3(slo) + 0,3 \cdot E4(slo)$
 SL OPERATIVITA' 7- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(slo) + 1,0 \cdot E4(slo)$
 SL OPERATIVITA' 8- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E3(slo) + 1,0 \cdot E4(slo)$

Dove:

P.P.- peso proprio della struttura

G1 – carico permanente strutturale

G2 – carico permanente non strutturale

Q1 – carico accidentale neve

Q2 – carico accidentale categoria H1

E1 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 0

E2 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 90

E3 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 180

E4 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 270

E1 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 0

E2 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 90

E3 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 180

E4 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 270

E1 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 0

E2 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 90

E3 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 180

E4 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 270

E' stato inserito il carico tipo H1 con valore 0 per avere equivalenti carichi al piede , quindi per poter sommare automaticamente le reazioni al piede per il dimensionamento delle fondazioni)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

 Approccio di verifica: **Approccio 2** Set di coefficienti parziali: **A1+M1+R3**
Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU:

Tipologia di carichi:		Coefficiente γ_F	<i>EQU</i>	<i>STR</i> <i>A1</i>	<i>GEO</i> <i>A2</i>
Carichi permanenti	<i>favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	<i>favorevoli</i>	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	<i>favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale	<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	C'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali:

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)	Coefficiente parziale (R3)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,8$	$\gamma_R=2,3$
Coesione efficace	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,1$	$\gamma_R=1,1$

RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

Sintesi dei risultati per direzione d'ingresso del sisma.

SLV

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	1	0.45	54	92
90.00 [°]	9	0.29	47	100
180.00 [°]	1	0.45	54	92
270.00 [°]	9	0.29	47	100

SLD

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	1	0.45	54	92
90.00 [°]	9	0.29	47	100
180.00 [°]	1	0.45	54	92
270.00 [°]	9	0.29	47	100

SLO

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	1	0.45	54	92
90.00 [°]	9	0.29	47	100
180.00 [°]	1	0.45	54	92
270.00 [°]	9	0.29	47	100

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Autovalori e Periodi
Numero di modi di vibrare trovati: 20
Numero di modi considerati per ogni direzione del sisma: 20

Modo	Autovalore [rad/sec]^2	Pulsazione [rad/sec]	Periodo [sec]	R
1	195.9576	13.998	0.45	0.4341
2	249.0826	15.782	0.40	0.4341
3	275.0997	16.586	0.38	0.4341
4	288.8779	16.996	0.37	0.4341
5	312.9580	17.691	0.36	0.4341
6	316.8509	17.800	0.35	0.4341
7	329.3577	18.148	0.35	0.4341
8	411.6914	20.290	0.31	0.4341
9	459.3611	21.433	0.29	0.4341
10	715.5262	26.749	0.23	0.4341
11	821.1841	28.656	0.22	0.4341
12	822.5091	28.679	0.22	0.4341
13	1197.8278	34.610	0.18	0.4341
14	1272.8418	35.677	0.18	0.4341
15	1449.2754	38.069	0.17	0.4341
16	1557.4143	39.464	0.16	0.4341
17	2259.4109	47.533	0.13	0.4088
18	2290.4553	47.859	0.13	0.4079
19	3057.6060	55.296	0.11	0.3889
20	3280.6299	57.277	0.11	0.3847

Risultati angolo di ingresso del sisma: 00.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.45	8.87287e+01	100	7.9e+03	54	54	0.4341
11	0.22	2.96836e+01	33	8.8e+02	6	60	0.4341
10	0.23	-2.79525e+01	32	7.8e+02	5	65	0.4341
4	0.37	2.70054e+01	30	7.3e+02	5	70	0.4341
3	0.38	2.65863e+01	30	7.1e+02	5	75	0.4341
6	0.35	2.35154e+01	27	5.5e+02	4	79	0.4341
2	0.40	1.89923e+01	21	3.6e+02	2	81	0.4341
20	0.11	1.82841e+01	21	3.3e+02	2	83	0.3847

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

18	0.13	-1.69832e+01	19	2.9e+02	2	85	0.4079
5	0.36	-1.64767e+01	19	2.7e+02	2	87	0.4341
9	0.29	1.62417e+01	18	2.6e+02	2	89	0.4341
7	0.35	1.61849e+01	18	2.6e+02	2	91	0.4341
14	0.18	-1.29611e+01	15	1.7e+02	1	92	0.4341
15	0.17	-3.80802e+00	4	1.5e+01	0	92	0.4341
12	0.22	2.07752e+00	2	4.3e+00	0	92	0.4341
8	0.31	-1.89922e+00	2	3.6e+00	0	92	0.4341
13	0.18	-1.70268e+00	2	2.9e+00	0	92	0.4341
17	0.13	9.49792e-01	1	9.0e-01	0	92	0.4088
16	0.16	4.34709e-01	0	1.9e-01	0	92	0.4341
19	0.11	-2.03990e-01	0	4.2e-02	0	92	0.3889

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.29	-8.27883e+01	100	6.9e+03	47	47	0.4341
5	0.36	-5.28068e+01	64	2.8e+03	19	66	0.4341
8	0.31	4.97851e+01	60	2.5e+03	17	83	0.4341
14	0.18	-2.88987e+01	35	8.4e+02	6	89	0.4341
12	0.22	-2.20119e+01	27	4.8e+02	3	92	0.4341
20	0.11	-2.08909e+01	25	4.4e+02	3	95	0.3847
10	0.23	-1.60989e+01	19	2.6e+02	2	97	0.4341
6	0.35	-1.48779e+01	18	2.2e+02	2	98	0.4341
3	0.38	7.90541e+00	10	6.2e+01	0	99	0.4341
11	0.22	6.45796e+00	8	4.2e+01	0	99	0.4341
7	0.35	-6.35047e+00	8	4.0e+01	0	99	0.4341
18	0.13	-6.02595e+00	7	3.6e+01	0	99	0.4079
13	0.18	-5.04168e+00	6	2.5e+01	0	100	0.4341
15	0.17	-4.86895e+00	6	2.4e+01	0	100	0.4341
4	0.37	3.91057e+00	5	1.5e+01	0	100	0.4341
1	0.45	-1.49497e+00	2	2.2e+00	0	100	0.4341
17	0.13	7.83656e-01	1	6.1e-01	0	100	0.4088
2	0.40	1.95026e-01	0	3.8e-02	0	100	0.4341
19	0.11	-1.59524e-01	0	2.5e-02	0	100	0.3889
16	0.16	-5.92514e-02	0	3.5e-03	0	100	0.4341

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.45	-8.87287e+01	100	7.9e+03	54	54	0.4341
11	0.22	-2.96836e+01	33	8.8e+02	6	60	0.4341
10	0.23	2.79525e+01	32	7.8e+02	5	65	0.4341
4	0.37	-2.70054e+01	30	7.3e+02	5	70	0.4341
3	0.38	-2.65863e+01	30	7.1e+02	5	75	0.4341
6	0.35	-2.35154e+01	27	5.5e+02	4	79	0.4341
2	0.40	-1.89923e+01	21	3.6e+02	2	81	0.4341
20	0.11	-1.82841e+01	21	3.3e+02	2	83	0.3847
18	0.13	1.69832e+01	19	2.9e+02	2	85	0.4079
5	0.36	1.64767e+01	19	2.7e+02	2	87	0.4341
9	0.29	-1.62417e+01	18	2.6e+02	2	89	0.4341
7	0.35	-1.61849e+01	18	2.6e+02	2	91	0.4341
14	0.18	1.29611e+01	15	1.7e+02	1	92	0.4341
15	0.17	3.80802e+00	4	1.5e+01	0	92	0.4341
12	0.22	-2.07751e+00	2	4.3e+00	0	92	0.4341
8	0.31	1.89920e+00	2	3.6e+00	0	92	0.4341
13	0.18	1.70269e+00	2	2.9e+00	0	92	0.4341
17	0.13	-9.49792e-01	1	9.0e-01	0	92	0.4088
16	0.16	-4.34709e-01	0	1.9e-01	0	92	0.4341
19	0.11	2.03990e-01	0	4.2e-02	0	92	0.3889

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.29	8.27883e+01	100	6.9e+03	47	47	0.4341
5	0.36	5.28068e+01	64	2.8e+03	19	66	0.4341
8	0.31	-4.97851e+01	60	2.5e+03	17	83	0.4341
14	0.18	2.88987e+01	35	8.4e+02	6	89	0.4341
12	0.22	2.20119e+01	27	4.8e+02	3	92	0.4341
20	0.11	2.08909e+01	25	4.4e+02	3	95	0.3847
10	0.23	1.60989e+01	19	2.6e+02	2	97	0.4341
6	0.35	1.48779e+01	18	2.2e+02	2	98	0.4341
3	0.38	-7.90543e+00	10	6.2e+01	0	99	0.4341
11	0.22	-6.45798e+00	8	4.2e+01	0	99	0.4341
7	0.35	6.35046e+00	8	4.0e+01	0	99	0.4341
18	0.13	6.02596e+00	7	3.6e+01	0	99	0.4079

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

13	0.18	5.04169e+00	6	2.5e+01	0	100	0.4341
15	0.17	4.86895e+00	6	2.4e+01	0	100	0.4341
4	0.37	-3.91058e+00	5	1.5e+01	0	100	0.4341
1	0.45	1.49493e+00	2	2.2e+00	0	100	0.4341
17	0.13	-7.83657e-01	1	6.1e-01	0	100	0.4088
2	0.40	-1.95035e-01	0	3.8e-02	0	100	0.4341
19	0.11	1.59524e-01	0	2.5e-02	0	100	0.3889
16	0.16	5.92512e-02	0	3.5e-03	0	100	0.4341

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.45	8.87287e+01	100	7.9e+03	54	54	0.2943
11	0.22	2.96836e+01	33	8.8e+02	6	60	0.3014
10	0.23	-2.79525e+01	32	7.8e+02	5	65	0.3014
4	0.37	2.70054e+01	30	7.3e+02	5	70	0.3014
3	0.38	2.65863e+01	30	7.1e+02	5	75	0.3014
6	0.35	2.35154e+01	27	5.5e+02	4	79	0.3014
2	0.40	1.89923e+01	21	3.6e+02	2	81	0.3014
20	0.11	1.82841e+01	21	3.3e+02	2	83	0.2564
18	0.13	-1.69832e+01	19	2.9e+02	2	85	0.2831
5	0.36	-1.64767e+01	19	2.7e+02	2	87	0.3014
9	0.29	1.62417e+01	18	2.6e+02	2	89	0.3014
7	0.35	1.61849e+01	18	2.6e+02	2	91	0.3014
14	0.18	-1.29611e+01	15	1.7e+02	1	92	0.3014
15	0.17	-3.80802e+00	4	1.5e+01	0	92	0.3014
12	0.22	2.07752e+00	2	4.3e+00	0	92	0.3014
8	0.31	-1.89922e+00	2	3.6e+00	0	92	0.3014
13	0.18	-1.70268e+00	2	2.9e+00	0	92	0.3014
17	0.13	9.49792e-01	1	9.0e-01	0	92	0.2842
16	0.16	4.34709e-01	0	1.9e-01	0	92	0.3014
19	0.11	-2.03990e-01	0	4.2e-02	0	92	0.2613

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.29	-8.27883e+01	100	6.9e+03	47	47	0.3014
5	0.36	-5.28068e+01	64	2.8e+03	19	66	0.3014
8	0.31	4.97851e+01	60	2.5e+03	17	83	0.3014
14	0.18	-2.88987e+01	35	8.4e+02	6	89	0.3014
12	0.22	-2.20119e+01	27	4.8e+02	3	92	0.3014
20	0.11	-2.08909e+01	25	4.4e+02	3	95	0.2564
10	0.23	-1.60989e+01	19	2.6e+02	2	97	0.3014
6	0.35	-1.48779e+01	18	2.2e+02	2	98	0.3014
3	0.38	7.90541e+00	10	6.2e+01	0	99	0.3014
11	0.22	6.45796e+00	8	4.2e+01	0	99	0.3014
7	0.35	-6.35047e+00	8	4.0e+01	0	99	0.3014
18	0.13	-6.02595e+00	7	3.6e+01	0	99	0.2831
13	0.18	-5.04168e+00	6	2.5e+01	0	100	0.3014
15	0.17	-4.86895e+00	6	2.4e+01	0	100	0.3014
4	0.37	3.91057e+00	5	1.5e+01	0	100	0.3014
1	0.45	-1.49497e+00	2	2.2e+00	0	100	0.2943
17	0.13	7.83656e-01	1	6.1e-01	0	100	0.2842
2	0.40	1.95026e-01	0	3.8e-02	0	100	0.3014
19	0.11	-1.59524e-01	0	2.5e-02	0	100	0.2613
16	0.16	-5.92514e-02	0	3.5e-03	0	100	0.3014

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.45	-8.87287e+01	100	7.9e+03	54	54	0.2943
11	0.22	-2.96836e+01	33	8.8e+02	6	60	0.3014
10	0.23	2.79525e+01	32	7.8e+02	5	65	0.3014
4	0.37	-2.70054e+01	30	7.3e+02	5	70	0.3014
3	0.38	-2.65863e+01	30	7.1e+02	5	75	0.3014
6	0.35	-2.35154e+01	27	5.5e+02	4	79	0.3014
2	0.40	-1.89923e+01	21	3.6e+02	2	81	0.3014
20	0.11	-1.82841e+01	21	3.3e+02	2	83	0.2564
18	0.13	1.69832e+01	19	2.9e+02	2	85	0.2831
5	0.36	1.64767e+01	19	2.7e+02	2	87	0.3014
9	0.29	-1.62417e+01	18	2.6e+02	2	89	0.3014
7	0.35	-1.61849e+01	18	2.6e+02	2	91	0.3014
14	0.18	1.29611e+01	15	1.7e+02	1	92	0.3014

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

15	0.17	3.80802e+00	4	1.5e+01	0	92	0.3014
12	0.22	-2.07751e+00	2	4.3e+00	0	92	0.3014
8	0.31	1.89920e+00	2	3.6e+00	0	92	0.3014
13	0.18	1.70269e+00	2	2.9e+00	0	92	0.3014
17	0.13	-9.49792e-01	1	9.0e-01	0	92	0.2842
16	0.16	-4.34709e-01	0	1.9e-01	0	92	0.3014
19	0.11	2.03990e-01	0	4.2e-02	0	92	0.2613

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.29	8.27883e+01	100	6.9e+03	47	47	0.3014
5	0.36	5.28068e+01	64	2.8e+03	19	66	0.3014
8	0.31	-4.97851e+01	60	2.5e+03	17	83	0.3014
14	0.18	2.88987e+01	35	8.4e+02	6	89	0.3014
12	0.22	2.20119e+01	27	4.8e+02	3	92	0.3014
20	0.11	2.08909e+01	25	4.4e+02	3	95	0.2564
10	0.23	1.60989e+01	19	2.6e+02	2	97	0.3014
6	0.35	1.48779e+01	18	2.2e+02	2	98	0.3014
3	0.38	-7.90543e+00	10	6.2e+01	0	99	0.3014
11	0.22	-6.45798e+00	8	4.2e+01	0	99	0.3014
7	0.35	6.35046e+00	8	4.0e+01	0	99	0.3014
18	0.13	6.02596e+00	7	3.6e+01	0	99	0.2831
13	0.18	5.04169e+00	6	2.5e+01	0	100	0.3014
15	0.17	4.86895e+00	6	2.4e+01	0	100	0.3014
4	0.37	-3.91058e+00	5	1.5e+01	0	100	0.3014
1	0.45	1.49493e+00	2	2.2e+00	0	100	0.2943
17	0.13	-7.83657e-01	1	6.1e-01	0	100	0.2842
2	0.40	-1.95035e-01	0	3.8e-02	0	100	0.3014
19	0.11	1.59524e-01	0	2.5e-02	0	100	0.2613
16	0.16	5.92512e-02	0	3.5e-03	0	100	0.3014

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.45	8.87287e+01	100	7.9e+03	54	54	0.2369
11	0.22	2.96836e+01	33	8.8e+02	6	60	0.2454
10	0.23	-2.79525e+01	32	7.8e+02	5	65	0.2454
4	0.37	2.70054e+01	30	7.3e+02	5	70	0.2454
3	0.38	2.65863e+01	30	7.1e+02	5	75	0.2454
6	0.35	2.35154e+01	27	5.5e+02	4	79	0.2454

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2	0.40	1.89923e+01	21	3.6e+02	2	81	0.2454
20	0.11	1.82841e+01	21	3.3e+02	2	83	0.2101
18	0.13	-1.69832e+01	19	2.9e+02	2	85	0.2321
5	0.36	-1.64767e+01	19	2.7e+02	2	87	0.2454
9	0.29	1.62417e+01	18	2.6e+02	2	89	0.2454
7	0.35	1.61849e+01	18	2.6e+02	2	91	0.2454
14	0.18	-1.29611e+01	15	1.7e+02	1	92	0.2454
15	0.17	-3.80802e+00	4	1.5e+01	0	92	0.2454
12	0.22	2.07752e+00	2	4.3e+00	0	92	0.2454
8	0.31	-1.89922e+00	2	3.6e+00	0	92	0.2454
13	0.18	-1.70268e+00	2	2.9e+00	0	92	0.2454
17	0.13	9.49792e-01	1	9.0e-01	0	92	0.2330
16	0.16	4.34709e-01	0	1.9e-01	0	92	0.2454
19	0.11	-2.03990e-01	0	4.2e-02	0	92	0.2141

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.29	-8.27883e+01	100	6.9e+03	47	47	0.2454
5	0.36	-5.28068e+01	64	2.8e+03	19	66	0.2454
8	0.31	4.97851e+01	60	2.5e+03	17	83	0.2454
14	0.18	-2.88987e+01	35	8.4e+02	6	89	0.2454
12	0.22	-2.20119e+01	27	4.8e+02	3	92	0.2454
20	0.11	-2.08909e+01	25	4.4e+02	3	95	0.2101
10	0.23	-1.60989e+01	19	2.6e+02	2	97	0.2454
6	0.35	-1.48779e+01	18	2.2e+02	2	98	0.2454
3	0.38	7.90541e+00	10	6.2e+01	0	99	0.2454
11	0.22	6.45796e+00	8	4.2e+01	0	99	0.2454
7	0.35	-6.35047e+00	8	4.0e+01	0	99	0.2454
18	0.13	-6.02595e+00	7	3.6e+01	0	99	0.2321
13	0.18	-5.04168e+00	6	2.5e+01	0	100	0.2454
15	0.17	-4.86895e+00	6	2.4e+01	0	100	0.2454
4	0.37	3.91057e+00	5	1.5e+01	0	100	0.2454
1	0.45	-1.49497e+00	2	2.2e+00	0	100	0.2369
17	0.13	7.83656e-01	1	6.1e-01	0	100	0.2330
2	0.40	1.95026e-01	0	3.8e-02	0	100	0.2454
19	0.11	-1.59524e-01	0	2.5e-02	0	100	0.2141
16	0.16	-5.92514e-02	0	3.5e-03	0	100	0.2454

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.45	-8.87287e+01	100	7.9e+03	54	54	0.2369
11	0.22	-2.96836e+01	33	8.8e+02	6	60	0.2454
10	0.23	2.79525e+01	32	7.8e+02	5	65	0.2454
4	0.37	-2.70054e+01	30	7.3e+02	5	70	0.2454
3	0.38	-2.65863e+01	30	7.1e+02	5	75	0.2454
6	0.35	-2.35154e+01	27	5.5e+02	4	79	0.2454
2	0.40	-1.89923e+01	21	3.6e+02	2	81	0.2454
20	0.11	-1.82841e+01	21	3.3e+02	2	83	0.2101
18	0.13	1.69832e+01	19	2.9e+02	2	85	0.2321
5	0.36	1.64767e+01	19	2.7e+02	2	87	0.2454
9	0.29	-1.62417e+01	18	2.6e+02	2	89	0.2454
7	0.35	-1.61849e+01	18	2.6e+02	2	91	0.2454
14	0.18	1.29611e+01	15	1.7e+02	1	92	0.2454
15	0.17	3.80802e+00	4	1.5e+01	0	92	0.2454
12	0.22	-2.07751e+00	2	4.3e+00	0	92	0.2454
8	0.31	1.89920e+00	2	3.6e+00	0	92	0.2454
13	0.18	1.70269e+00	2	2.9e+00	0	92	0.2454
17	0.13	-9.49792e-01	1	9.0e-01	0	92	0.2330
16	0.16	-4.34709e-01	0	1.9e-01	0	92	0.2454
19	0.11	2.03990e-01	0	4.2e-02	0	92	0.2141

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.29	8.27883e+01	100	6.9e+03	47	47	0.2454
5	0.36	5.28068e+01	64	2.8e+03	19	66	0.2454
8	0.31	-4.97851e+01	60	2.5e+03	17	83	0.2454
14	0.18	2.88987e+01	35	8.4e+02	6	89	0.2454
12	0.22	2.20119e+01	27	4.8e+02	3	92	0.2454
20	0.11	2.08909e+01	25	4.4e+02	3	95	0.2101
10	0.23	1.60989e+01	19	2.6e+02	2	97	0.2454
6	0.35	1.48779e+01	18	2.2e+02	2	98	0.2454
3	0.38	-7.90543e+00	10	6.2e+01	0	99	0.2454
11	0.22	-6.45798e+00	8	4.2e+01	0	99	0.2454
7	0.35	6.35046e+00	8	4.0e+01	0	99	0.2454
18	0.13	6.02596e+00	7	3.6e+01	0	99	0.2321
13	0.18	5.04169e+00	6	2.5e+01	0	100	0.2454

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

15	0.17	4.86895e+00	6	2.4e+01	0	100	0.2454
4	0.37	-3.91058e+00	5	1.5e+01	0	100	0.2454
1	0.45	1.49493e+00	2	2.2e+00	0	100	0.2369
17	0.13	-7.83657e-01	1	6.1e-01	0	100	0.2330
2	0.40	-1.95035e-01	0	3.8e-02	0	100	0.2454
19	0.11	1.59524e-01	0	2.5e-02	0	100	0.2141
16	0.16	5.92512e-02	0	3.5e-03	0	100	0.2454

Si riportano di seguito i principali modi di vibrare della struttura.

E' stata svolta un'analisi dinamica senza condensazione di piano e sono stati considerati i primi 30 modi di vibrare.

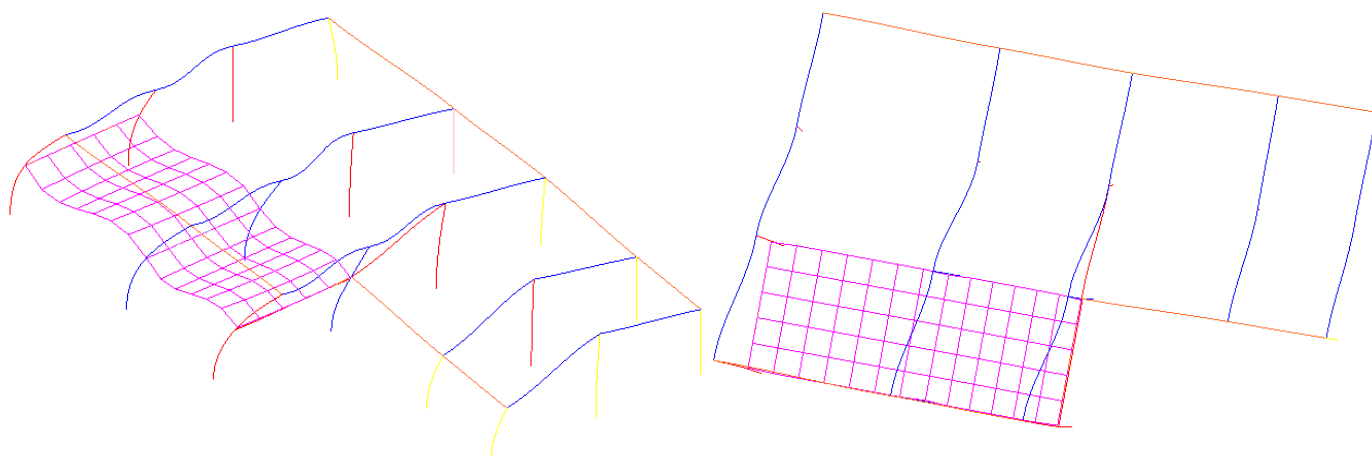
La struttura non ha solai rigidi; ciò spiega perché alcuni dei primi modi di vibrare mobilitano una percentuale bassa di massa e sono necessari molti modi di vibrare per attivare almeno l'85% della massa sismica. Alcuni dei primi modi di vibrare non sono pertanto significativi.

Si riportano quindi i modi di vibrare che mobilitano le percentuali maggiori di masse

SCHEMA 1° MODO DI VIBRARE

Periodo= 0,45 sec

%massa modale:54%



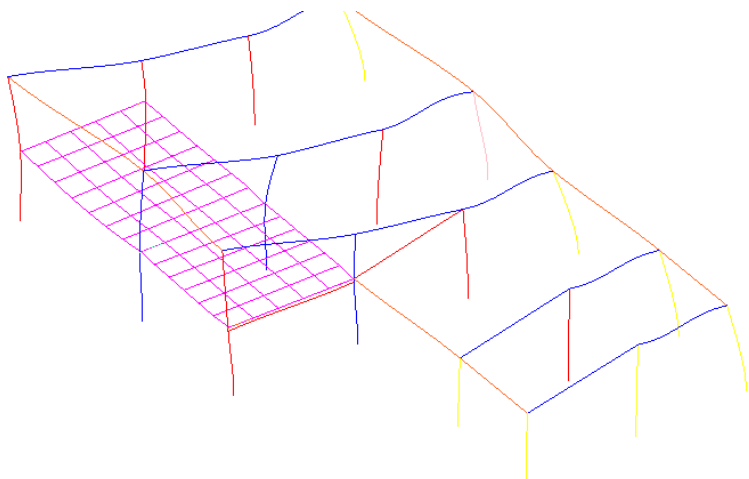
Rappresentazione 3d

Pianta

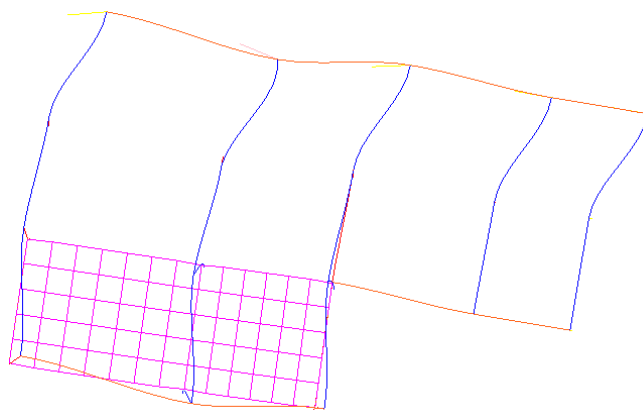
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
SCHEMA 10° MODO DI VIBRARE

Periodo= 0,23 sec

%massa modale:5%



Rappresentazione 3d

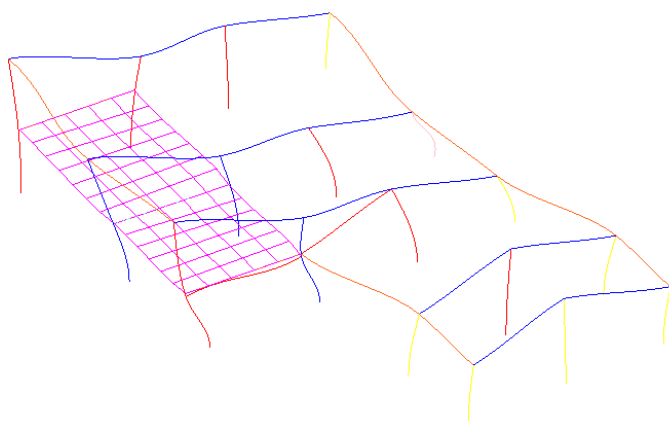


Pianta

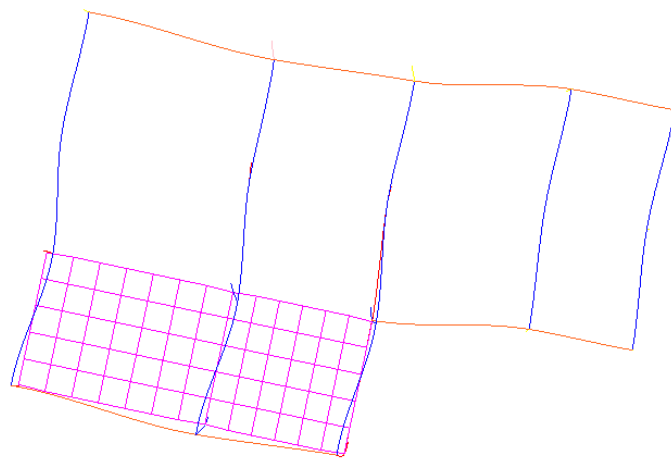
SCHEMA 9° MODO DI VIBRARE

Periodo= 0,29 sec

%massa modale:47%



Rappresentazione 3d



Pianta

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

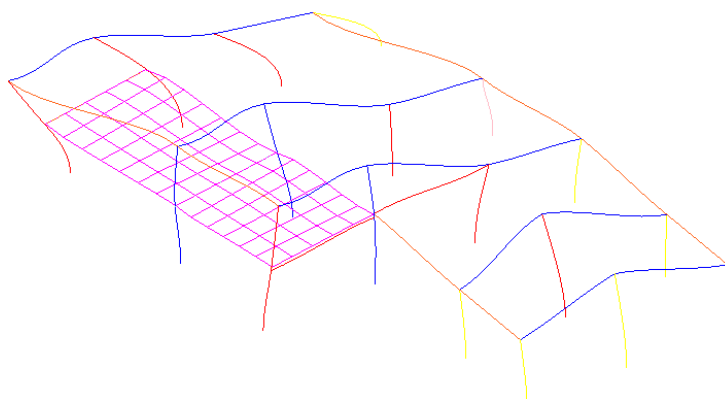
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

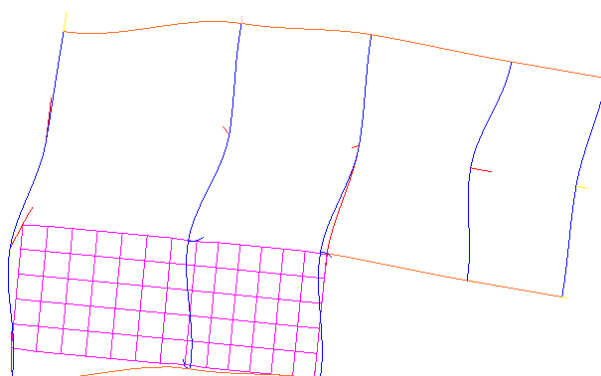
SCHEMA 5° MODO DI VIBRARE

Periodo= 0,36 sec

%massa modale:19%



Rappresentazione 3d

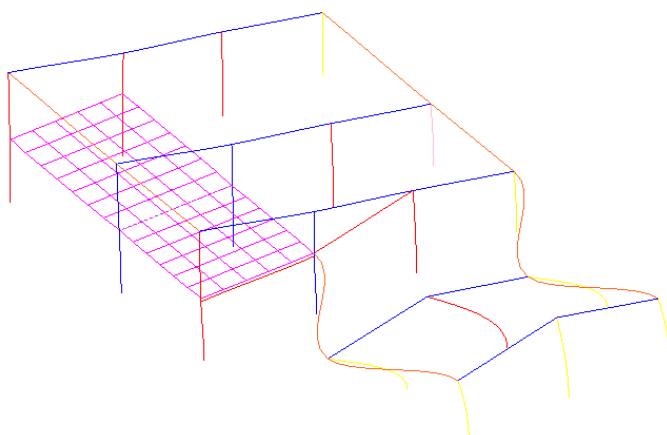


Pianta

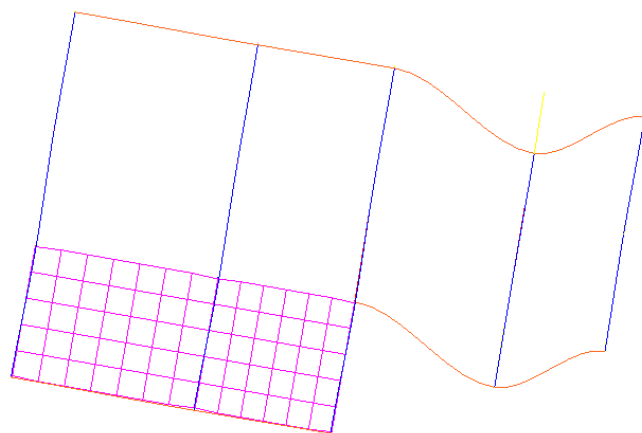
SCHEMA 8° MODO DI VIBRARE

Periodo= 0,31 sec

%massa modale:17%



Rappresentazione 3d



Pianta

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.h- Indicazione motivata del metodo di analisi seguito

Il metodo degli elementi finiti, su cui si basa la modellazione strutturale, nasce dalla necessità di approssimare le equazioni differenziali, che governano lo stato di un sistema continuo, con un sistema di equazioni algebriche in un numero finito di incognite. In quest'ottica, la discretizzazione del continuo è il primo passo e consiste nel suddividerlo in sottodomini, detti elementi finiti, e di scegliere dei punti di contatto, detti nodi strutturali, tra elementi contigui o all'interno degli elementi stessi.

Le misure degli spostamenti nodali (metodo degli spostamenti) o delle forze nodali (metodo duale delle forze) sono assunte come incognite del problema e le equazioni algebriche risolventi sono generate impiegando, in generale, un principio variazionale. Impostato così il problema, è evidente che un elemento finito non è che un modello matematico atto a simulare il comportamento della struttura reale e, data la discrezionalità con la quale si procede alla discretizzazione del continuo, è altresì evidente che, per una stessa struttura, si possono creare più modelli, ognuno con un proprio grado di affidabilità anche in relazione allo specifico problema in esame. Ad esempio una trave può schematizzarsi con un singolo elemento beam, con più elementi beam in serie ovvero con una mesh di elementi piani o solidi in funzione del tipo di problema studiato (calcolo delle azioni interne, ricerca delle concentrazioni di tensione in corrispondenza degli appoggi, trasferimento del calore, ecc...).

Un elemento finito è "classificabile" in base a:

- la sua geometria (x,y,z);
- il campo di spostamenti che copre (v);
- il legame deformazioni-spostamenti $\epsilon=f(v)$ che adotta;
- la legge costitutiva del materiale che è in grado di approssimare $\sigma = g(\epsilon)$.

Dal punto di vista della geometria si hanno, infatti, a disposizione elementi:

- puntuali (elementi boundary, plinti di fondazione, ecc.)
- lineari (elementi biella, trave, ecc.)
- superficiali (triangolari CST, LST, quadrangolari, isoparametrici a 4/8 nodi, ecc.)
- solidi (elementi brick a 8/21 nodi, tetraedrici o esaedrici a facce piane o curve ecc.).

Per quanto riguarda gli spostamenti, si hanno elementi in grado di coprire tutte le sei componenti di spostamento nodale (ad es. gli elementi beam) oppure solo alcune di esse (come le tre componenti di traslazione per gli elementi biella).

Infine si ha una notevole diversificazione, anche per lo stesso tipo di modello, considerando il legame spostamenti- deformazioni che l'elemento finito è in grado di approssimare (introduzione della matrice di rigidezza geometrica in problemi di non linearità geometrica) oltre alla capacità dell'elemento stesso di seguire la legge costitutiva del materiale (problemi di non linearità materiale).

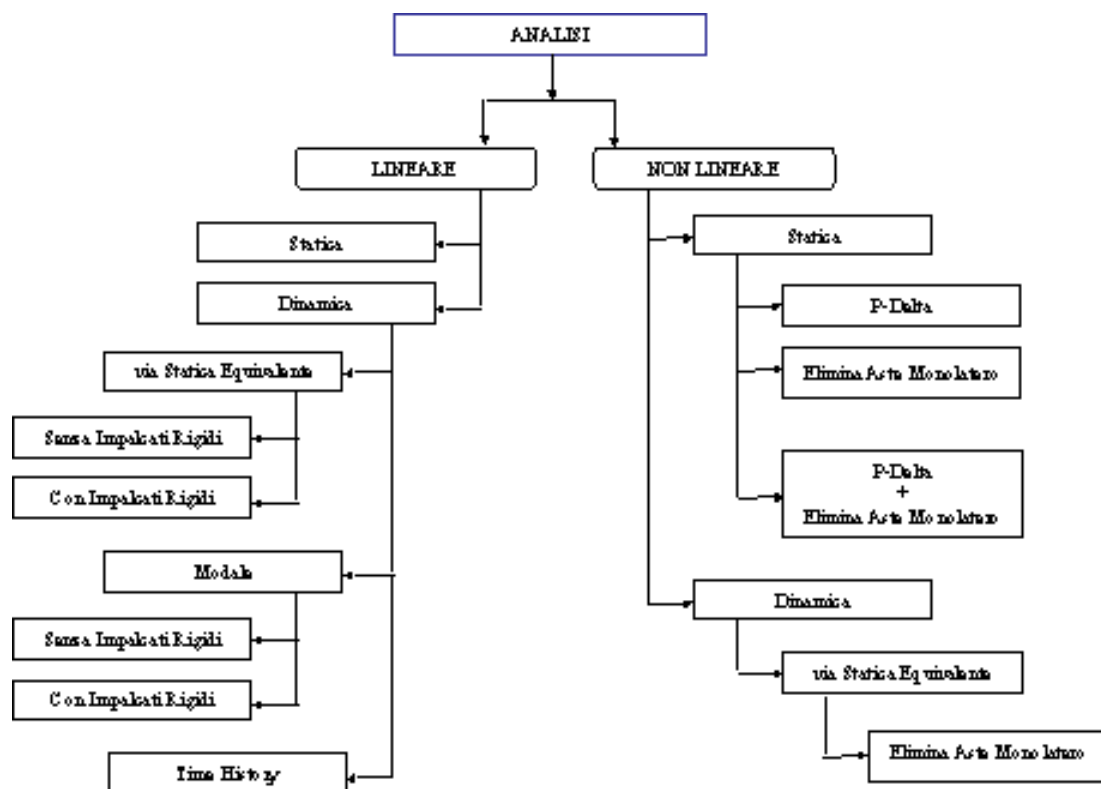
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Solitamente la fase di modellazione della struttura, totalmente gestita dal Pre-Processore, viene conclusa con la definizione del tipo di analisi da condurre.



Un modello agli elementi finiti è un modello matematico che simula il comportamento di una generica struttura reale mediante una specifica discretizzazione in n sottostrutture di tipo predefinito; l'assemblaggio dei modelli di ciascuna sottostruttura ottenuta conduce al modello globale.

Questa operazione di discretizzazione della struttura implica due scelte fondamentali:

la scelta dell'elemento finito che meglio si adatta allo specifico problema in esame;

la scelta del numero e della disposizione topologica degli elementi finiti all'interno della struttura stessa.

In *WinStrand* sono implementati i seguenti elementi finiti:

- Bielle
- Pilastri
- Travi
- Travi di Fondazione
- Setti
- Plinti
- Pali
- Elementi Triangolari

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

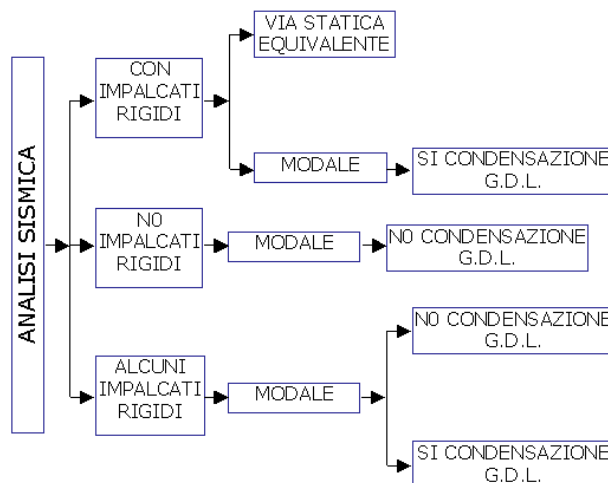
- Elementi a 4 Nodi
- Isoparametrici a 8 Nodi
- Elementi 3D con 4 nodi
- Elementi 3D con 6 nodi
- Elementi 3D con 8 nodi

Tutti questi elementi sono caratterizzati da un legame lineare spostamenti-deformazioni e presuppongono un comportamento elastico lineare del materiale costitutivo.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema strutturale sono:

- Travi: Elementi con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio.
- Pilastri: Elementi con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio.
- Elementi a quattro nodi : utilizzati nella modellazione di solette piane

Nello schema seguente si illustrano le situazioni di calcolo più ricorrenti prevedibili per un telaio da sottoporre ad analisi sismica



L'analisi condotta in questa progettazione è di tipo **Lineare modale senza condensazione dei gradi di libertà (lineare dinamica senza ipotesi di impalcati rigidi)**.

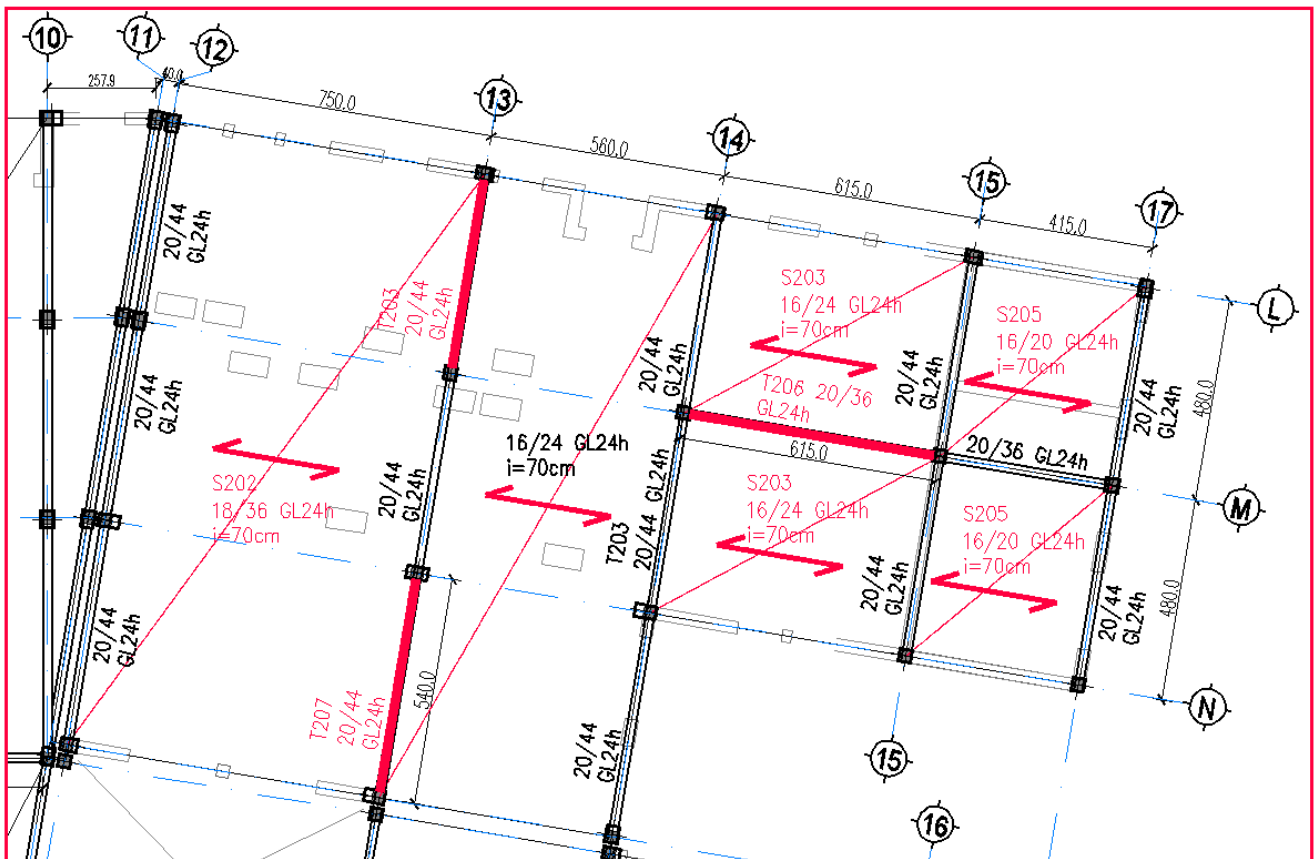
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.2.i- Criteri di verifica degli stati limite indagati, in presenza di azione sismica
TRAVI

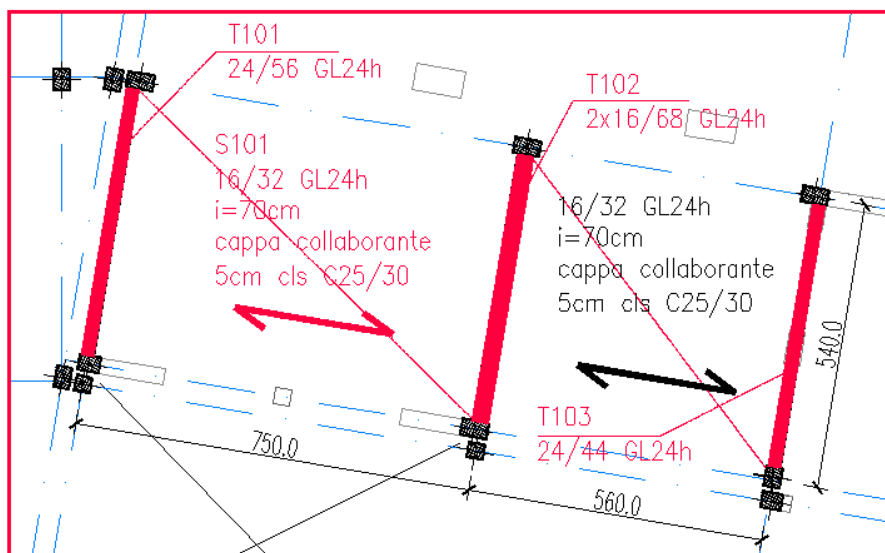
Ai fini delle verifiche di sicurezza, degli elementi lignei e relative connessioni, sono stati adottati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo e allo stato limite d'esercizio, nonché considerando l'azione sismica e la condizione eccezionale d'incendio.

Per la verifica degli elementi strutturali in legno, quali travi e travetti, sono stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Per ogni sezione lignea di riferimento, sono stati verificati gli elementi aventi maggiori sollecitazioni in base alle condizioni di sollecitazione e vincolo.

Si riepilogano di seguito gli elementi verificati. I risultati sono stati estesi agli elementi aventi sollecitazioni uguali o inferiori a quelli calcolati

Nelle schede con le verifiche degli elementi strutturali sono indicati i carichi a ml agenti sulla trave. Tali carichi sono stati ottenuti moltiplicando i carichi a mq valutati al cap.2.2.f2 per la lunghezza di influenza delle travi stesse.

COPERTURA


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
SOLAIO 1


Per la verifica delle connessioni legno-legno e legno-C.A., nella maggiore parte dei casi, sono sempre stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Le sollecitazioni di verifica sono state ricavate dall'analisi globale, considerando gli effetti sia dei carichi ordinari, sia dell'azione sismica di progetto. Per alcune connessioni, è stato previsto l'impiego di sistemi di collegamento di produzione industriale brevettati, per i quali è lo stesso produttore a fornire i valori di resistenza, in maniera ufficiale, a mezzo di benestare tecnico.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

PILASTRI

Per la verifica degli elementi è stato utilizzato un modello globale nel quale i pilastri sono ipotizzati incastrati al piede.

Riepilogo verifiche effettuate:

- verifica agli SLU e SLV – Verifica a pressoflessione deviata N/M - rapporto fra le sollecitazioni di calcolo e la resistenza ultima del pilastro, e deve essere inferiore ad 1.
- verifica agli SLU e SLV – Verifica a taglio V/T lato cls - rapporto V_{sd}/V_{rd} , che deve essere inferiore ad 1.
- verifica agli SLU e SLV – Verifica a taglio V/T acciaio - rapporto V_{sd}/V_{rd} , che deve essere inferiore ad 1.
- verifica agli SLV – verifica sismica di cui al punto 7.4.4.2.2.1 del DM 14.01.2008

- verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sul calcestruzzo
- verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sull'acciaio

- verifica agli SLE –comb. Frequenti - verifica delle tensioni sul calcestruzzo
- verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sull'acciaio

- verifica agli SLE –comb. quasi permanenti - verifica delle tensioni sul calcestruzzo
- verifica agli SLE –comb. quasi permanenti - verifica delle tensioni sull'acciaio sul calcestruzzo

- verifica agli SLE –comb. Frequente e quasi permanenti-controllo apertura delle fessure secondo i criteri esplicitati nella tabella 4.1.IV NTC08
- verifica agli SLO – verifica di cui al punto 7.3.7.2 NTC 2008 per edifici ricadenti in classe d'uso III

Nel capitolo successivo si riportano i diagrammi relativi alle deformazioni e azioni principali, mentre le verifiche numeriche saranno indicate nei tabulati che compongono il capitolo 1.2 della relazione di calcolo.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

GIUNTI

Per evitare il martellamento tra i due manufatti in contro fase è previsto un giunto sismico di dimensione pari a 10 cm.

Il capitolo 7.2.2 NTC 2008 precisa che la distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per l'SLV.

In ogni caso la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad 1/100 della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $(a_g \times S / 0,50 \times g)$. Si ha qui:

H. max = 615cm
(SLV) $a_g = 0,1873 g$
 $S = 1,426$

Spostamento max SLV = $1/100 \times H \times (a_g \times S / 0,50 \times g) = 1/100 \times 615 \times (0,1873 \times 1,426) / 0,50 = 3,29\text{cm}$

- La dimensione minima del giunto deve essere quindi : $3,29 \times 2 = 6,58\text{cm}$

All'Slv si ha, dallo studio dei cinque modelli di calcolo, che lo spostamento max. dei pilastri in corrispondenza del giunto = 1,36cm (MODELLO C, PILASTRO 193-66, COMB.5)

Il giunto ha dimensione 10cm ed è quindi sempre verificato. Il giunto è quindi efficace e le cinque unità strutturali possono essere considerate indipendenti fra loro, quindi possono essere studiate separatamente.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

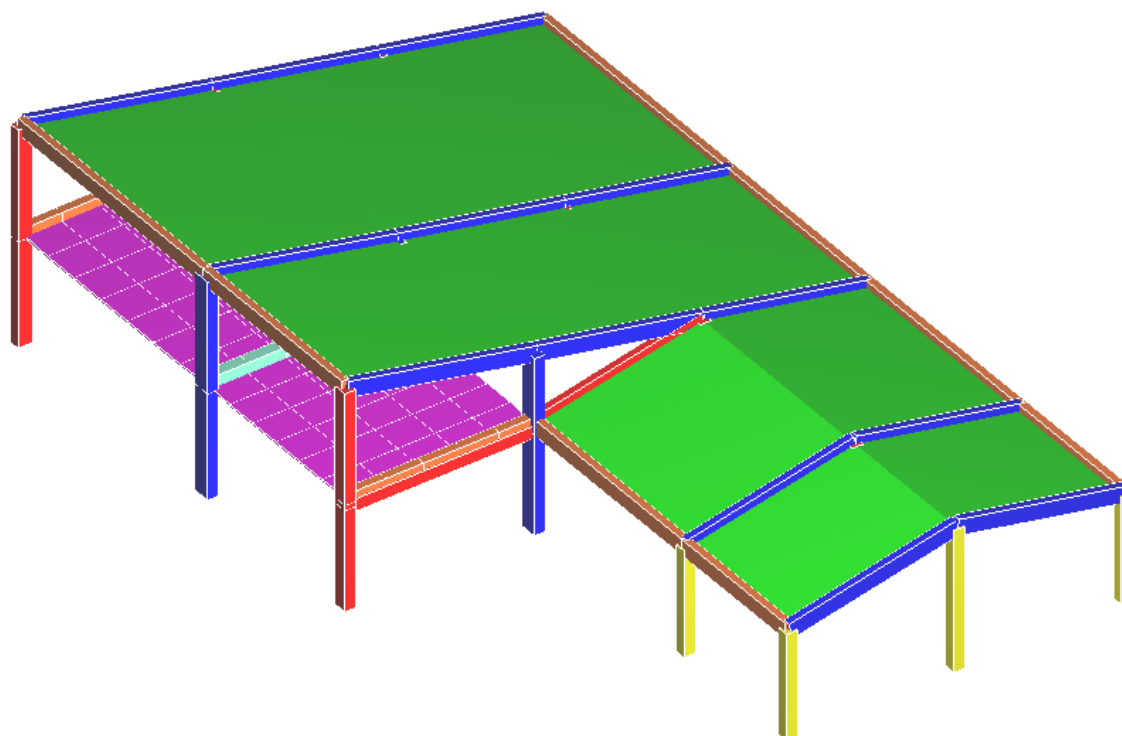
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.j- Rappresentazione della configurazione deformata e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative/ Sintesi delle verifiche di sicurezza / giudizio motivato di accettabilità dei risultati

2.2.J.1-DIAGRAMMI DI INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

SCHEMA 3D DEL MODELLO



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

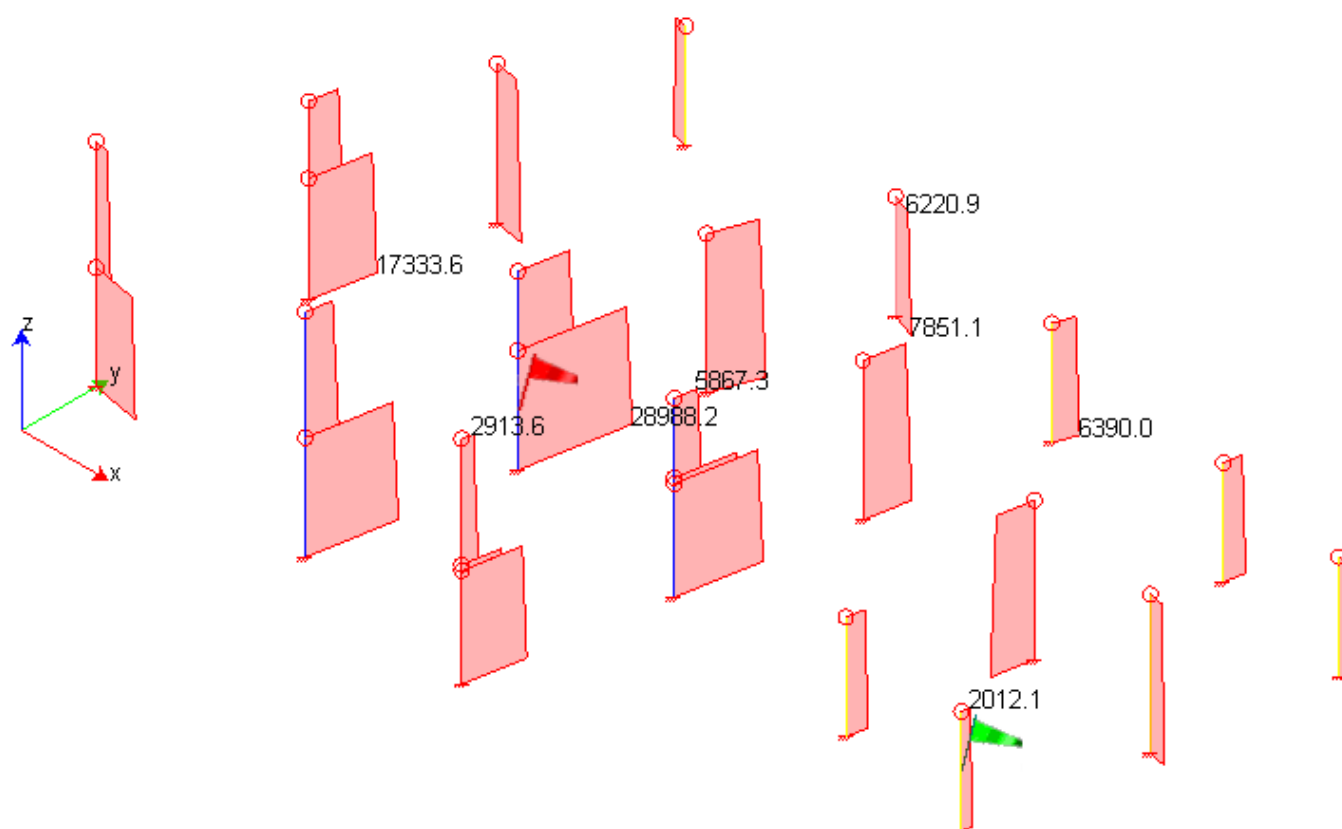
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

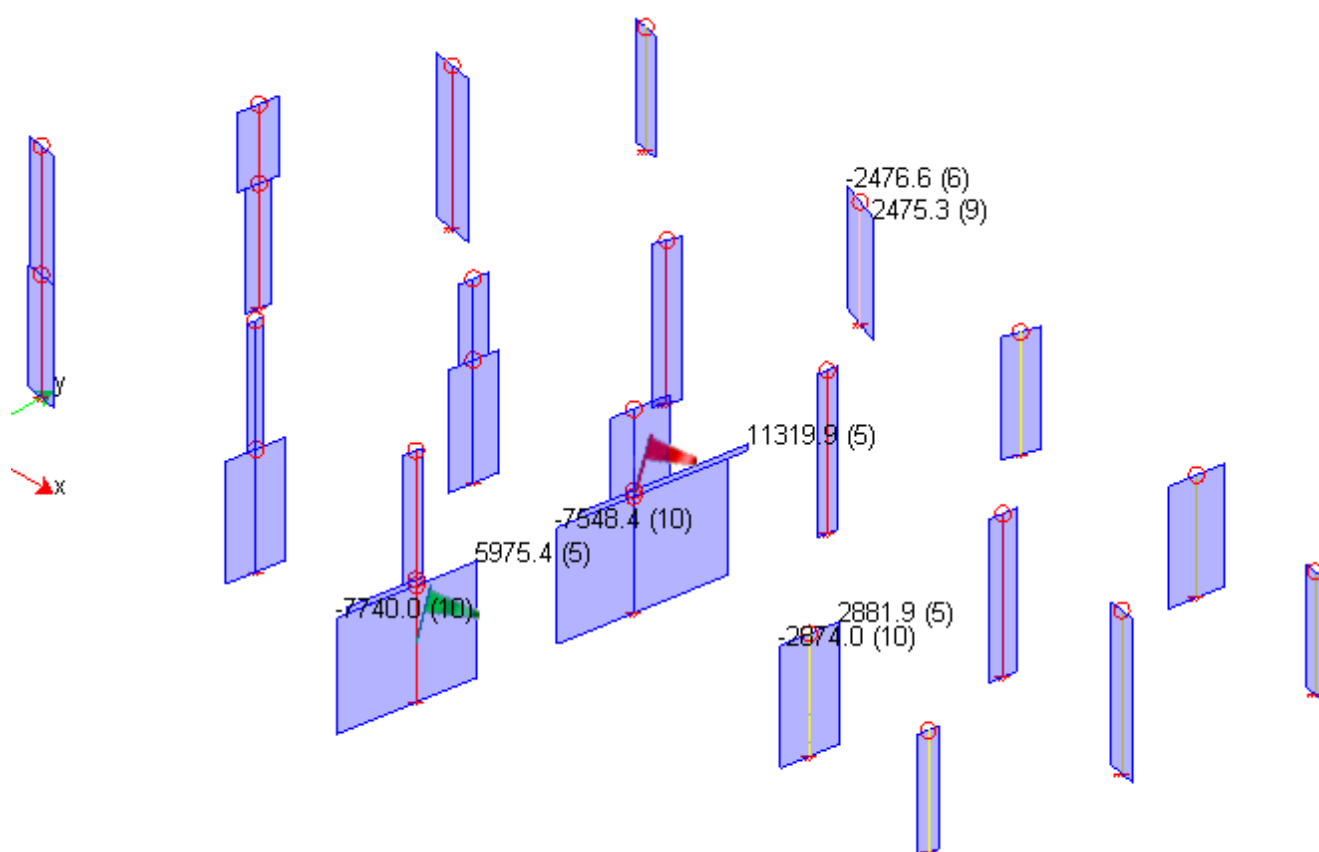
DIAGRAMMA INVILUPPO N

(unità di misura: daN)



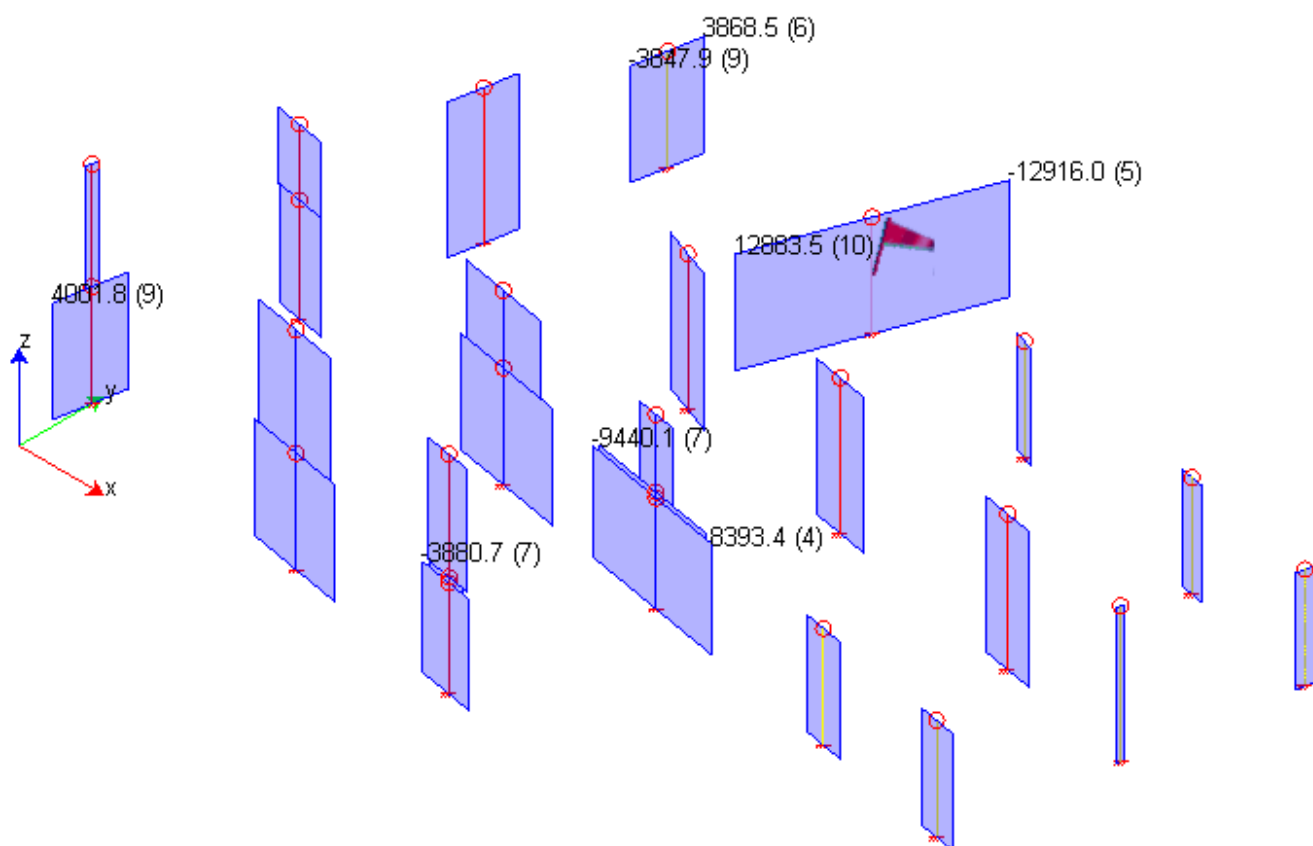
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
DIAGRAMMA INVILUPPO Tx

(unità di misura: daN)



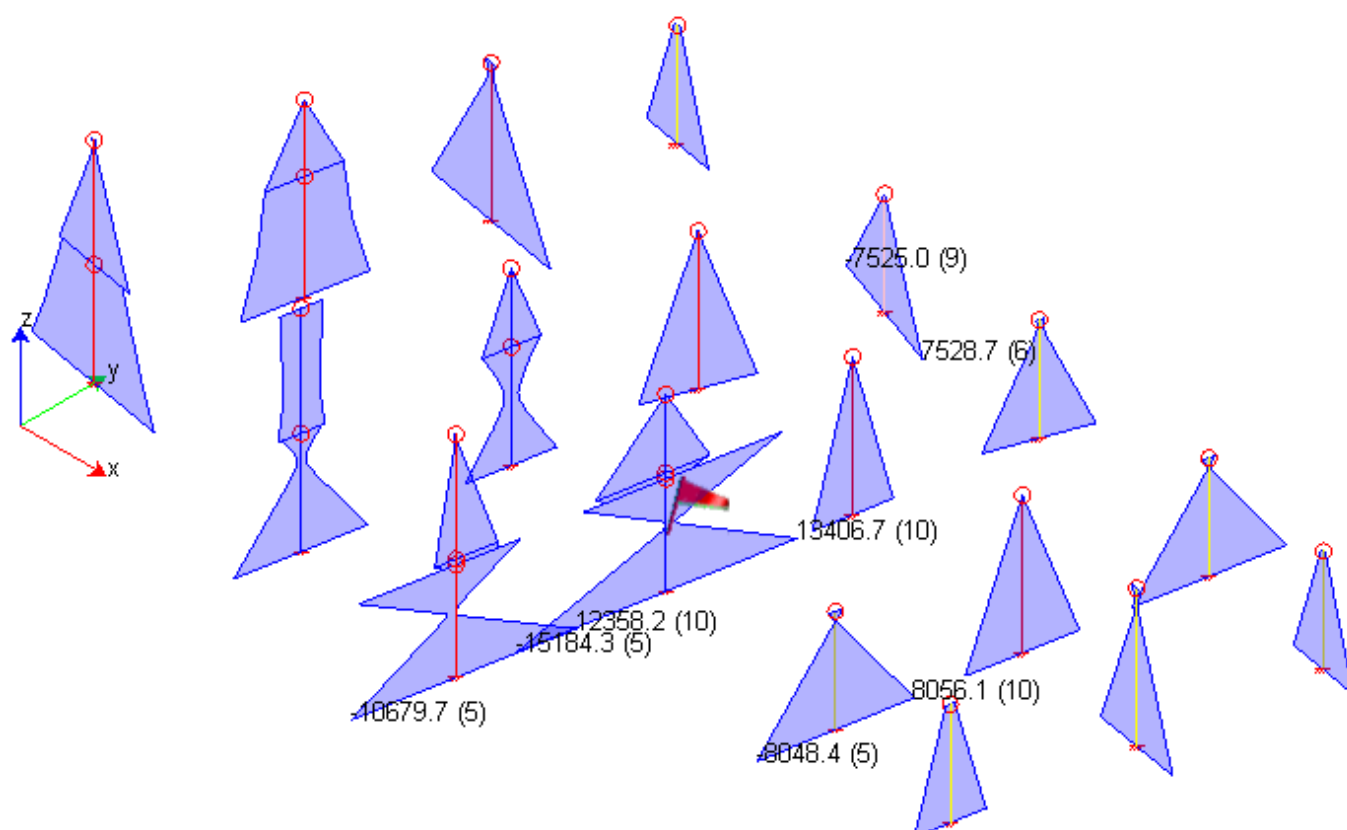
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
DIAGRAMMA INVILUPPO T_y

(unità di misura: daN)



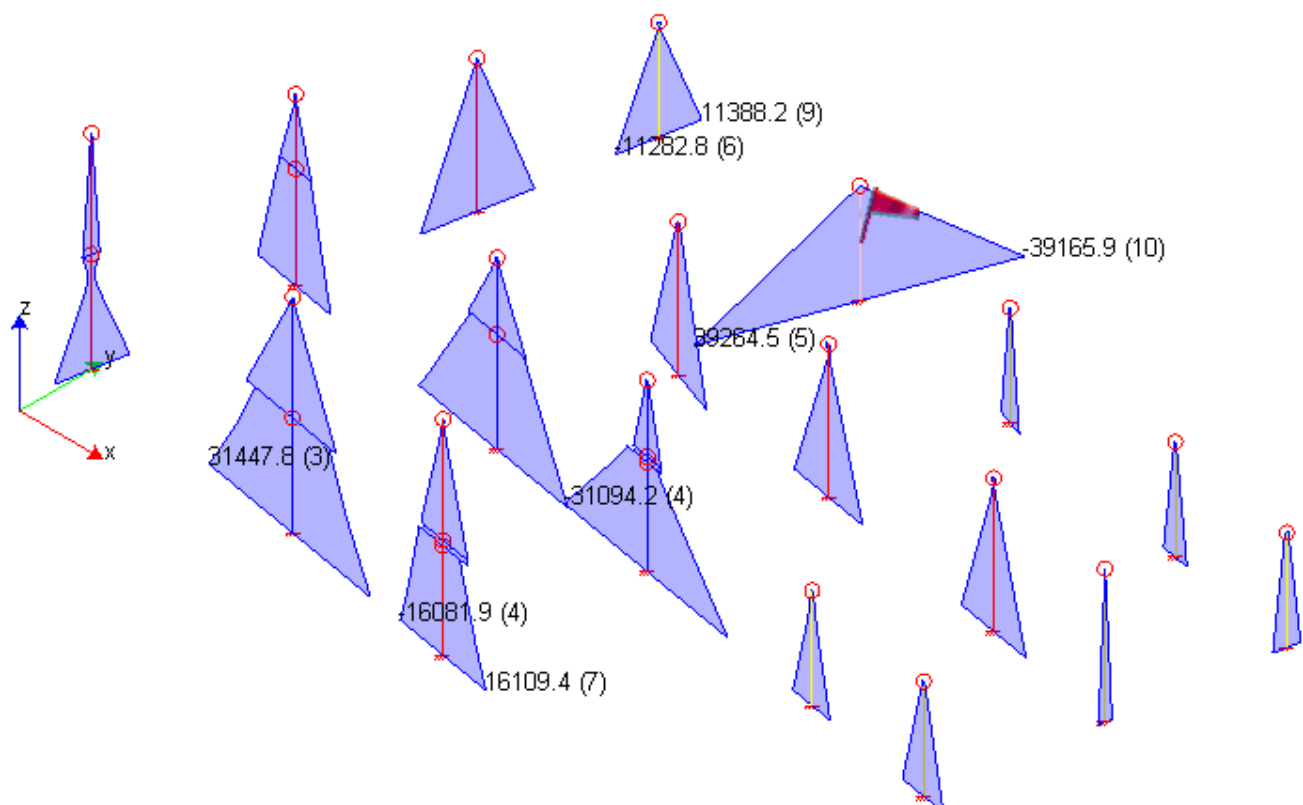
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
DIAGRAMMA INVILUPPO M_x

(unità di misura: daNm)



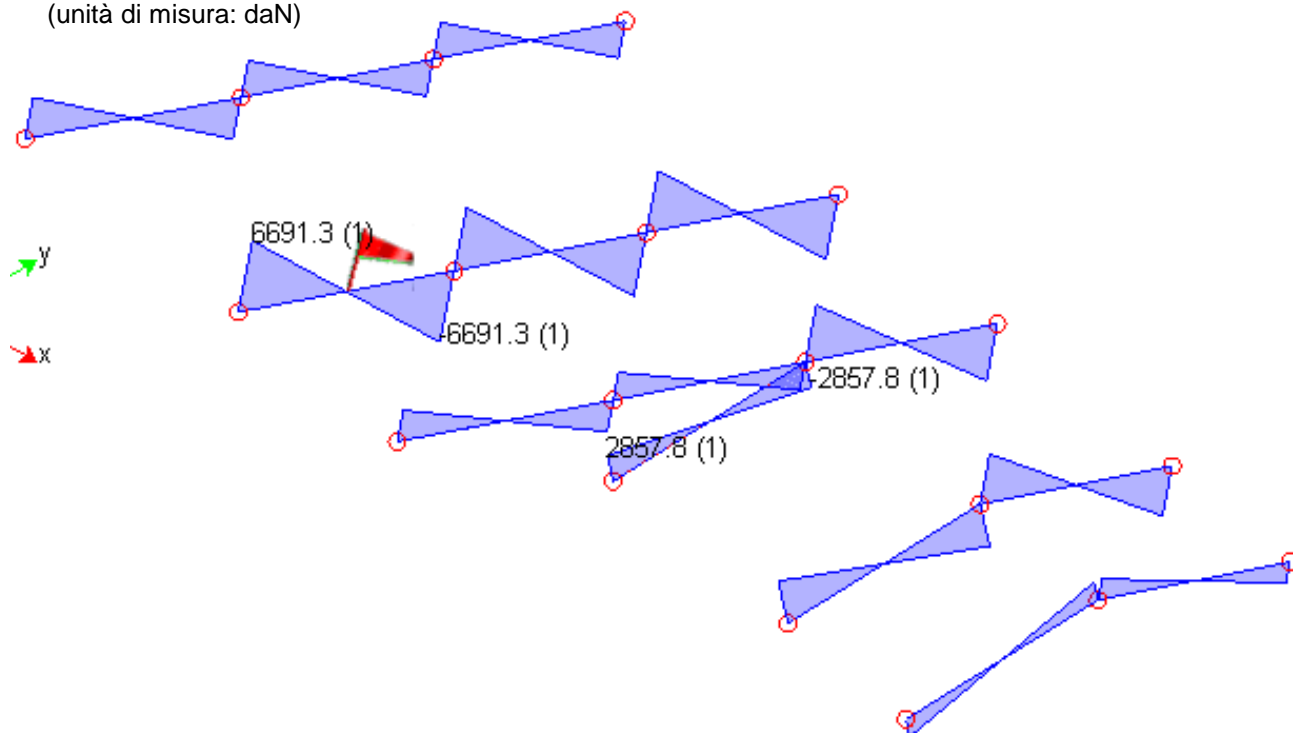
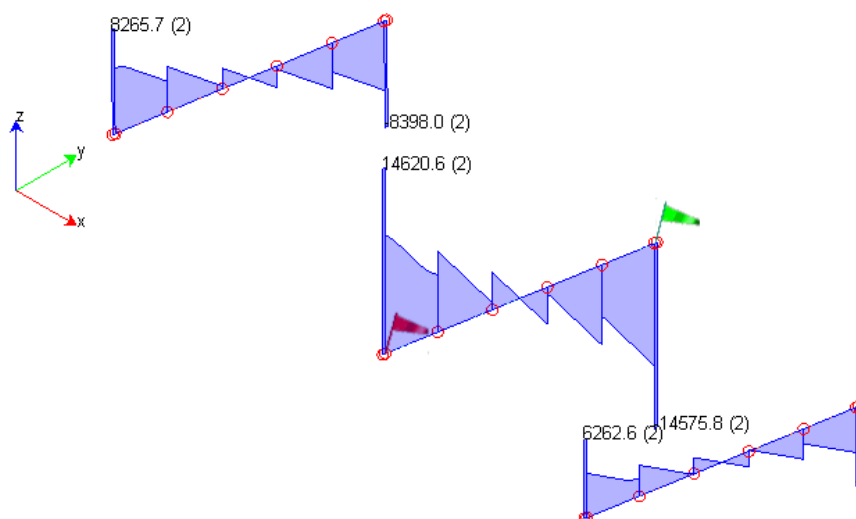
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
DIAGRAMMA INVILUPPO M_y

(unità di misura: daNm)



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
DIAGRAMMA INVILUPPO T TRAVI COPERTURA

(unità di misura: daN)


DIAGRAMMA INVILUPPO T TRAVI SOLAIO 1 (unità di misura: daN)


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

DIAGRAMMA INVILUPPO M TRAVI COPERTURA (unità di misura: daNm)

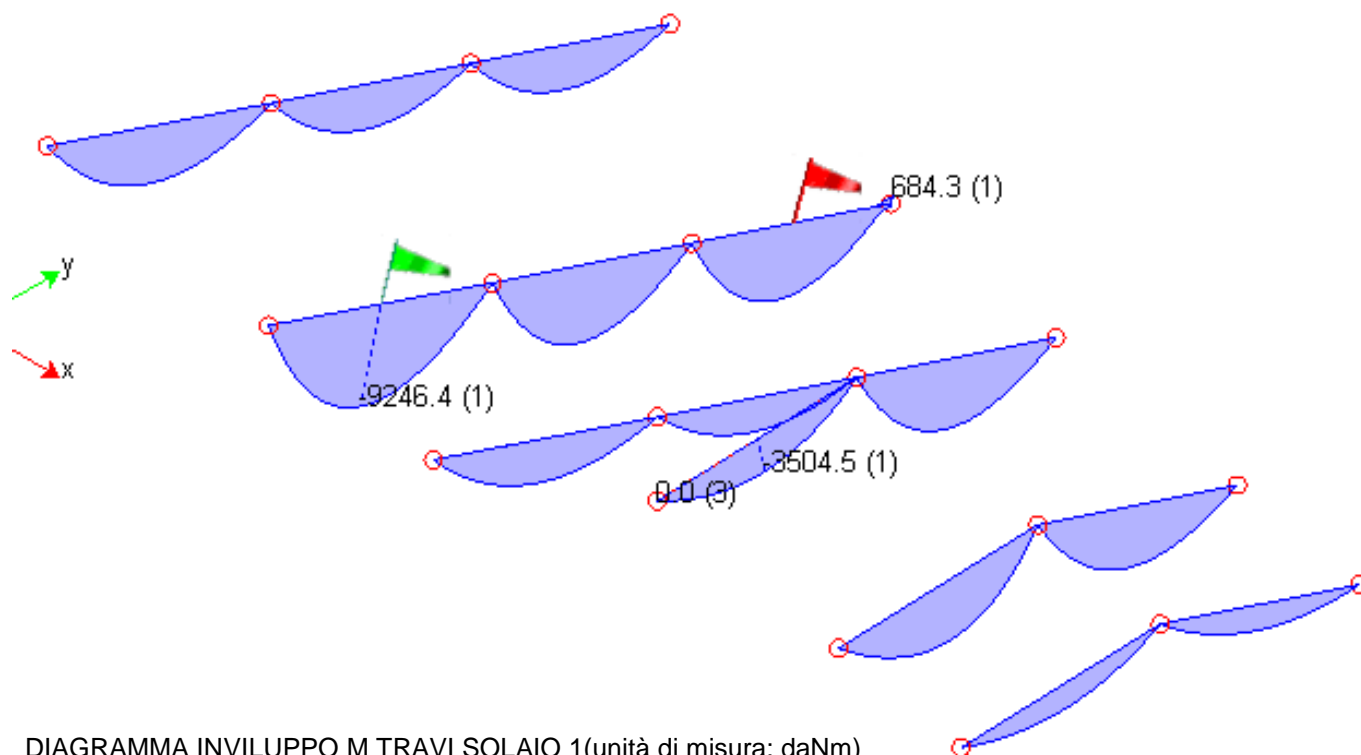
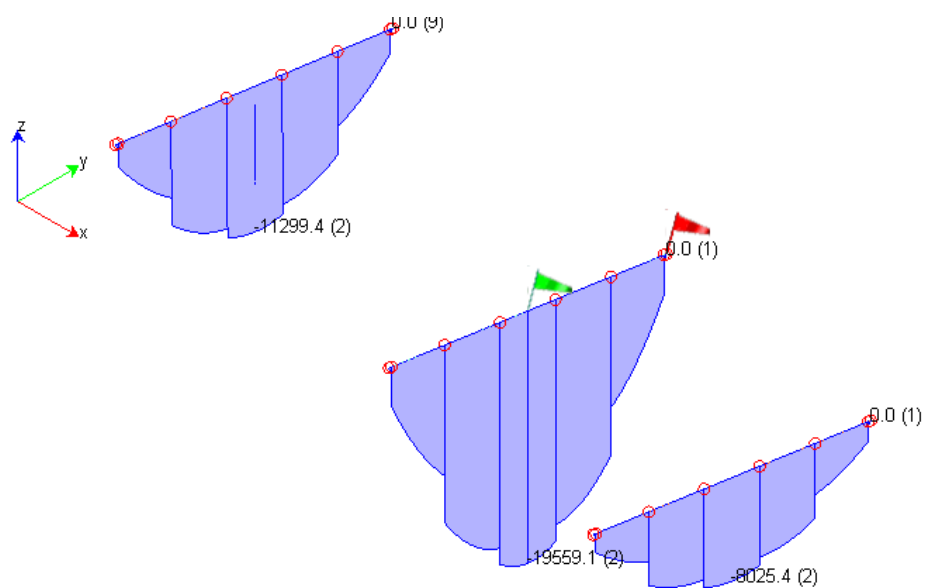
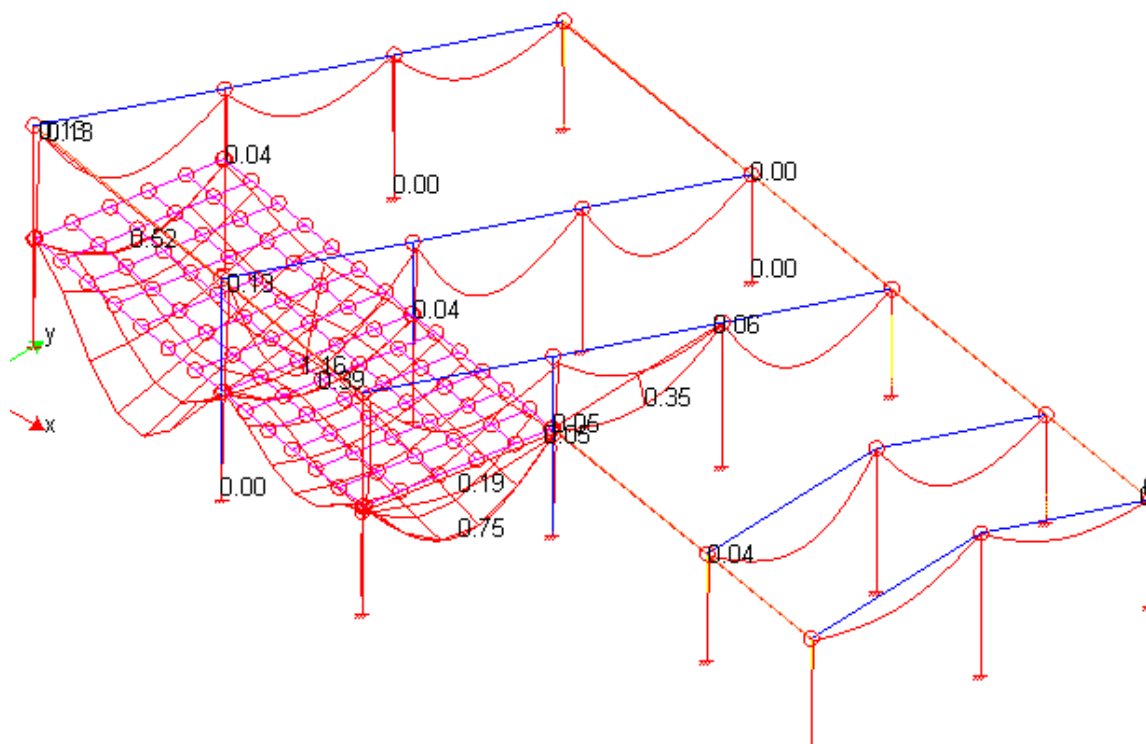
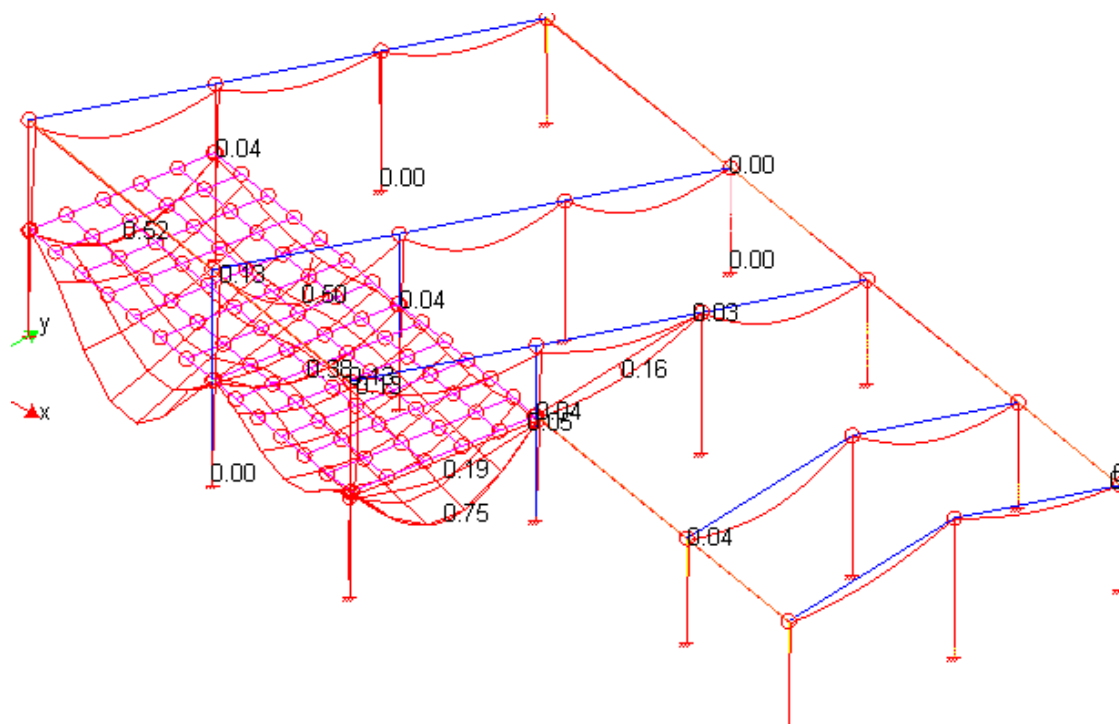


DIAGRAMMA INVILUPPO M TRAVI SOLAIO 1 (unità di misura: daNm)



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

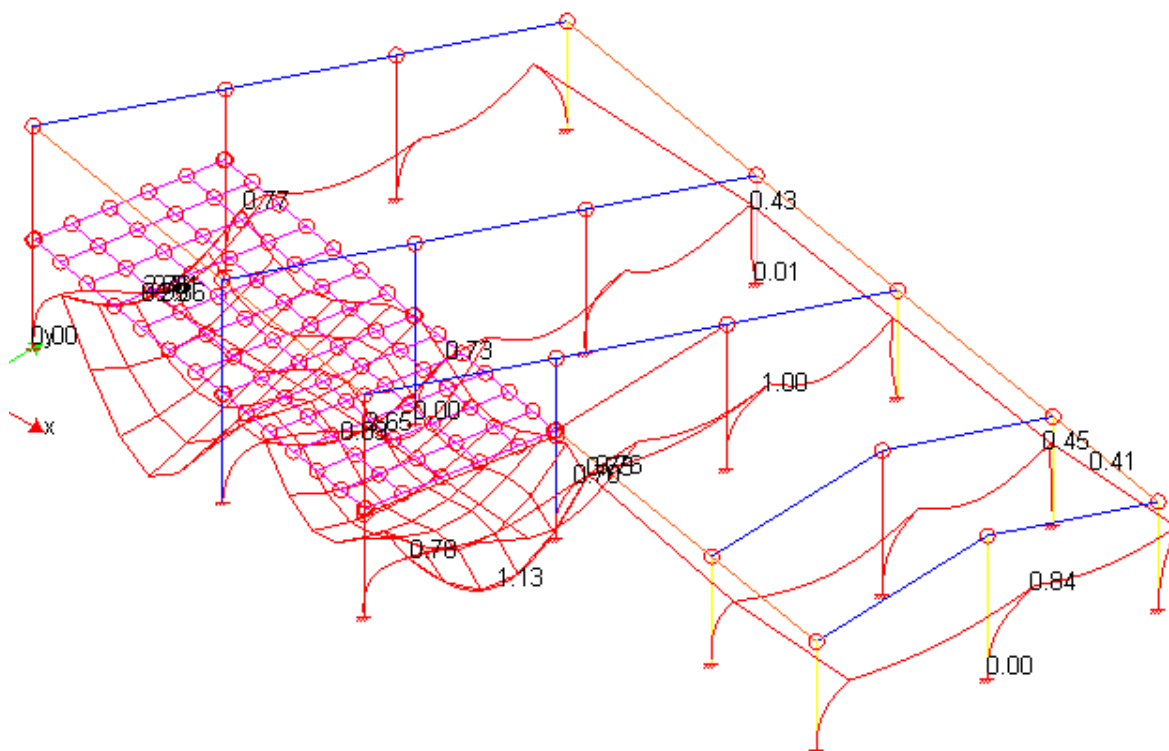
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SLE RARE - comb. 11

DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SLE FREQUENTI - comb. 14


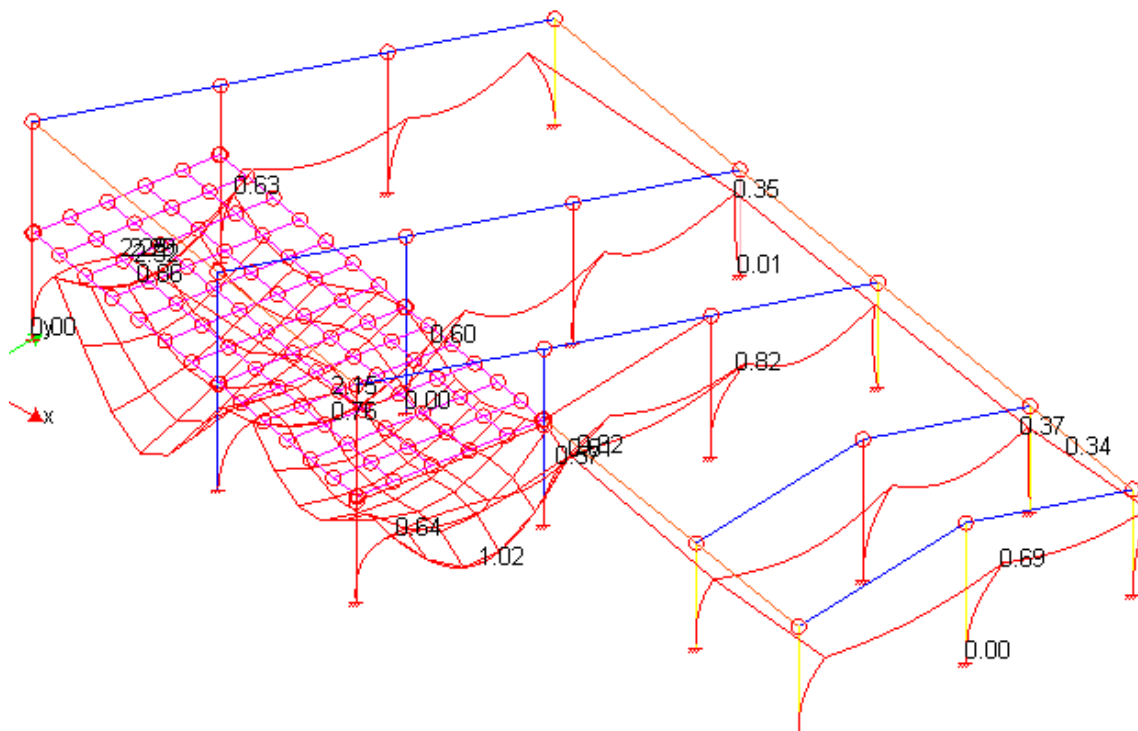
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SL DANNO - comb. 17



DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SL OPERATIVITA' - comb. 25



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.J.3-VERIFICA DEL CONTENIMENTO DEL DANNO PER ELEMENTI NON STRUTTURALI

Il D.M. 14/01/2008 al §7.3.7.2 prescrive: "Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione".

Tale condizione si può ritenere soddisfatta se risulta valida la relazione seguente in presenza dell'azione sismica di progetto allo SLD:

$d_r < d_{r,LIM} = 0.005 \cdot h$ (per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa)

dove:

- d_r : spostamento di interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore;
- h : altezza del piano.

Lo spostamento d_r viene calcolato come il rapporto tra la forza agente in mezzeria del pannello, valutata per lo SLD, e la rigidezza dello stesso, ovvero:

$$d_r = \frac{F_{a,SLD}}{k_p}$$

Dove:

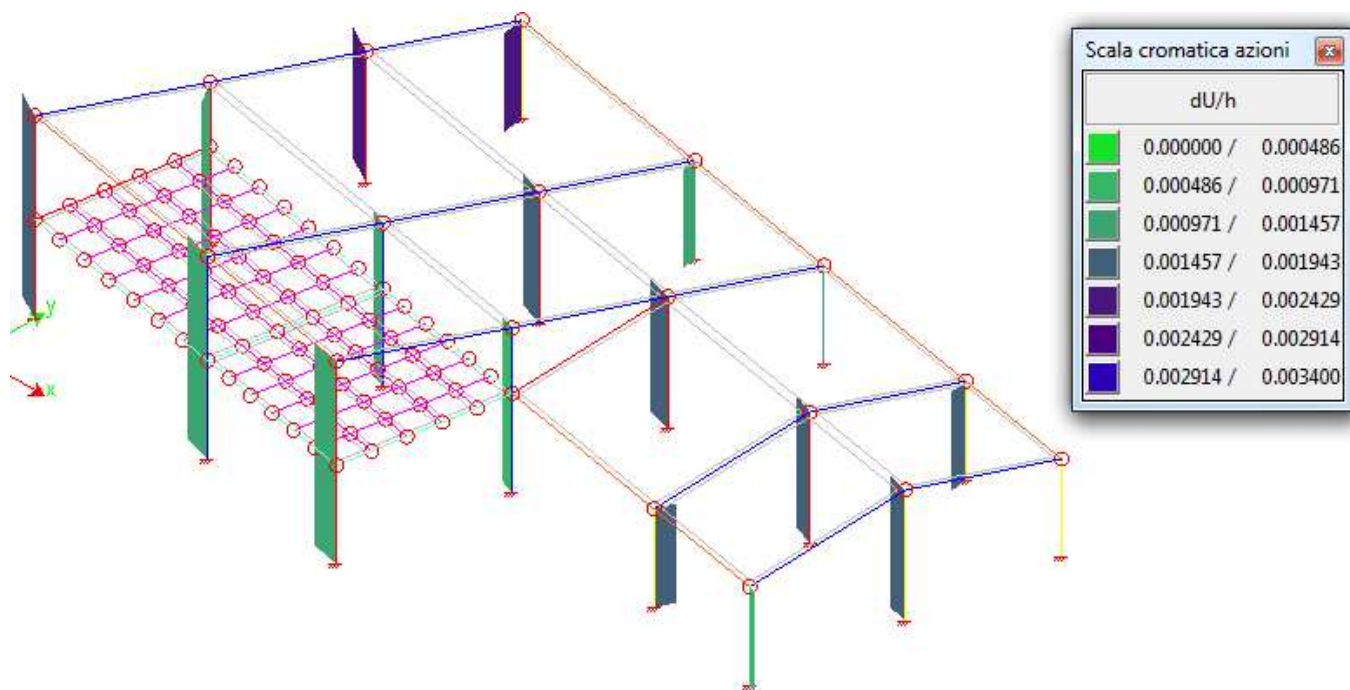
$F_{a,SLD}$ = Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

k_p = Rigidezza del pannello di tamponatura.

con la rigidezza k_p data dalla seguente relazione:

$$k_p = \frac{384}{5} \cdot \frac{EI}{h^3}$$

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione. Nel caso delle costruzioni civili ed industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO sia inferiore ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E


Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1

c 1

Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.0034 H

Comb.	Ux		Uy		Uz		Uxyz	
	Nodi	Ux [cm]	Nodi	Uy [cm]	Nodi	Uz [cm]	Nodi	Uxyz [cm]
24	73-202	0.87	68-153	0.48	83-258	0.00	73-202	0.88
25	85-247	1.01	83-258	-0.52	80-230	-0.00	83-258	1.12
26	81-137	0.23	68-153	0.75	75-198	-0.00	68-153	0.75
27	85-247	-0.60	83-258	0.79	75-198	-0.00	83-258	0.96
28	85-247	-1.01	83-258	0.52	80-230	0.00	83-258	1.12
29	73-202	-0.87	68-153	-0.48	83-258	-0.00	73-202	0.88
30	85-247	0.60	83-258	-0.79	75-198	0.00	83-258	0.96
31	81-137	-0.23	68-153	-0.75	75-198	0.00	68-153	0.75

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Spostamenti Max in direzione Ux [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
73 202	24	0.87	0.99	0.08	-0.48	-0.99	-0.87	0.48	-0.08
85 247	25	0.82	1.01	-0.05	-0.60	-1.01	-0.82	0.60	0.05
81 137	26	0.29	0.20	0.23	0.08	-0.20	-0.29	-0.08	-0.23
85 247	27	0.82	1.01	-0.05	-0.60	-1.01	-0.82	0.60	0.05
85 247	28	0.82	1.01	-0.05	-0.60	-1.01	-0.82	0.60	0.05
73 202	29	0.87	0.99	0.08	-0.48	-0.99	-0.87	0.48	-0.08
85 247	30	0.82	1.01	-0.05	-0.60	-1.01	-0.82	0.60	0.05
81 137	31	0.29	0.20	0.23	0.08	-0.20	-0.29	-0.08	-0.23

Spostamenti Max in direzione Uy [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
68 153	24	0.48	0.08	0.75	0.58	-0.08	-0.48	-0.58	-0.75
83 258	25	-0.11	-0.52	0.60	0.79	0.52	0.11	-0.79	-0.60
68 153	26	0.48	0.08	0.75	0.58	-0.08	-0.48	-0.58	-0.75
83 258	27	-0.11	-0.52	0.60	0.79	0.52	0.11	-0.79	-0.60
83 258	28	-0.11	-0.52	0.60	0.79	0.52	0.11	-0.79	-0.60
68 153	29	0.48	0.08	0.75	0.58	-0.08	-0.48	-0.58	-0.75
83 258	30	-0.11	-0.52	0.60	0.79	0.52	0.11	-0.79	-0.60
68 153	31	0.48	0.08	0.75	0.58	-0.08	-0.48	-0.58	-0.75

Spostamenti Max in direzione Uz [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
83 258	24	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
80 230	25	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
75 198	26	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75 198	27	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80 230	28	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
83 258	29	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
75 198	30	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75 198	31	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Spostamenti Max in direzione |Uxyz| [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
73 202	24	0.88	1.12	0.57	0.90	1.12	0.88	0.90	0.57
83 258	25	0.83	1.12	0.60	0.96	1.12	0.83	0.96	0.60
68 153	26	0.52	0.31	0.75	0.63	0.31	0.52	0.63	0.75
83 258	27	0.83	1.12	0.60	0.96	1.12	0.83	0.96	0.60
83 258	28	0.83	1.12	0.60	0.96	1.12	0.83	0.96	0.60
73 202	29	0.88	1.12	0.57	0.90	1.12	0.88	0.90	0.57
83 258	30	0.83	1.12	0.60	0.96	1.12	0.83	0.96	0.60
68 153	31	0.52	0.31	0.75	0.63	0.31	0.52	0.63	0.75

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 25

Fra i nodi 83 258

In direzione |Uxyz|

Spostamento 1.12

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.003400 H

du/H x 1000 Max in direzione Ux

Nodi	dx [cm]	dy [cm]	H [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
73 202	0.00	-0.00	405.00	405.00	24	2.140	2.434	0.195	-1.177	-2.434	-2.140	1.177	-0.195
85 247	0.00	0.00	624.00	624.00	25	1.307	1.619	-0.082	-0.959	-1.619	-1.307	0.959	0.082
81 137	0.00	0.00	304.00	304.00	26	0.964	0.654	0.758	0.273	-0.654	-0.964	-0.273	-0.758
85 247	0.00	0.00	624.00	624.00	27	1.307	1.619	-0.082	-0.959	-1.619	-1.307	0.959	0.082
85 247	0.00	0.00	624.00	624.00	28	1.307	1.619	-0.082	-0.959	-1.619	-1.307	0.959	0.082
73 202	0.00	-0.00	405.00	405.00	29	2.140	2.434	0.195	-1.177	-2.434	-2.140	1.177	-0.195
85 247	0.00	0.00	624.00	624.00	30	1.307	1.619	-0.082	-0.959	-1.619	-1.307	0.959	0.082
81 137	0.00	0.00	304.00	304.00	31	0.964	0.654	0.758	0.273	-0.654	-0.964	-0.273	-0.758

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
du/H x 1000 Max in direzione Uy

Nodi	dx [cm]	dy [cm]	H [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
68 153	0.00	0.00	304.00	304.00	24	1.577	0.262	2.468	1.916	-0.262	-1.577	-1.916	-2.468
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	25	-0.177	-0.841	0.954	1.259	0.841	0.177	-1.259	-0.954
68 153	0.00	0.00	304.00	304.00	26	1.577	0.262	2.468	1.916	-0.262	-1.577	-1.916	-2.468
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	27	-0.177	-0.841	0.954	1.259	0.841	0.177	-1.259	-0.954
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	28	-0.177	-0.841	0.954	1.259	0.841	0.177	-1.259	-0.954
68 153	0.00	0.00	304.00	304.00	29	1.577	0.262	2.468	1.916	-0.262	-1.577	-1.916	-2.468
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	30	-0.177	-0.841	0.954	1.259	0.841	0.177	-1.259	-0.954
68 153	0.00	0.00	304.00	304.00	31	1.577	0.262	2.468	1.916	-0.262	-1.577	-1.916	-2.468

du/H x 1000 Max in direzione Uz

Nodi	dx [cm]	dy [cm]	H [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	24	0.002	0.001	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002
80 230	0.00	0.00	506.00	506.00	25	-0.001	-0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	-0.002	-0.001
75 198	0.00	0.00	405.00	405.00	26	-0.002	-0.000	-0.004	-0.003	0.000	0.002	0.003	0.004
75 198	0.00	0.00	405.00	405.00	27	-0.002	-0.000	-0.004	-0.003	0.000	0.002	0.003	0.004
80 230	0.00	0.00	506.00	506.00	28	-0.001	-0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	-0.002	-0.001
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	29	0.002	0.001	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002
75 198	0.00	0.00	405.00	405.00	30	-0.002	-0.000	-0.004	-0.003	0.000	0.002	0.003	0.004
75 198	0.00	0.00	405.00	405.00	31	-0.002	-0.000	-0.004	-0.003	0.000	0.002	0.003	0.004

du/H x 1000 Max in direzione |Uxyz|

Nodi	dx [cm]	dy [cm]	H [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
73 202	0.00	-0.00	405.00	405.00	24	2.162	2.754	1.410	2.213	2.754	2.162	2.213	1.410
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	25	1.337	1.795	0.954	1.531	1.795	1.337	1.531	0.954
68 153	0.00	0.00	304.00	304.00	26	1.712	1.010	2.483	2.063	1.010	1.712	2.063	2.483
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	27	1.337	1.795	0.954	1.531	1.795	1.337	1.531	0.954
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	28	1.337	1.795	0.954	1.531	1.795	1.337	1.531	0.954
73 202	0.00	-0.00	405.00	405.00	29	2.162	2.754	1.410	2.213	2.754	2.162	2.213	1.410
83 258	0.00	0.00	624.00	624.00	30	1.337	1.795	0.954	1.531	1.795	1.337	1.531	0.954
68 153	0.00	0.00	304.00	304.00	31	1.712	1.010	2.483	2.063	1.010	1.712	2.063	2.483

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.2.J.4-EFFETTI DEL II ORDINE

Secondo il cap.7.3.1.NTC08, le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ .

In particolare, per le costruzioni civili ed industriali, esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = (P \cdot d_r) / (V \cdot h) < 0,1$$

dove:

P=carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame

Dr=spostamento orizzontale medio di interpiano

V=forza orizzontale totale in corrispondenza

H= distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante

Per i fabbricati oggetto di studio si ha sempre $\theta < 0,1$, sia per gli SLD che per gli SLV, quindi le non linearità geometriche possono essere trascurate. Si riporta di seguito il calcolo del fattore θ per tutte le combinazioni sismiche.

Valutazione Effetti NON-Linearità Pdr/Vh - SLV

$$V_x \theta_x = P \cdot d_{r,x} / h$$

$$V_y \theta_y = P \cdot d_{r,y} / h$$

$$V \theta = P \cdot d_r / h \text{ dove: } d_r = \sqrt{d_{r,x}^2 + d_{r,y}^2}$$

Controllo combinazioni 3 .. 10

Fattore di struttura 1.50

Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione U= $\sqrt{d_{r,1-22} + d_{r,1-32}}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	θ
1	194-77	9	4.05	1262.7	471.3	2.7	0.87	0.0057
2	144-78	5	3.09	8350.2	515.5	33.5	1.24	0.0651
3	142-79	5	3.04	14070.2	2671.8	52.6	1.14	0.0197

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

4	151-69	4	3.04	1828.8	2504.4	6.0	1.00	0.0024
---	--------	---	------	--------	--------	-----	------	--------

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione $U=\sqrt{dr,1-22+dr,1-32}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	Θ
1	136-82	3	3.04	631.6	2522.1	3.4	1.63	0.0013
		4	3.04	631.6	2168.8	3.1	1.49	0.0014
		5	3.04	631.6	1721.5	2.2	1.08	0.0013
		6	3.04	631.6	1056.6	1.6	0.78	0.0015
		7	3.04	631.6	1977.5	2.8	1.36	0.0014
		8	3.04	631.6	2330.5	3.1	1.51	0.0013
		9	3.04	631.6	1071.0	1.7	0.82	0.0016
		10	3.04	631.6	1574.1	2.1	0.99	0.0013
1	137-81	3	3.04	1422.6	2374.6	7.8	1.68	0.0033
		4	3.04	1422.6	2646.2	7.6	1.61	0.0029
		5	3.04	1422.6	2888.0	8.9	1.90	0.0031
		6	3.04	1422.6	3063.1	8.5	1.81	0.0028
		7	3.04	1422.6	2461.9	7.0	1.49	0.0028
		8	3.04	1422.6	2192.9	7.3	1.56	0.0033
		9	3.04	1422.6	3135.8	8.6	1.84	0.0028
		10	3.04	1422.6	2874.0	8.7	1.87	0.0030
1	194-77	3	4.05	1262.7	1474.7	6.4	2.06	0.0044
		4	4.05	1262.7	1328.8	6.1	1.95	0.0046
		5	4.05	1262.7	794.3	3.4	1.09	0.0043
		6	4.05	1262.7	471.0	2.7	0.86	0.0057
		7	4.05	1262.7	1328.8	6.0	1.94	0.0045
		8	4.05	1262.7	1474.8	6.4	2.04	0.0043
		9	4.05	1262.7	471.3	2.7	0.87	0.0057
		10	4.05	1262.7	794.5	3.4	1.08	0.0042
1	145-72	3	3.04	631.6	935.5	1.2	0.57	0.0013
		4	3.04	631.6	1373.5	1.9	0.94	0.0014
		5	3.04	631.6	1150.5	1.5	0.73	0.0013
		6	3.04	631.6	1528.7	2.2	1.04	0.0014
		7	3.04	631.6	1374.8	1.9	0.94	0.0014
		8	3.04	631.6	936.0	1.2	0.57	0.0013
		9	3.04	631.6	1527.1	2.2	1.04	0.0014
		10	3.04	631.6	1148.9	1.5	0.73	0.0013
1	146-71	3	3.04	1423.1	1161.0	4.4	0.93	0.0038

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		4	3.04	1423.1	1632.3	4.2	0.90	0.0026
		5	3.04	1423.1	2817.7	8.6	1.85	0.0031
		6	3.04	1423.1	3041.6	8.6	1.83	0.0028
		7	3.04	1423.1	1631.0	4.2	0.90	0.0026
		8	3.04	1423.1	1163.0	4.4	0.93	0.0038
		9	3.04	1423.1	3044.0	8.6	1.84	0.0028
		10	3.04	1423.1	2820.3	8.7	1.85	0.0031
1	149-70	3	3.04	1619.8	1373.4	4.5	0.84	0.0033
		4	3.04	1619.8	1408.4	5.1	0.95	0.0036
		5	3.04	1619.8	1993.0	6.6	1.24	0.0033
		6	3.04	1619.8	2037.6	7.0	1.32	0.0034
		7	3.04	1619.8	1421.8	5.0	0.95	0.0035
		8	3.04	1619.8	1311.8	4.5	0.84	0.0034
		9	3.04	1619.8	1957.5	7.1	1.33	0.0036
		10	3.04	1619.8	1901.0	6.7	1.25	0.0035
1	153-68	3	3.04	1065.0	890.9	3.1	0.89	0.0035
		4	3.04	1065.0	2601.2	5.6	1.60	0.0022
		5	3.04	1065.0	3193.6	7.7	2.20	0.0024
		6	3.04	1065.0	4028.7	8.9	2.55	0.0022
		7	3.04	1065.0	2619.4	5.5	1.57	0.0021
		8	3.04	1065.0	895.0	3.1	0.90	0.0035
		9	3.04	1065.0	4008.6	9.1	2.60	0.0023
		10	3.04	1065.0	3173.0	7.8	2.24	0.0025
2	247-130	3	3.20	847.6	2834.3	11.8	4.44	0.0042
		4	3.20	847.6	2131.1	10.8	4.08	0.0051
		5	3.20	847.6	2096.9	5.2	1.98	0.0025
		6	3.20	847.6	1225.9	1.4	0.51	0.0011
		7	3.20	847.6	2460.6	10.1	3.82	0.0041
		8	3.20	847.6	3022.5	11.1	4.18	0.0037
		9	3.20	847.6	652.4	2.1	0.78	0.0032
		10	3.20	847.6	2025.9	4.5	1.72	0.0022
2	130-177	3	0.15	5915.7	3313.6	66.7	0.17	0.0201
		4	0.15	5915.7	5033.5	62.0	0.16	0.0123
		5	0.15	5915.7	1215.3	33.3	0.08	0.0274
		6	0.15	5915.7	970.5	17.7	0.04	0.0182
		7	0.15	5915.7	2502.3	54.7	0.14	0.0219
		8	0.15	5915.7	4254.7	58.6	0.15	0.0138
		9	0.15	5915.7	6811.6	17.7	0.04	0.0026
		10	0.15	5915.7	6583.9	23.5	0.06	0.0036
2	177-85	3	2.89	9988.9	3673.2	62.8	1.82	0.0171

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		4	2.89	9988.9	3030.4	59.2	1.71	0.0195
		5	2.89	9988.9	6019.6	44.6	1.29	0.0074
		6	2.89	9988.9	5455.7	37.7	1.09	0.0069
		7	2.89	9988.9	3989.6	55.3	1.60	0.0139
		8	2.89	9988.9	5672.4	58.9	1.70	0.0104
		9	2.89	9988.9	6772.6	39.1	1.13	0.0058
		10	2.89	9988.9	7743.7	42.6	1.23	0.0055
2	258-135	3	3.20	1200.9	1411.3	16.6	4.43	0.0118
		4	3.20	1200.9	1829.7	16.1	4.30	0.0088
		5	3.20	1200.9	284.3	8.4	2.24	0.0295
		6	3.20	1200.9	1187.2	6.7	1.78	0.0056
		7	3.20	1200.9	1811.4	15.1	4.03	0.0083
		8	3.20	1200.9	1395.1	15.6	4.16	0.0112
		9	3.20	1200.9	1208.9	7.3	1.94	0.0060
		10	3.20	1200.9	314.7	7.7	2.05	0.0245
2	135-83	3	3.04	7574.5	2023.1	46.3	1.86	0.0229
		4	3.04	7574.5	3327.4	48.7	1.96	0.0146
		5	3.04	7574.5	2901.9	26.0	1.04	0.0089
		6	3.04	7574.5	3872.3	28.5	1.14	0.0074
		7	3.04	7574.5	3221.4	45.6	1.83	0.0142
		8	3.04	7574.5	1989.9	43.2	1.73	0.0217
		9	3.04	7574.5	4006.8	30.4	1.22	0.0076
		10	3.04	7574.5	3038.4	24.8	1.00	0.0082
2	224-144	3	1.97	2261.6	3484.2	25.1	2.18	0.0072
		4	1.97	2261.6	2192.7	23.3	2.03	0.0106
		5	1.97	2261.6	3255.4	20.3	1.77	0.0062
		6	1.97	2261.6	1809.2	17.6	1.54	0.0098
		7	1.97	2261.6	2191.1	21.9	1.91	0.0100
		8	1.97	2261.6	3479.4	23.7	2.06	0.0068
		9	1.97	2261.6	1798.5	18.0	1.57	0.0100
		10	1.97	2261.6	3247.6	19.6	1.71	0.0060
2	144-78	3	3.09	8350.2	2828.9	47.7	1.77	0.0169
		4	3.09	8350.2	3463.7	45.2	1.67	0.0131
		5	3.09	8350.2	515.5	33.5	1.24	0.0651
		6	3.09	8350.2	1890.9	28.5	1.06	0.0151
		7	3.09	8350.2	3179.7	41.9	1.55	0.0132
		8	3.09	8350.2	2540.8	44.4	1.64	0.0175
		9	3.09	8350.2	2158.1	29.6	1.09	0.0137
		10	3.09	8350.2	563.3	31.8	1.18	0.0564
2	195-76	3	4.05	2847.7	3209.1	14.8	2.10	0.0046

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		4	4.05	2847.7	3074.5	14.7	2.09	0.0048
		5	4.05	2847.7	1839.7	13.2	1.88	0.0072
		6	4.05	2847.7	1592.3	13.1	1.86	0.0082
		7	4.05	2847.7	3074.0	14.7	2.08	0.0048
		8	4.05	2847.7	3209.7	14.7	2.09	0.0046
		9	4.05	2847.7	1595.8	13.2	1.87	0.0082
		10	4.05	2847.7	1842.8	13.2	1.88	0.0072
2	198-75	3	4.05	3164.2	3491.5	17.4	2.22	0.0050
		4	4.05	3164.2	3231.2	17.1	2.19	0.0053
		5	4.05	3164.2	1700.2	10.7	1.37	0.0063
		6	4.05	3164.2	1066.1	10.2	1.31	0.0096
		7	4.05	3164.2	3231.1	16.9	2.17	0.0052
		8	4.05	3164.2	3493.1	17.2	2.20	0.0049
		9	4.05	3164.2	1074.2	10.4	1.33	0.0096
		10	4.05	3164.2	1706.2	10.7	1.37	0.0063
2	199-74	3	4.05	3526.3	3013.9	20.3	2.33	0.0067
		4	4.05	3526.3	3400.3	19.5	2.24	0.0057
		5	4.05	3526.3	1360.8	15.7	1.81	0.0116
		6	4.05	3526.3	2081.4	14.6	1.68	0.0070
		7	4.05	3526.3	3400.6	19.4	2.23	0.0057
		8	4.05	3526.3	3013.9	20.3	2.33	0.0067
		9	4.05	3526.3	2080.6	14.6	1.68	0.0070
		10	4.05	3526.3	1359.9	15.7	1.80	0.0115
2	202-73	3	4.05	2119.0	2173.0	13.5	2.59	0.0062
		4	4.05	2119.0	3147.3	15.1	2.89	0.0048
		5	4.05	2119.0	3028.2	12.0	2.29	0.0040
		6	4.05	2119.0	3766.1	13.6	2.61	0.0036
		7	4.05	2119.0	3104.0	15.0	2.86	0.0048
		8	4.05	2119.0	2169.1	13.5	2.58	0.0062
		9	4.05	2119.0	3827.5	13.9	2.65	0.0036
		10	4.05	2119.0	3090.4	12.2	2.33	0.0039
3	132-251	3	3.20	2010.3	5559.8	28.2	4.48	0.0051
		4	3.20	2010.3	4503.8	26.0	4.14	0.0058
		5	3.20	2010.3	3423.8	13.4	2.14	0.0039
		6	3.20	2010.3	694.6	6.4	1.02	0.0092
		7	3.20	2010.3	4178.9	24.3	3.87	0.0058
		8	3.20	2010.3	5236.6	26.5	4.21	0.0051
		9	3.20	2010.3	561.3	7.5	1.19	0.0133
		10	3.20	2010.3	3108.4	11.9	1.89	0.0038
3	84-132	3	3.04	12761.0	6260.1	80.0	1.91	0.0128

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		4	3.04	12761.0	5196.1	77.1	1.84	0.0148
		5	3.04	12761.0	4748.9	45.0	1.07	0.0095
		6	3.04	12761.0	3062.5	36.8	0.88	0.0120
		7	3.04	12761.0	4694.4	72.0	1.71	0.0153
		8	3.04	12761.0	5725.7	74.8	1.78	0.0131
		9	3.04	12761.0	2945.6	39.0	0.93	0.0132
		10	3.04	12761.0	4294.2	41.5	0.99	0.0097
3	230-140	3	2.02	1881.8	2663.3	17.4	1.87	0.0065
		4	2.02	1881.8	1975.0	15.3	1.65	0.0078
		5	2.02	1881.8	2783.5	9.1	0.98	0.0033
		6	2.02	1881.8	1769.3	1.7	0.18	0.0009
		7	2.02	1881.8	2014.7	13.4	1.44	0.0067
		8	2.02	1881.8	3385.0	15.5	1.66	0.0046
		9	2.02	1881.8	3076.1	2.9	0.31	0.0009
		10	2.02	1881.8	3929.0	7.3	0.79	0.0019
3	140-178	3	0.15	7657.4	10396.7	66.7	0.13	0.0064
		4	0.15	7657.4	8373.0	61.4	0.12	0.0073
		5	0.15	7657.4	11329.7	35.9	0.07	0.0032
		6	0.15	7657.4	10535.4	17.1	0.03	0.0016
		7	0.15	7657.4	8652.8	53.4	0.10	0.0062
		8	0.15	7657.4	7618.4	60.3	0.12	0.0079
		9	0.15	7657.4	5141.0	26.9	0.05	0.0052
		10	0.15	7657.4	5496.5	34.6	0.07	0.0063
3	178-80	3	2.89	11862.6	8948.8	63.8	1.55	0.0071
		4	2.89	11862.6	8447.2	62.0	1.51	0.0073
		5	2.89	11862.6	9373.5	51.5	1.26	0.0055
		6	2.89	11862.6	9572.4	47.8	1.17	0.0050
		7	2.89	11862.6	9479.5	57.5	1.40	0.0061
		8	2.89	11862.6	8874.2	59.1	1.44	0.0067
		9	2.89	11862.6	7482.9	48.9	1.19	0.0065
		10	2.89	11862.6	7574.8	49.3	1.20	0.0065
3	222-142	3	2.02	3790.5	5605.8	40.1	2.14	0.0071
		4	2.02	3790.5	3819.2	36.4	1.94	0.0095
		5	2.02	3790.5	4441.8	25.4	1.35	0.0057
		6	2.02	3790.5	1701.8	17.9	0.95	0.0105
		7	2.02	3790.5	3814.0	34.3	1.83	0.0090
		8	2.02	3790.5	5597.9	38.0	2.02	0.0068
		9	2.02	3790.5	1682.9	18.5	0.99	0.0110
		10	2.02	3790.5	4430.2	23.9	1.27	0.0054
3	142-79	3	3.04	14070.2	6513.4	79.5	1.72	0.0122

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		4	3.04	14070.2	7232.3	73.5	1.59	0.0102
		5	3.04	14070.2	2671.8	52.6	1.14	0.0197
		6	3.04	14070.2	3612.4	40.5	0.88	0.0112
		7	3.04	14070.2	6385.9	68.1	1.47	0.0107
		8	3.04	14070.2	5689.0	74.0	1.60	0.0130
		9	3.04	14070.2	4328.2	41.8	0.90	0.0097
		10	3.04	14070.2	2519.3	48.9	1.06	0.0194
4	151-69	3	3.04	1828.8	6824.0	5.1	0.85	0.0007
		4	3.04	1828.8	2504.4	6.0	1.00	0.0024
		5	3.04	1828.8	12985.9	9.2	1.53	0.0007
		6	3.04	1828.8	11336.4	9.8	1.62	0.0009
		7	3.04	1828.8	2512.1	6.0	1.00	0.0024
		8	3.04	1828.8	6792.4	5.1	0.84	0.0007
		9	3.04	1828.8	11304.5	9.7	1.62	0.0009
		10	3.04	1828.8	12953.5	9.2	1.53	0.0007

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Valutazione Effetti NON-Lineari Pdr/Vh -SLD

$$V_x \Theta_x = P \, dr_{,x} / h$$

$$V_y \Theta_y = P \, dr_{,y} / h$$

$$V \Theta = P \, dr / h \text{ dove: } dr = \sqrt{dr_{,x}^2 + dr_{,y}^2}$$

Controllo combinazioni 16 .. 23

Fattore di struttura 1.50

 Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione $U = \sqrt{dr_{,1-22} + dr_{,1-32}}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	Θ
1	194-77	22	4.05	1262.7	327.2	1.9	0.60	0.0057
2	144-78	18	3.09	8350.2	352.0	23.5	0.87	0.0666
3	142-79	18	3.04	14070.2	1890.1	36.9	0.80	0.0195
4	151-69	17	3.04	1828.8	1737.7	4.2	0.70	0.0024

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione $U = \sqrt{dr_{,1-22} + dr_{,1-32}}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	Θ
1	136-82	16	3.04	631.6	1744.0	2.3	1.13	0.0013
		17	3.04	631.6	1498.8	2.1	1.03	0.0014
		18	3.04	631.6	1209.9	1.6	0.76	0.0013
		19	3.04	631.6	735.5	1.1	0.54	0.0015
		20	3.04	631.6	1307.7	1.9	0.90	0.0014
		21	3.04	631.6	1552.6	2.1	1.00	0.0013
		22	3.04	631.6	747.0	1.2	0.57	0.0016
		23	3.04	631.6	1063.4	1.4	0.67	0.0013
1	137-81	16	3.04	1422.6	1642.5	5.4	1.16	0.0033
		17	3.04	1422.6	1830.0	5.2	1.12	0.0029
		18	3.04	1422.6	2007.8	6.2	1.32	0.0031
		19	3.04	1422.6	2112.8	5.9	1.25	0.0028
		20	3.04	1422.6	1646.2	4.7	1.00	0.0028
		21	3.04	1422.6	1461.5	4.9	1.04	0.0033
		22	3.04	1422.6	2184.5	6.0	1.28	0.0027
		23	3.04	1422.6	1994.9	6.0	1.29	0.0030
1	194-77	16	4.05	1262.7	1023.3	4.5	1.43	0.0044
		17	4.05	1262.7	922.0	4.2	1.35	0.0046
		18	4.05	1262.7	551.3	2.4	0.76	0.0043
		19	4.05	1262.7	326.9	1.9	0.60	0.0057
		20	4.05	1262.7	921.9	4.2	1.34	0.0045
		21	4.05	1262.7	1023.3	4.4	1.41	0.0043

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		22	4.05	1262.7	327.2	1.9	0.60	0.0057
		23	4.05	1262.7	551.5	2.3	0.75	0.0042
1	145-72	16	3.04	631.6	649.4	0.8	0.40	0.0013
		17	3.04	631.6	953.5	1.4	0.65	0.0014
		18	3.04	631.6	799.1	1.1	0.51	0.0013
		19	3.04	631.6	1061.7	1.5	0.72	0.0014
		20	3.04	631.6	954.8	1.4	0.65	0.0014
		21	3.04	631.6	650.0	0.8	0.40	0.0013
		22	3.04	631.6	1060.1	1.5	0.72	0.0014
		23	3.04	631.6	797.5	1.1	0.51	0.0013
1	146-71	16	3.04	1423.1	805.8	3.0	0.65	0.0038
		17	3.04	1423.1	1133.6	2.9	0.63	0.0026
		18	3.04	1423.1	1956.1	6.0	1.28	0.0031
		19	3.04	1423.1	2111.6	6.0	1.27	0.0028
		20	3.04	1423.1	1132.3	2.9	0.63	0.0026
		21	3.04	1423.1	807.8	3.0	0.65	0.0038
		22	3.04	1423.1	2114.0	6.0	1.28	0.0028
		23	3.04	1423.1	1958.7	6.0	1.29	0.0031
1	149-70	16	3.04	1619.8	959.5	3.1	0.58	0.0032
		17	3.04	1619.8	975.9	3.5	0.66	0.0036
		18	3.04	1619.8	1396.6	4.6	0.86	0.0033
		19	3.04	1619.8	1428.2	4.9	0.91	0.0034
		20	3.04	1619.8	989.8	3.5	0.65	0.0035
		21	3.04	1619.8	898.2	3.1	0.58	0.0035
		22	3.04	1619.8	1348.1	4.9	0.92	0.0037
		23	3.04	1619.8	1304.6	4.6	0.87	0.0036
1	153-68	16	3.04	1065.0	616.8	2.2	0.62	0.0035
		17	3.04	1065.0	1794.5	3.9	1.11	0.0022
		18	3.04	1065.0	2223.7	5.3	1.52	0.0024
		19	3.04	1065.0	2797.4	6.2	1.76	0.0022
		20	3.04	1065.0	1812.7	3.8	1.08	0.0021
		21	3.04	1065.0	620.5	2.2	0.62	0.0035
		22	3.04	1065.0	2777.3	6.3	1.81	0.0023
		23	3.04	1065.0	2203.1	5.5	1.56	0.0025
2	247-130	16	3.20	847.6	1917.4	8.1	3.06	0.0042
		17	3.20	847.6	1409.4	7.4	2.81	0.0053
		18	3.20	847.6	1482.0	3.7	1.39	0.0025
		19	3.20	847.6	956.0	0.8	0.30	0.0008
		20	3.20	847.6	1735.7	6.7	2.54	0.0039
		21	3.20	847.6	2101.7	7.4	2.79	0.0035

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		22	3.20	847.6	415.7	1.5	0.56	0.0036
		23	3.20	847.6	1409.0	3.0	1.13	0.0021
2	130-177	16	0.15	5915.7	2989.4	46.6	0.12	0.0156
		17	0.15	5915.7	4320.2	43.2	0.11	0.0100
		18	0.15	5915.7	857.0	24.4	0.06	0.0285
		19	0.15	5915.7	322.9	12.7	0.03	0.0394
		20	0.15	5915.7	2315.0	36.0	0.09	0.0155
		21	0.15	5915.7	3717.7	38.5	0.10	0.0103
		22	0.15	5915.7	5628.8	12.6	0.03	0.0022
		23	0.15	5915.7	5457.8	14.5	0.04	0.0027
2	177-85	16	2.89	9988.9	2525.2	43.2	1.25	0.0171
		17	2.89	9988.9	1600.2	40.8	1.18	0.0255
		18	2.89	9988.9	3985.9	31.1	0.90	0.0078
		19	2.89	9988.9	3096.7	26.0	0.75	0.0084
		20	2.89	9988.9	2479.3	36.9	1.07	0.0149
		21	2.89	9988.9	4486.2	39.4	1.14	0.0088
		22	2.89	9988.9	4891.7	27.3	0.79	0.0056
		23	2.89	9988.9	5952.0	29.1	0.84	0.0049
2	258-135	16	3.20	1200.9	958.0	11.4	3.05	0.0120
		17	3.20	1200.9	1247.1	11.1	2.96	0.0089
		18	3.20	1200.9	191.4	5.9	1.57	0.0308
		19	3.20	1200.9	809.7	4.5	1.21	0.0056
		20	3.20	1200.9	1228.8	10.1	2.69	0.0082
		21	3.20	1200.9	941.6	10.4	2.78	0.0111
		22	3.20	1200.9	831.2	5.1	1.36	0.0061
		23	3.20	1200.9	221.5	5.2	1.38	0.0234
2	135-83	16	3.04	7574.5	1376.3	31.9	1.28	0.0231
		17	3.04	7574.5	2291.5	33.6	1.35	0.0146
		18	3.04	7574.5	1993.5	18.1	0.73	0.0091
		19	3.04	7574.5	2655.6	19.4	0.78	0.0073
		20	3.04	7574.5	2185.1	30.5	1.22	0.0139
		21	3.04	7574.5	1344.2	28.8	1.15	0.0214
		22	3.04	7574.5	2790.1	21.3	0.85	0.0076
		23	3.04	7574.5	2130.2	17.0	0.68	0.0080
2	224-144	16	1.97	2261.6	2379.8	17.3	1.50	0.0073
		17	1.97	2261.6	1481.8	16.1	1.40	0.0108
		18	1.97	2261.6	2248.5	14.2	1.23	0.0063
		19	1.97	2261.6	1262.2	12.2	1.06	0.0097
		20	1.97	2261.6	1480.2	14.7	1.28	0.0099
		21	1.97	2261.6	2374.9	15.9	1.38	0.0067

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

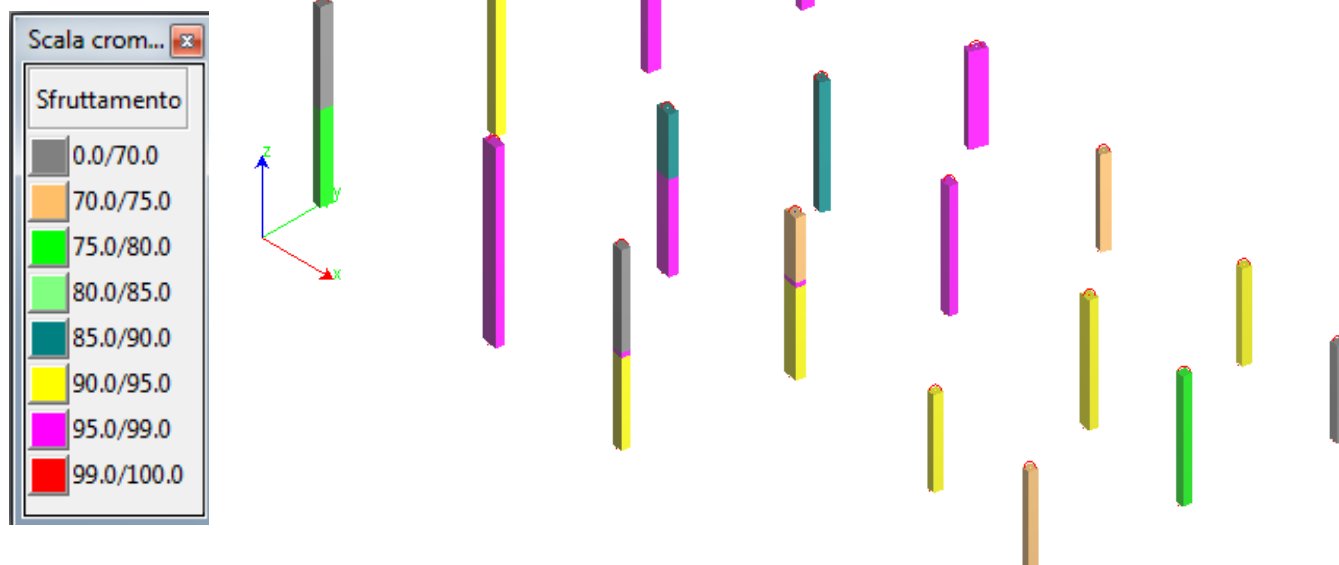
		22	1.97	2261.6	1251.6	12.5	1.09	0.0100
		23	1.97	2261.6	2240.7	13.5	1.17	0.0060
2	144-78	16	3.09	8350.2	1961.5	32.9	1.22	0.0168
		17	3.09	8350.2	2399.5	31.2	1.15	0.0130
		18	3.09	8350.2	352.0	23.5	0.87	0.0666
		19	3.09	8350.2	1251.7	19.6	0.73	0.0157
		20	3.09	8350.2	2115.4	27.9	1.03	0.0132
		21	3.09	8350.2	1673.5	29.7	1.10	0.0177
		22	3.09	8350.2	1519.3	20.6	0.76	0.0136
		23	3.09	8350.2	408.0	21.7	0.80	0.0532
2	195-76	16	4.05	2847.7	2227.5	10.2	1.46	0.0046
		17	4.05	2847.7	2134.2	10.2	1.45	0.0048
		18	4.05	2847.7	1276.8	9.2	1.30	0.0072
		19	4.05	2847.7	1105.0	9.1	1.29	0.0082
		20	4.05	2847.7	2133.7	10.2	1.45	0.0048
		21	4.05	2847.7	2228.0	10.2	1.45	0.0046
		22	4.05	2847.7	1108.6	9.1	1.30	0.0082
		23	4.05	2847.7	1279.9	9.2	1.30	0.0072
2	198-75	16	4.05	3164.2	2420.2	12.1	1.54	0.0050
		17	4.05	3164.2	2240.1	11.9	1.52	0.0053
		18	4.05	3164.2	1178.3	7.4	0.95	0.0063
		19	4.05	3164.2	739.0	7.1	0.90	0.0096
		20	4.05	3164.2	2240.0	11.7	1.50	0.0052
		21	4.05	3164.2	2421.7	11.9	1.52	0.0049
		22	4.05	3164.2	747.1	7.2	0.92	0.0097
		23	4.05	3164.2	1184.3	7.4	0.95	0.0063
2	199-74	16	4.05	3526.3	2090.1	14.1	1.62	0.0067
		17	4.05	3526.3	2358.4	13.5	1.55	0.0057
		18	4.05	3526.3	945.0	10.9	1.25	0.0116
		19	4.05	3526.3	1444.7	10.2	1.17	0.0070
		20	4.05	3526.3	2358.7	13.5	1.55	0.0057
		21	4.05	3526.3	2090.2	14.0	1.61	0.0067
		22	4.05	3526.3	1443.9	10.2	1.17	0.0070
		23	4.05	3526.3	944.0	10.9	1.25	0.0115
2	202-73	16	4.05	2119.0	1502.1	9.4	1.79	0.0062
		17	4.05	2119.0	2180.4	10.5	2.00	0.0048
		18	4.05	2119.0	2095.6	8.3	1.59	0.0040
		19	4.05	2119.0	2602.3	9.4	1.80	0.0036
		20	4.05	2119.0	2137.1	10.3	1.97	0.0048
		21	4.05	2119.0	1498.6	9.3	1.78	0.0062

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		22	4.05	2119.0	2663.8	9.7	1.84	0.0036
		23	4.05	2119.0	2157.8	8.5	1.62	0.0039
3	132-251	16	3.20	2010.3	3830.6	19.4	3.09	0.0051
		17	3.20	2010.3	3098.3	17.9	2.85	0.0058
		18	3.20	2010.3	2400.8	9.4	1.50	0.0039
		19	3.20	2010.3	528.7	4.2	0.68	0.0080
		20	3.20	2010.3	2773.4	16.2	2.58	0.0058
		21	3.20	2010.3	3507.5	17.7	2.82	0.0050
		22	3.20	2010.3	385.9	5.3	0.84	0.0137
		23	3.20	2010.3	2085.6	7.9	1.26	0.0038
3	84-132	16	3.04	12761.0	4342.4	55.1	1.31	0.0127
		17	3.04	12761.0	3605.7	53.1	1.26	0.0147
		18	3.04	12761.0	3341.8	31.5	0.75	0.0094
		19	3.04	12761.0	2157.5	25.1	0.60	0.0116
		20	3.04	12761.0	3105.5	48.0	1.14	0.0154
		21	3.04	12761.0	3807.9	49.9	1.19	0.0131
		22	3.04	12761.0	2036.3	27.3	0.65	0.0134
		23	3.04	12761.0	2888.8	28.1	0.67	0.0097
3	230-140	16	2.02	1881.8	1757.2	12.1	1.30	0.0069
		17	2.02	1881.8	1426.3	10.7	1.15	0.0075
		18	2.02	1881.8	1766.7	6.6	0.70	0.0037
		19	2.02	1881.8	1035.2	1.1	0.12	0.0011
		20	2.02	1881.8	1456.6	8.8	0.94	0.0060
		21	2.02	1881.8	2469.0	10.2	1.10	0.0041
		22	2.02	1881.8	2339.9	2.2	0.24	0.0009
		23	2.02	1881.8	2907.5	4.8	0.51	0.0016
3	140-178	16	0.15	7657.4	7778.3	46.4	0.09	0.0060
		17	0.15	7657.4	6035.3	43.0	0.08	0.0071
		18	0.15	7657.4	8758.3	25.1	0.05	0.0029
		19	0.15	7657.4	8186.4	10.5	0.02	0.0013
		20	0.15	7657.4	6322.4	34.9	0.07	0.0055
		21	0.15	7657.4	5097.9	40.0	0.08	0.0079
		22	0.15	7657.4	2868.1	20.2	0.04	0.0070
		23	0.15	7657.4	2937.3	24.0	0.05	0.0082
3	178-80	16	2.89	11862.6	6156.6	44.0	1.07	0.0072
		17	2.89	11862.6	5609.4	42.9	1.04	0.0076
		18	2.89	11862.6	6790.9	36.0	0.88	0.0053
		19	2.89	11862.6	6949.3	33.1	0.81	0.0048
		20	2.89	11862.6	6641.6	38.4	0.94	0.0058
		21	2.89	11862.6	6064.3	39.4	0.96	0.0065

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

		22	2.89	11862.6	4858.9	34.1	0.83	0.0070
		23	2.89	11862.6	4988.8	33.7	0.82	0.0068
3	222-142	16	2.02	3790.5	3827.8	27.6	1.47	0.0072
		17	2.02	3790.5	2585.9	25.0	1.33	0.0097
		18	2.02	3790.5	3066.3	17.7	0.94	0.0058
		19	2.02	3790.5	1200.7	12.3	0.66	0.0103
		20	2.02	3790.5	2580.7	22.9	1.22	0.0089
		21	2.02	3790.5	3819.7	25.5	1.36	0.0067
		22	2.02	3790.5	1182.1	12.9	0.69	0.0109
		23	2.02	3790.5	3054.7	16.3	0.87	0.0053
3	142-79	16	3.04	14070.2	4550.6	54.9	1.19	0.0121
		17	3.04	14070.2	5049.9	50.7	1.09	0.0100
		18	3.04	14070.2	1890.1	36.9	0.80	0.0195
		19	3.04	14070.2	2378.9	28.0	0.60	0.0118
		20	3.04	14070.2	4203.5	45.3	0.98	0.0108
		21	3.04	14070.2	3727.6	49.4	1.07	0.0132
		22	3.04	14070.2	3091.0	29.2	0.63	0.0094
		23	3.04	14070.2	1753.4	33.2	0.72	0.0189
4	151-69	16	3.04	1828.8	4743.1	3.5	0.59	0.0007
		17	3.04	1828.8	1737.7	4.2	0.70	0.0024
		18	3.04	1828.8	9021.8	6.4	1.06	0.0007
		19	3.04	1828.8	7876.4	6.8	1.13	0.0009
		20	3.04	1828.8	1745.3	4.2	0.70	0.0024
		21	3.04	1828.8	4711.5	3.5	0.59	0.0007
		22	3.04	1828.8	7844.5	6.8	1.12	0.0009
		23	3.04	1828.8	8989.5	6.4	1.06	0.0007

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.2.J.5.SINTESI DELLE VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI
SINTESI VERIFICA SLU SUI PILASTRI


Elemento	Sezione	≤70%	≤75%	≤80%	≤85%	≤90%	≤95%	≤99%	≤100%
Pilastro	1 Rett. pil.30x30 D.B. B 30 [cm] H 30 [cm]	1	2	1	0	0	2	0	0
	2 Rett. pil.40x30 D.B. B 40 [cm] H 30 [cm]	2	0	1	0	1	4	4	0
	3 Rett. pil.50x30 D.B. B 50 [cm] H 30 [cm]	0	1	0	0	0	1	1	0
	4 Rett. pil.55x30 D.B. B 55 [cm] H 30 [cm]	0	0	0	0	1	0	4	0
Trave	3 Rett. T CA D.B. B 30 [cm] H 34 [cm]	0	0	0	0	0	1	0	0

Di seguito si riportano, distinti per unità strutturali, le verifiche agli SLE inserite nel cap.2.2.j.5 di ogni relazione di calcolo delle sovrastrutture.

Per ogni pilastro è stata calcolata:

COMBINAZIONI RARE

Ft. (n°comb. di carico) – trazione massima acciaio nella comb. di carico indicata

σs,c (n°comb. di carico) – compressione massima acciaio nella comb. di carico indicata

σcls,Max (n°comb. di carico) – tensione massima calcestruzzo nella comb. di carico indicata

σcls,Med (n°comb. di carico) - tensione media calcestruzzo nella comb. di carico indicata

COMBINAZIONI FREQUENTI

Ft. (n°comb. di carico) – trazione massima acciaio nella comb. di carico indicata

σs,c (n°comb. di carico) – compressione massima acciaio nella comb. di carico indicata

σcls,Max (n°comb. di carico) – tensione massima calcestruzzo nella comb. di carico indicata

σcls,Med (n°comb. di carico) - tensione media calcestruzzo nella comb. di carico indicata

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI

Ft. (n°comb. di carico) – trazione massima acciaio nella comb. di carico indicata

σs,c (n°comb. di carico) – compressione massima acciaio nella comb. di carico indicata

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

$\sigma_{cls,Max}$ (n°comb. di carico) – tensione massima calcestruzzo nella comb. di carico indicata

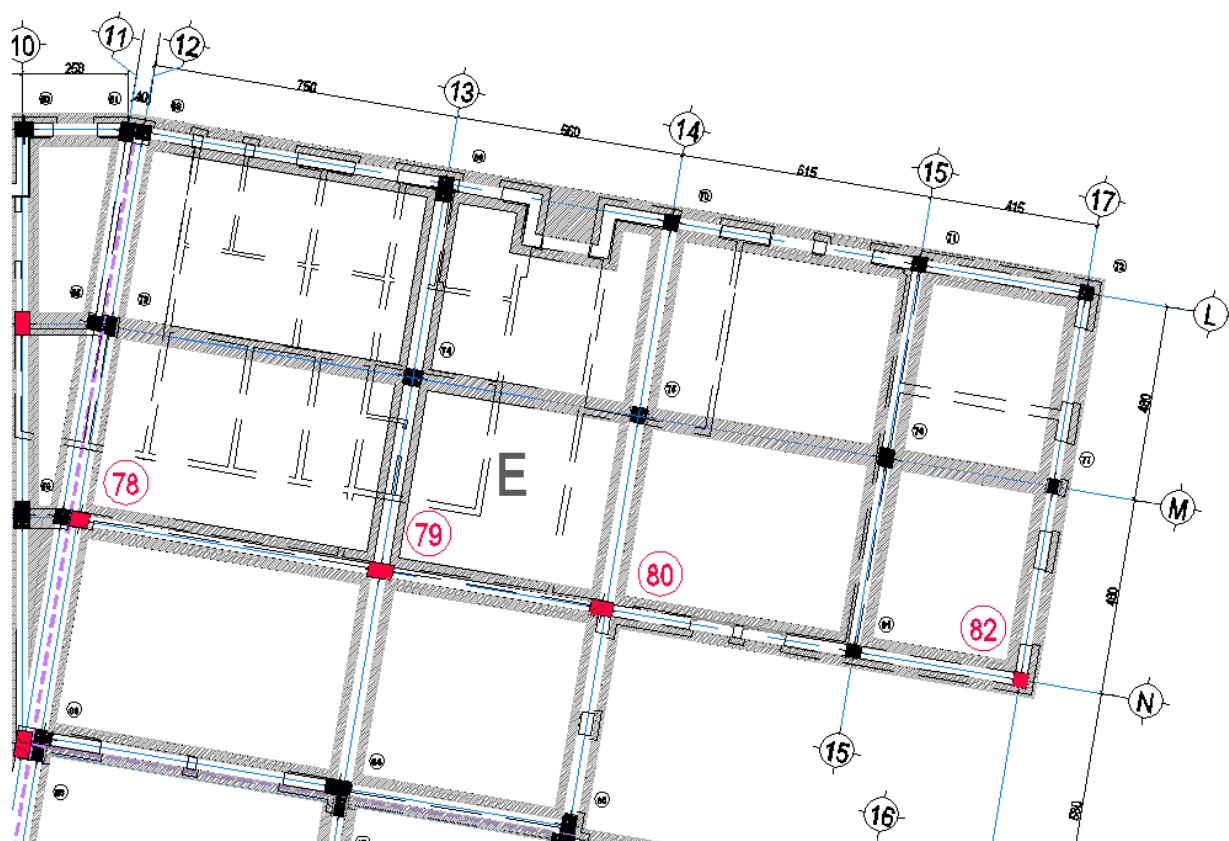
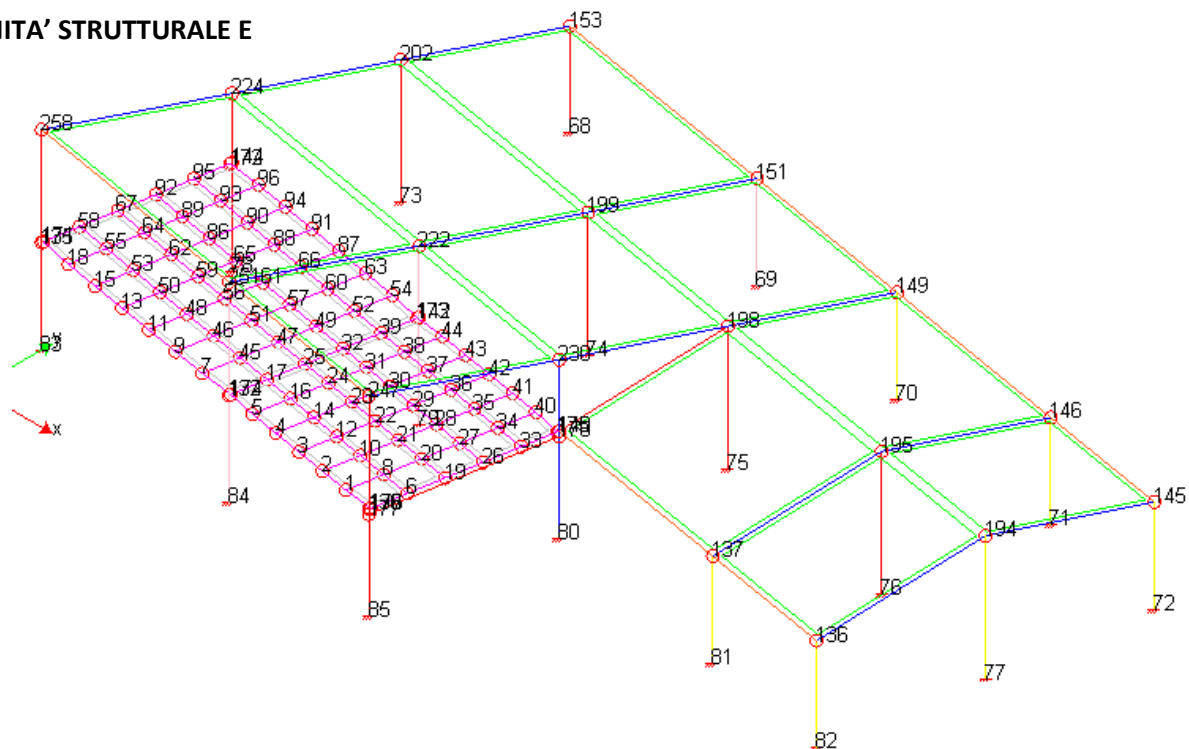
$\sigma_{cls,Med}$ (n°comb. di carico) - tensione media calcestruzzo nella comb. di carico indicata

Tutti i valori sono inferiori alle tensioni massime allo SLE per i materiali calcestruzzo C25/30 e acciaio B450C, ovvero:

Calcestruzzo	σ_{RARE} [kg/cm ²]	σ_{FREQ} [kg/cm ²]	σ_{QP} [kg/cm ²]
C25/30	150.0	150.0	112.5

Acciaio	σ_{yRARE} [kg/cm ²]	σ_{yFREQ} [kg/cm ²]	σ_{yQP} [kg/cm ²]
B 450 C	3600.0	3600.0	3600.0

Le verifiche sono quindi soddisfatte.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
UNITA' STRUTTURALE E


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Pilastro: 136/82 / L 2.79[m] / Sezione 1 B 30 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
82	Ft. 12	-916.1	1.3	253.6	83.6
	$\sigma_s, c11$	-1297.9	2.3	253.0	-62.2
	$\sigma_{cls}, Max11$	-1297.9	2.3	253.0	-6.1
	$\sigma_{cls}, Med11$	-1297.9	2.3	253.0	-3.0
Combinazioni Frequenti					
82	Ft. 14	-534.4	0.2	252.5	101.6
	$\sigma_s, c13$	-687.1	0.7	252.6	-53.4
	$\sigma_{cls}, Max13$	-687.1	0.7	252.6	-5.8
	$\sigma_{cls}, Med13$	-687.1	0.7	252.6	-2.9
Combinazioni Quasi Permanenti					
82	Ft. 15	-534.4	0.2	252.5	101.6
	$\sigma_s, c15$	-534.4	0.2	252.5	-51.0
	$\sigma_{cls}, Max15$	-534.4	0.2	252.5	-5.7
	$\sigma_{cls}, Med15$	-534.4	0.2	252.5	-2.9

Pilastro: 144/78 / L 2.84[m] / Sezione 2 B 40 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
78	Ft. 12	-9365.2	73.1	479.8	-32.1
	$\sigma_s, c11$	-10322.5	72.3	481.2	-167.1
	$\sigma_{cls}, Max11$	-10322.5	72.3	481.2	-12.6
	$\sigma_{cls}, Med11$	-10322.5	72.3	481.2	-7.0
Combinazioni Frequenti					
78	Ft. 14	-7391.1	69.4	482.4	-12.2
	$\sigma_s, c13$	-7977.4	70.0	482.1	-143.2
	$\sigma_{cls}, Max13$	-7977.4	70.0	482.1	-11.0
	$\sigma_{cls}, Med13$	-7977.4	70.0	482.1	-5.4
Combinazioni Quasi Permanenti					
78	Ft. 15	-7391.1	69.4	482.4	-12.2
	$\sigma_s, c15$	-7391.1	69.4	482.4	-137.3
	$\sigma_{cls}, Max15$	-7391.1	69.4	482.4	-10.6
	$\sigma_{cls}, Med15$	-7391.1	69.4	482.4	-5.1

Pilastro: 178/80 / L 2.64[m] / Sezione 3 B 50 [cm]H 30 [cm]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
80	Ft. 12	-11924.5	-720.2	253.2	-4.5
	$\sigma s, c11$	-13219.9	-703.4	249.8	-161.7
	$\sigma cl s, Max11$	-13219.9	-703.4	249.8	-13.1
	$\sigma cl s, Med11$	-13219.9	-703.4	249.8	-6.1
Combinazioni Frequenti					
80	Ft. 14	-9884.0	-740.5	246.9	15.8
	$\sigma s, c13$	-10551.2	-733.1	247.5	-147.9
	$\sigma cl s, Max13$	-10551.2	-733.1	247.5	-12.4
	$\sigma cl s, Med13$	-10551.2	-733.1	247.5	-5.5
Combinazioni Quasi Permanenti					
80	Ft. 15	-9884.0	-740.5	246.9	15.8
	$\sigma s, c15$	-9884.0	-740.5	246.9	-144.8
	$\sigma cl s, Max15$	-9884.0	-740.5	246.9	-12.3
	$\sigma cl s, Med15$	-9884.0	-740.5	246.9	-5.4

Pilastro: 142/79 / L 2.79[m] / Sezione 4 B 55 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
79	Ft. 12	-16286.4	-30.3	1441.5	-25.0
	$\sigma s, c11$	-17967.9	-12.0	1433.3	-202.5
	$\sigma cl s, Max11$	-17967.9	-12.0	1433.3	-14.8
	$\sigma cl s, Med11$	-17967.9	-12.0	1433.3	-8.0
Combinazioni Frequenti					
79	Ft. 14	-12841.2	-41.0	1432.4	0.3
	$\sigma s, c13$	-13866.6	-35.2	1432.5	-177.1
	$\sigma cl s, Max13$	-13866.6	-35.2	1432.5	-13.2
	$\sigma cl s, Med13$	-13866.6	-35.2	1432.5	-6.5
Combinazioni Quasi Permanenti					
79	Ft. 15	-12841.2	-41.0	1432.4	0.3
	$\sigma s, c15$	-12841.2	-41.0	1432.4	-171.2
	$\sigma cl s, Max15$	-12841.2	-41.0	1432.4	-12.9
	$\sigma cl s, Med15$	-12841.2	-41.0	1432.4	-6.2

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

SINTESI VERIFICHE TRAVE LEGNO LAMELLARE GL24 H

Per tutte le travi in legno lamellare (diverse dalla trave x-lam) e per gli arcarecci sono stati utilizzati appositi fogli excel.

Per tutte le travi sono state svolte le seguenti verifiche:

VERIFICHE ALLO SLU-VERIFICHE DI RESISTENZA**Valori di riferimento**

Legno lamellare di conifera GL 24h

Resistenze caratteristiche [MPa]

flessione	$f_{m,k}$ 24
taglio	$f_{v,k}$ 2,7

Modulo elastico [MPa]modulo elastico medio parallelo alla fibratura $E_{0,mean}$ 11600**Valori di progetto**

Le resistenze di progetto sono valutate mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_M} \text{ dove } \gamma_M = 1,45 \text{ e } k_{mod} = 0,9$$

Resistenze di progetto per la combinazione significativa [MPa]

flessione	$f_{m,d}$ 14,9
taglio	$f_{v,d}$ 1,68

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale all'appoggio e in campata

La verifica a flessione prevede la seguente disuguaglianza: $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$,

dove :

-coefficiente di instabilità flessio-torsionale k_{crit} è assunto unitario poiché il pacchetto di copertura impedisce lo sbandamento della trave.

$$-W = (b \cdot h^2) / 6$$

$$- \sigma_{m,d} = M_{d,MAX} / W$$

Verifica a taglio all'appoggio

La verifica prevede la seguente disuguaglianza: $\tau_d \leq f_{v,d}$,

dove:

$$- \tau_d = (1,5 \cdot V_d) / (k_{cr} \cdot b \cdot h)$$

$$-k_{cr} = 0,67$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Verifica a schiacciamento sugli appoggi

Deve essere verificata la relazione : $sc_{,90} / (fc_{,90,d} * kc_{,90}) < 1$

Dove:

$$sc_{,90} = Fd_{,90} / A_{eff}$$

$A_{eff} = b_{eff} * h_s$ = Area all'appoggio sul pilastro

$Fd_{,90}$ = reazione massima all'appoggio

VERIFICHE ALLO SLE ELEMENTI SECONDARI (ARCARECCI)- Controllo delle deformazioni

- controllo delle deformazioni a breve termine $w_{q,inst, camp}$

Deve essere verificata la relazione : $w_{q,inst, camp} < L/300$

Dove:

L = luce della trave

$w_{q,inst, camp}$ = deformazione istantanea dovuta ai carichi accidentali

- controllo delle deformazioni a lungo termine W_q, fin e W_{fin}

Deve essere verificata la relazione : $w_{q, fin, camp} < L/200$

Deve essere verificata la relazione : $w_{, fin, camp} < L/200$

Dove:

L = luce della trave

$w_{q,fin}$ = deformazione finale dovuta ai carichi accidentali

$w_{,fin}$ = deformazione finale dovuta ai carichi totali

VERIFICHE ALLO SLE ELEMENTI PRIMARI (TRAVI) - Controllo delle deformazioni

- controllo delle deformazioni a breve termine $w_{q,inst, camp}$

Deve essere verificata la relazione : $w_{q,inst, camp} < L/500$

Dove:

L = luce della trave

$w_{q,inst, camp}$ = deformazione istantanea dovuta ai carichi accidentali

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

- controllo delle deformazioni a lungo termine W_q , fin e W_{fin}

Deve essere verificata la relazione : $w_{q, fin, camp} < L/300$

Deve essere verificata la relazione : $w_{, fin, camp} < L/350$

Dove:

L = luce della trave

$w_{q, fin}$ = deformazione finale dovuta ai carichi accidentali

$w_{, fin}$ = deformazione finale dovuta ai carichi totali

Note nella verifica delle travi in legno:

-dimensionamento degli arcarecci:

Nel modello globale è stata considerata un'analisi dei carichi a favore di sicurezza dove i carichi permanenti strutturali G_1 sono 60Kg/mq, ovvero:

-pannello OSB = 15 Kg/mq

-arcarecci = 45Kg/mq

Per il dimensionamento degli arcarecci sono stati utilizzati appositi fogli excell dove è stato valutato il peso proprio effettivo di ogni arcareccio, che non supera mai il valore cautelativo di 45Kg/mq utilizzato nel modello globale. I carichi G_1 presentano per questo leggere differenze nell'analisi dei carichi rispetto al modello globale.

-dimensionamento degli arcarecci:

Gli arcarecci e le travi di colmo sono sempre in luce tra le travi principali ma per il loro dimensionamento è stata utilizzata, a favore di sicurezza, una luce pari alla distanza tra gli assi e non la distanza netta tra le travi

-dimensionamento degli arcarecci:

la copertura è a falde inclinate (inclinazione di 12° rispetto al piano orizzontale), quindi tutti gli arcarecci a sezione rettangolare sono inclinati.

I carichi verticali q sono quindi stati scomposti nelle due direzioni Z ed Y perpendicolari/parallele alla sezione della trave.

-dimensionamento dei collegamenti arcarecci - travi principali :

tutti gli arcarecci sono collegati alle travi principali con il sistema Ricon-S, opportunamente dimensionato.

In corrispondenza del dettaglio 02 non è possibile utilizzare questo sistema perché è presente la piastra di collegamento trave –pilastro. E' quindi stato studiato il collegamento tipo N204

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

SINTESI VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI

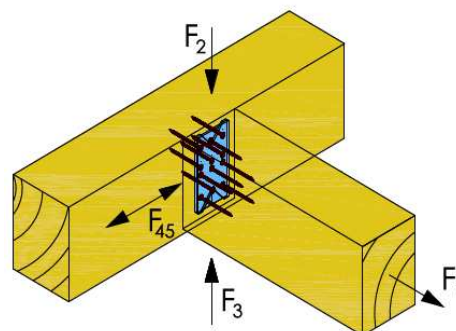
Per la verifica delle connessioni legno-legno e legno-C.A., nella maggiore parte dei casi, sono sempre stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Le sollecitazioni di verifica sono state ricavate dall'analisi globale, considerando gli effetti sia dei carichi ordinari, sia dell'azione sismica di progetto. Per alcune connessioni, è stato previsto l'impiego di sistemi di collegamento di produzione industriale brevettati, per i quali è lo stesso produttore a fornire i valori di resistenza, in maniera ufficiale, a mezzo di benestare tecnico.

VERIFICA COLLEGAMENTO TRAVETTI-TRAVI CON SISTEMA RICON-S

Vengono individuate le due direzioni di sollecitazione dell'elemento di connessione (F₂ ed F₄₅, v. illustrazione), e per ciascuna di esse viene determinato il valore caratteristico di resistenza (rispettivamente F_{2,rd} e F_{45,rd}) sulla base delle indicazioni fornite dal fascicolo tecnico del produttore, in conformità alla normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA (v. tabelle a seguire).

Le rispettive azioni sollecitanti F_{2,ed} ed F_{45,ed} sono quelle calcolate nell'ambito delle verifiche di resistenza degli elementi oggetto di studio, nei rispettivi paragrafi della presente relazione.

La verifica della resistenza del collegamento avviene combinando i valori così determinati nelle varie direzioni di sollecitazione, utilizzando la formula:



$$\left(\frac{F_{1,Ed}}{F_{1,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{23,Ed}}{F_{23,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{45,Ed}}{F_{45,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione verticale (F_{2,rd})

RICON® S60 VS + EK

Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ _k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	F _{2,Rd} γ _M =1,0	F _{2,Rk}
RICON® S 140x60 min Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	34,00	34,20
	GL 24h	380			36,00
	GL 28h	410			37,80
	CLT	400			37,20
	D30 (GL ₁₀)	530			44,60
	D50 (GL ₁₀)	≥ 590			47,80

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

$$F_{2,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod} \cdot F_{2,Rk}}{\gamma_M} \\ F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M \end{array} \right.$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione orizzontale ($F_{45,Rd}$)

RICON® S60 EK,GK, VS
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{45,KCC,Rk} / \gamma_M = 1,0$	$F_{45,Rk}$
RICON® S 140x60 Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, GK, VS	C24	350	100/160	34,0	28,51
	GL 24h	380			30,17
	GL 28h	410			31,79
	CLT	400			31,30
	D30 (GL ₂₄)	530			37,91
	D50 (GL ₂₄)	≥ 590			40,80

$$F_{4,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod} \cdot F_{4,Rk}}{\gamma_M} \\ F_{KCC,4,Rk} / \gamma_M \end{array} \right.$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

VERIFICA COLLEGAMENTO –UNIONE ACCIAIO / LEGNO

**(da istruzione per la progettazione, esecuzione e controllo delle strutture in legno –CNR-DT 206 / 2007)
–cap.**

Il collegamento avverrà attraverso una piastra di sp.10mm passante all'interno della trave in legno di sez. 20x44cm, attraverso bulloni di classe 5.6

Verifica allo stato limite ultimo : $F_{sd}/F_{rd} < 1$

F_{sd}= azione sollecitante allo stato limite ultimo derivante dal dimensionamento delle travi.

In particolare si ha:

Fissaggio N101 (Fissaggio trave T102 sul pilastro-unità strutturale D e E) – F_{sd} =Valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio

Fissaggio N201 (Fissaggio travi principali sui pilastri- unità strutturale A,B,C,D,E) – F_{sd} è stato calcolato nelle condizioni statiche e sismiche

Fissaggio N202 (Fissaggio travi di colmo tipo T206 sulle travi principali - unità strutturale A,B,C,D,E) – F_{sd} = Valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio

Fissaggio N203 (Fissaggio trave T203 sulle colonne in c.a-unità strutturale D,E.) – F_{sd} = Valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio

Fissaggio N204 (Fissaggio travetti sulle colonne in c.a-unità strutturale D,E,A,B.) – F_{sd} = Valore del taglio travetti S202 in corrispondenza dell'appoggio

F_{rd}= azione resistente (valutata secondo l' "istruzione per la progettazione, esecuzione e controllo delle strutture in legno –CNR-DT 206 / 2007")

F_{rd} = n. bulloni collegamento * $F_{v,dr}$ (capacità portante di progetto complessiva dell'unione)

$F_{v,rd}$ = $F_{v,rk}$ * (gamma m / K_{mod}) (capacità portante di progetto del singolo mezzo di unione)

$F_{v,rk}$ = valore caratteristico della capacità portante per il mezzo di unione taglio (cap7.8.2.3. p.to C -CNR-DT 206 / 2007)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Il valore caratteristico della capacità portante, per ciascun mezzo di unione e piano di taglio, sarà assunto come il minore dei valori ottenibili dalle formule seguenti

C) per unioni a doppio piano di taglio con piastra di acciaio di qualsiasi spessore posta in posizione centrale:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,k} t_1 d \quad (f) \\ f_{h,k} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (g) \\ 2.3 \sqrt{M_{y,k} f_{h,1,k}} d + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (h) \end{array} \right. \quad (7.12)$$

Nelle espressioni precedenti il primo termine è la resistenza calcolata secondo la teoria di Johansen, mentre il secondo termine $F_{ax,Rk}/4$ è il contributo dell'effetto tirante.

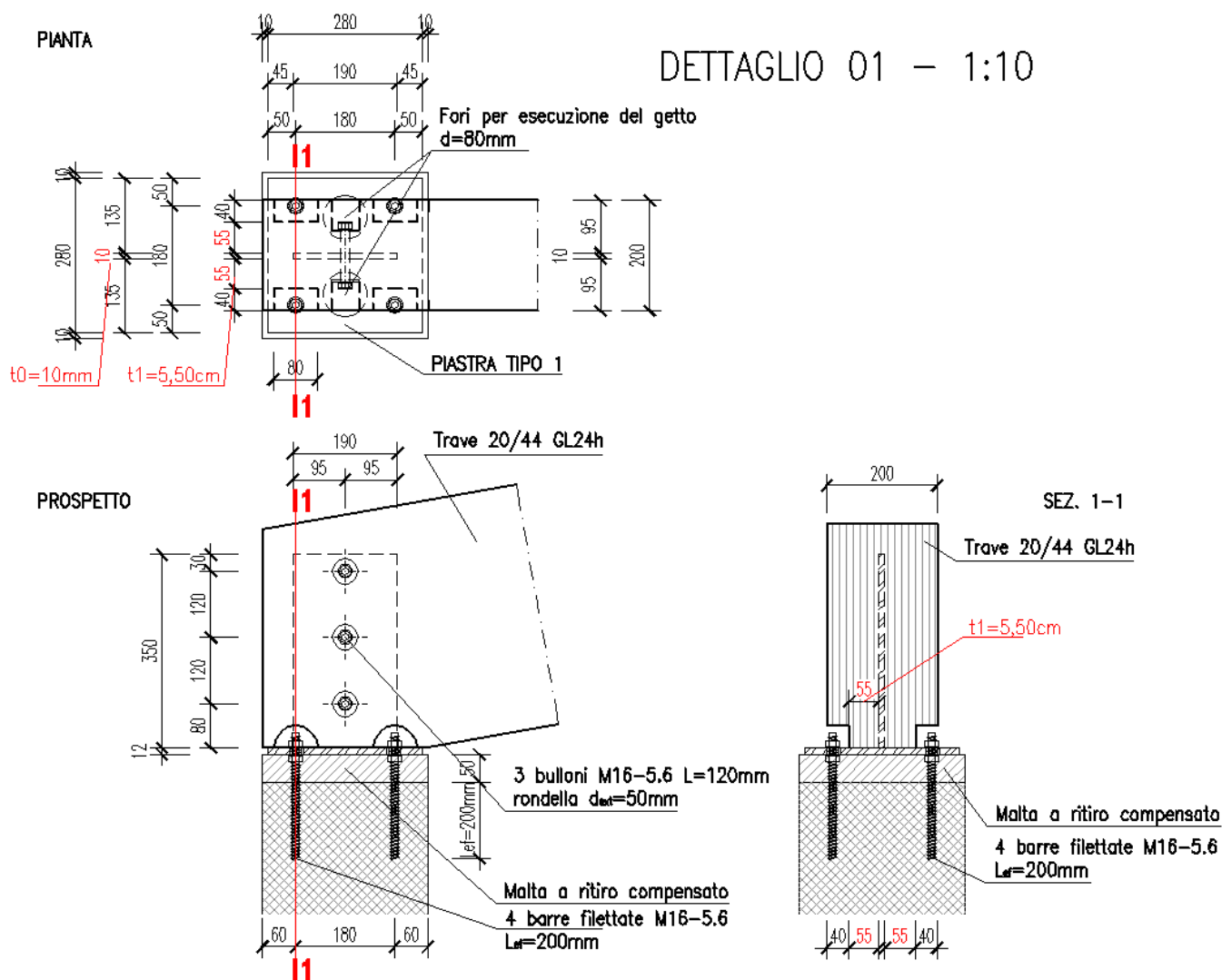
I termini indicati sopra si riferiscono a :

$f_{h,k}$ = valore caratteristico della resistenza a rifollamento del legno

t_1 = spessore dell'elemento in legno nella parte più stretta (qui valutata in corrispondenza delle tasche per il posizionamento dei connettori)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Giustificazione valore $t_1 = 5,50\text{cm}$ -dimensionamento del collegamento tipo N201

Nel dimensionamento del collegamento è stato considerato t_1 = spessore del legno = 5,50cm. IL valore si riferisce alla metà della base della trave 20x44cm (quindi metà di 20cm) decurtata dello spessore della piastra di sp.10mm. Il valore è stato considerato nel punto dove è presente la tasca/rientranza necessaria per l'inserimento dei tirafondi. Si ha quindi $t_1=5,50\text{cm}$



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

d = diametro del mezzo di unione (diametro del connettore)

M_{yk} = momento di snervamento caratteristico del mezzo di unione

$f_{h1,k}$ = resistenze caratteristiche a rifollamento negli elementi di legno caratterizzati rispettivamente dallo spessore t_1

$F_{ax,Rk}/4$ è il contributo dell'effetto tirante.

Il valore caratteristico del momento di snervamento, $M_{y,Rk}$, è pari a (cap.8 formula 8.31 norma UNI-En 1995-1-1- Eurocodice 5):

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k$$

where:

$$k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015 d & \text{for softwoods} \\ 1,30 + 0,015 d & \text{for LVL} \\ 0,90 + 0,015 d & \text{for hardwoods} \end{cases}$$

(nel nostro caso: $\alpha=12^\circ$, $d=16\text{mm}$, densità caratteristica $\rho_k=380\text{kg/m}^3$ (come indicato in verifica) e $k_{90}=1,35+0,015d$)

Il valore caratteristico della resistenza a rifollamento del legno lamellare, $M_{y,Rk}$, è pari a (cap.8 formula 8.3 norma UNI-En 1995-1-1- Eurocodice 5):

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6}$$

nel nostro caso: $f_{uk}=500\text{N/mm}^2$, $d=16\text{mm}$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

VERIFICA TIRAFONDI

Sono stati verificati i tirafondi relativi ai nodi trave in legno / pilastro in c.a.

Il fissaggio ai pilastri in c.a. avverrà attraverso 4 barre filettate M16-5.6 di lunghezza 200mm. Si verifica qui il tirafondo più sollecitato

1-Controllo interasse e distanze dai bordi.

Devono essere verificate le relazioni:

$$e_{1,min} = 1,2 \times d_0$$

$$p_{1,min} = 2,2 \times d_0$$

$$e_{2,min} = 1,5 \times d_0$$

$$p_{2,min} = 3,0 \times d_0$$

2-Verifica delle viti a momento flettente

Verifica: $M_{Ed} / M_{Rd,pl} \leq 1$

Dove:

$$-M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{V,Sd}$$

$$\Delta h = 0$$

$F_{V,Sd1}$ (statica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. statica

$F_{V,Sd2}$ (sismica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. sismica

t_R = spessore di contatto = spessore della piastra

d = diametro del tirafondo

$$-M_{pl,Rd} = k_2 \times W_{pl} \times f_{yb} / \gamma_{m0}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$W_{pl} = dS^3/6$$

$$dS = (AS \times 4/\pi) * (AS \times 4/\pi)$$

$$F_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,1$$

3-Verifica delle viti a trazione e momento

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \times F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (n \times M_{pl,Rd}) \leq 1$

$F_{v,Sd1}$ (statica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. statica

$F_{v,Sd2}$ (sismica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. sismica

$F_{t,Rd} = k_2 \times A_S \times f_{ub} / \gamma_{m2}$ (resistenza a trazione del tirafondo)

$M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{V,Sd}$

$M_{pl,Rd} = k_2 \times W_{pl} \times f_{yb} / \gamma_{m0}$

4-Verifica delle viti a trazione, momento e taglio

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \times n \times F_{v,Rd}) + F_{t,Sd} / (n \times F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (1,4 \times n \times M_{pl,Rd}) \leq$

$F_{v,Sd1}$ (statica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. statica

$F_{v,Sd2}$ (sismica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. Sismica

$F_{v,Rd} = \alpha_V \times A_S \times f_{ub} / \gamma_{m2}$ (resistenza a taglio del tirafondo nella parte filettata)

$F_{t,Rd} = k_2 \times A_S \times f_{ub} / \gamma_{m2}$ (resistenza a trazione del tirafondo)

$F_{t,sd} = 0$

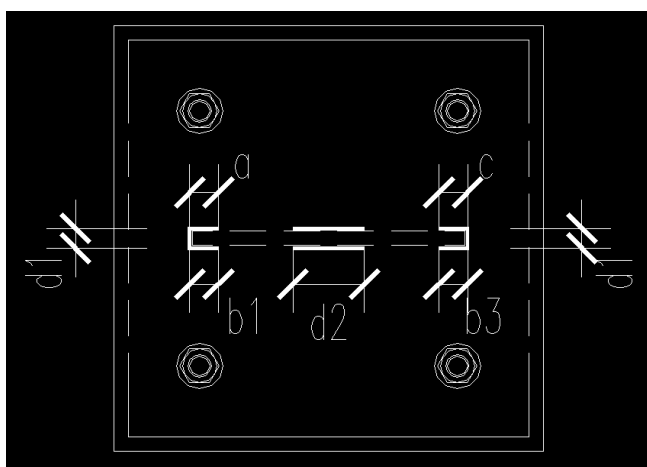
$M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{V,Sd}$

$M_{pl,Rd} = k_2 \times W_{pl} \times f_{yb} / \gamma_{m0}$

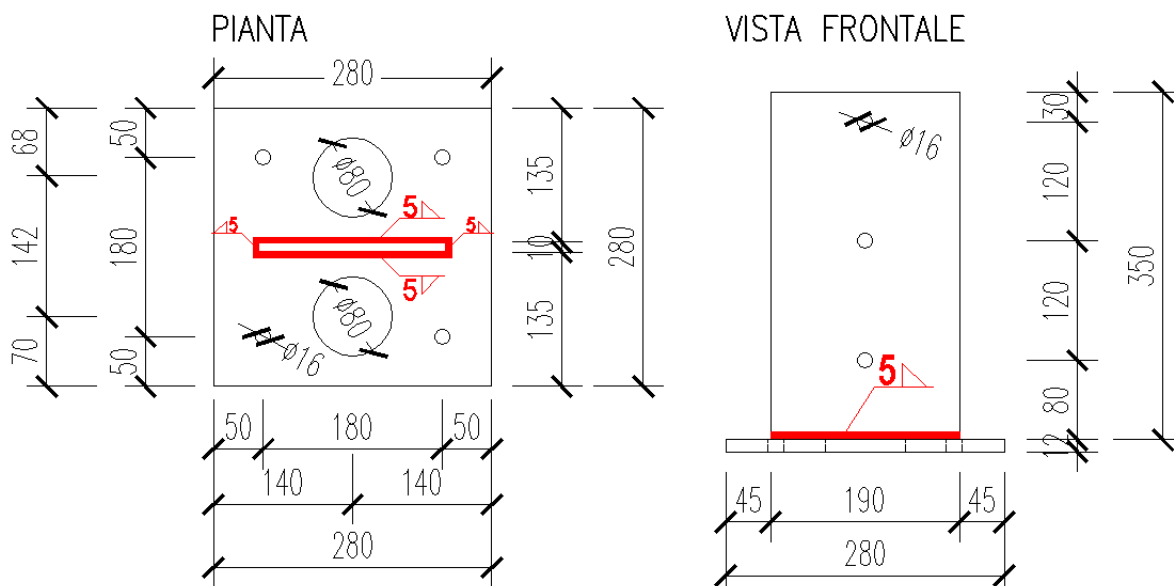
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
VERIFICA SALDATURA

E' stata dimensionata la configurazione minima della saldatura che permette di soddisfare tutte le verifiche. Nelle tavole grafiche, a favore di sicurezza, è stato indicato un cordone di saldatura di dimensioni maggiori.

Configurazione minima della saldatura verificata:



Prescrizione costruttiva:


1-Verifiche allo stato limite ultimo

Verifica: $f_{Sd} / f_{vw,d} \leq 1$:

$$f_{Sd} = (\sigma_{Sd,max}^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)^2$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

$\sigma_{Sd,max}$ = è il valore massimo tra:

$$\sigma_{Sd1} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z$$

$$\sigma_{Sd2} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z$$

$$\sigma_{Sd3} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z$$

$$\sigma_{Sd4} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z$$

(qui $\sigma_{Sd,max} = 0$)

$$\tau_y = V_{z,Sd} / A_{v,z}$$

$$\tau_z = V_{y,Sd} / A_{v,y}$$

$$f_{vw,d} = f_u / (\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{Mw})$$

con:

$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{Mw} = 1,25$$

$$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

1-Controllo prescrizioni costruttive

Verifica: $2 \leq v_{tmax} - 0,5 \leq a \leq 0,7 \times t_{min}$

Con $t_{min} = t_{max} = 10\text{mm}$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE VERIFICHE SVOLTE SUI COLLEGAMENTI

NOME	DESCRIZIONE	AZIONE SOLLECITANTE		AZIONE RESISTENTE		VERIFICA	
RICON	Collegamento travetti-trave	Fsd = valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio (combinando l'azione di taglio verticale F2,ed con quello laterale F34,ed)	F2,ed = 12,80 kN F34,ed = 5,20 kN	Rd = valore resistente minimo tra lato acciaio e lato legno secondo tabelle del produttore (combinando la resistenza di taglio verticale F2,rd con quella laterale F34,rd)	F2,rd = 21,60 kN F34,rd = 18,10 kN	0,43	OK
RICON-101	Collegamento trave-travetti tipo S101	Reazione agli appoggi dei travetti tipo S202 (Vz = F2,ed = azione verticale,	F2,ed = 21,70 kN	Rd = valore resistente minimo tra lato acciaio e lato legno secondo tabelle del produttore (resistenza di taglio verticale F2,rd)	F2,rd = 25,92 kN	0,84	OK
N101	Fissaggio trave 102 su pilastro - U.S. D-E	Fs,d = valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio	73,10	Frd = n * Fv,rd	80,03	0,91	OK
N201	Fissaggio travi principali sui pilastri - US A-B-C-D-E	Fs,d = valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio (in condizioni statiche)	8,33	Frd = n * Fv,rd	38,44	0,22	OK
N201	Fissaggio travi principali sui pilastri - US A-B-C-D-E	Fs,d = valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio (in condizioni sismiche)	21,40	Frd = n * Fv,rd	50,73	0,42	OK
N201	Verifica distanza tra i fori e distanze dai bordi	(v. tabelle di verifica)					OK
N201	Verifica tirafondi a momento flettente	Med	8,17	Mpl,rd	11,56	0,71	OK
N201	Verifica tirafondi a trazione e momento	Fts,d Me,d	Fts,d= 0 Me,d = 8,17	Ftrd, Mpl,rd	Ftrd = 56,52 Mpl,rd = 11,56	0,70	OK
N201	Verifica delle viti a trazione, momento e taglio	Fvs,d Fts,d Me,d	Fv,sd = 21,40 Ft,sd= 0 Med = 8,17	Fvrd, Ftrd, Mpl,rd	Fv,rd = 37,68 Ft,rd = 56,52 Mpl,rd = 11,56	0,27	OK
N201	Verifica saldatura	Fs,d	5,33	Fvw,d	20,78	0,26	OK
N202	Fissaggio travi di colmo tipo T206 sulle travi principali - US A-B-C-D-E	Fs,d= valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio	11,01	Frd = n * Fv,rd	17,3	0,64	OK

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

N203	Fissaggio trave T203 sulle colonne in c.a. US D-E	Fs,d = valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio	59,44	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	74,23	0,81	OK
N204	Fissaggio travetti sulle colonne in c.a. - US D-E-A-B	Fs,d = valore del taglio travetti S202 in corrispondenza dell'appoggio	12,8	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	23,28	0,55	OK

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

VERIFICA SOLAIO CON CAPPА COLLABORANTE

1. Verifiche allo stato limite ultimo

1.1 Verifiche delle tensioni per deformazione iniziale

1.1.1 Tensioni nei baricentri:

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{tRd} \leq 1$

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_{i,ai} \times E_i$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_{i,ai} \times E_i$

1.1.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \times y_c / f_{ck} \leq 1$

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \times y_c / 0,7 \times f_{ctm} \leq 1$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{t,Rd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{m,Rd} \leq 1$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

1.1.3 Forza agente sui connettori:

$F_{Sd,i} = V_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_{i,ai} \times E_i \times A_{i,si}$

1.2 Tensioni per deformazione finale

1.2.1 Tensioni nei baricentri:

Verifica: $\sigma_{Sd,Holz,i} / f_{tRd} \leq 1$

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_{i,ai} \times E_i$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_{i,ai} \times E_i$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

1.2.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \times \gamma_c / f_{ck} \leq 1$:

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \times \gamma_c / 0,7 \times f_{ctm} \leq 1$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{t,Rd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{m,Rd} \leq 1$

Forza agente sui connettori: $F_{Sd,i} = V_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times \gamma_i \times a_i \times E_i \times A_{i \times s_i}$

1.3 Verifica della massima tensione da taglio:

Verifica: $\tau_{Sd} / f_{vd} \leq 1$:

solo il travetto va in appoggio $\tau_{Sd} = 1,5 \times V_{Sd} / A_{legno} =$

1.4 Pressione perpendicolare alla fibratura

Verifica: $t_{erf} < t_{scelto}$

$t_{erf} = V_{Sd} / (b_{legno} \times k_{c,90} \times f_{c,90,d})$

$t_{scelto} = 10 \text{ cm}$

$k_{c,90} = (2,38 - t / 250) \times (1 + h / (12 \times t))$

Resistenza a taglio del connettore

connettore: $PR_{d,y} = 0,8 \times f_{ux} \times \pi d^2 / (4 \times \gamma_v)$

nel cls: $PR_{d,c} = 0,29 \times \alpha d^2 \times (f_{ck} \times E_{c,eff})^{0,5} / \gamma_v$

nel legno: $PR_{d,H} = \min(R_{d,i})$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

$$R_{d,(c)} = f_{h,0,d} \times t_H \times d \times ((2 + M_{y,d} / (f_{h,0,d} \times d \times t_H^2))^{0,5} - 1) + F_{ax,d} / 4$$

$$R_{d,(d)} = 2,3 \times (M_{y,d} \times f_{h,0,d} \times d)^{0,5} + F_{ax,d} / 4$$

$$R_{d,(a)} = f_{h,0,d} \times t_{legno} \times d$$

$$M_{y,d} = 0,8 \times f_{ux} \times d^3 / (6 \times \gamma_y)$$

$$f_{h,0,d} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times d) \times p_k / \gamma_M$$

$$F_{ax,d} = d \times t_{pen} \times 20 \times 10^{-6} \times p_k^2 / \gamma_M$$

Verifica: $F_{Sd,i} / PR_{d,i,min} \leq 1$:

passo minimo dei connettori:

Verifica: $\eta = s_{min} / s_{max} \geq 0,25 + 0,03 \times L$

1.6 Verifica della capacità portante a taglio parallelo alla fibratura

Verifica: $v_{Sd} / v_{Rd} \leq 1$

$$v_{Sd} = P_{Sd,i,max} / (2 \times s_{min})$$

$$v_{Rd,1} = 2,5 \times A_{cv} \times \eta \times \tau_{Rd} + A_s \times f_{ys} / \gamma_y$$

$$v_{Rd,2} = 0,2 \times A_{cv} \times f_{ck} / \gamma_c$$

Verifica: $v_{Sd} / v_{Rd} \leq 1$:

2. Verifiche allo stato limite di esercizio- Deformazioni

2.1 Deformazioni iniziali:

Verifica: $w_{2,inst} \leq l/400$

Deformazione a seguito di carichi esterni

$$w_{p,inst} = 5/384 \times p_k \times b \times L^4 \times 10^6 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean} \times A_v) = 0,008 \text{ [cm]} \quad A_v = A_{Holz} / 1,2$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \times s_k \times b \times L^4 \times 10^6 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean} \times A_v)$$

$$w_{2,inst} = \sum w_{i,inst} \times \psi_i$$

2.2 Deformazioni finali:

Verifica: $w_{net,fin} \leq l/350$

Deformazioni a seguito di carichi esterni

$$w_{g,fin} = 5/384 \times g_k \times b c \times L^4 \times 10^6 / (E \times I)_{y,eff}$$

$$w_{v,g,inst} = M_g / (G_{mean,fin} \times A_v)$$

$$w_{p,inst} = 5/384 \times p_k \times b c \times L^4 \times 10^6 / (E \times I)_{y,eff}$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean,fin} \times A_v)$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \times s_k \times b c \times L^4 \times 10^6 / (E \times I)_{y,eff}$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean,fin} \times A_v)$$

Deformazioni a seguito del ritiro del cls

Verifica: $w_{2,fin} < l/300$

Verifica: $w_{net,fin} < l/350$

$$\epsilon_{ritiro} = \epsilon(0) \times E_{c,eff} \times A_{cls}$$

$$M_{ritiro} = \epsilon_{ritiro} \times A_{cls}$$

$$w_{ritiro} = M_{ritiro} \times L^2 / (8 \times E \times I_{y,eff})$$

$$w_{net,fin} = w_{m,fin,i} + w_{v,fin,i} + w_{Schwind} - w_0$$

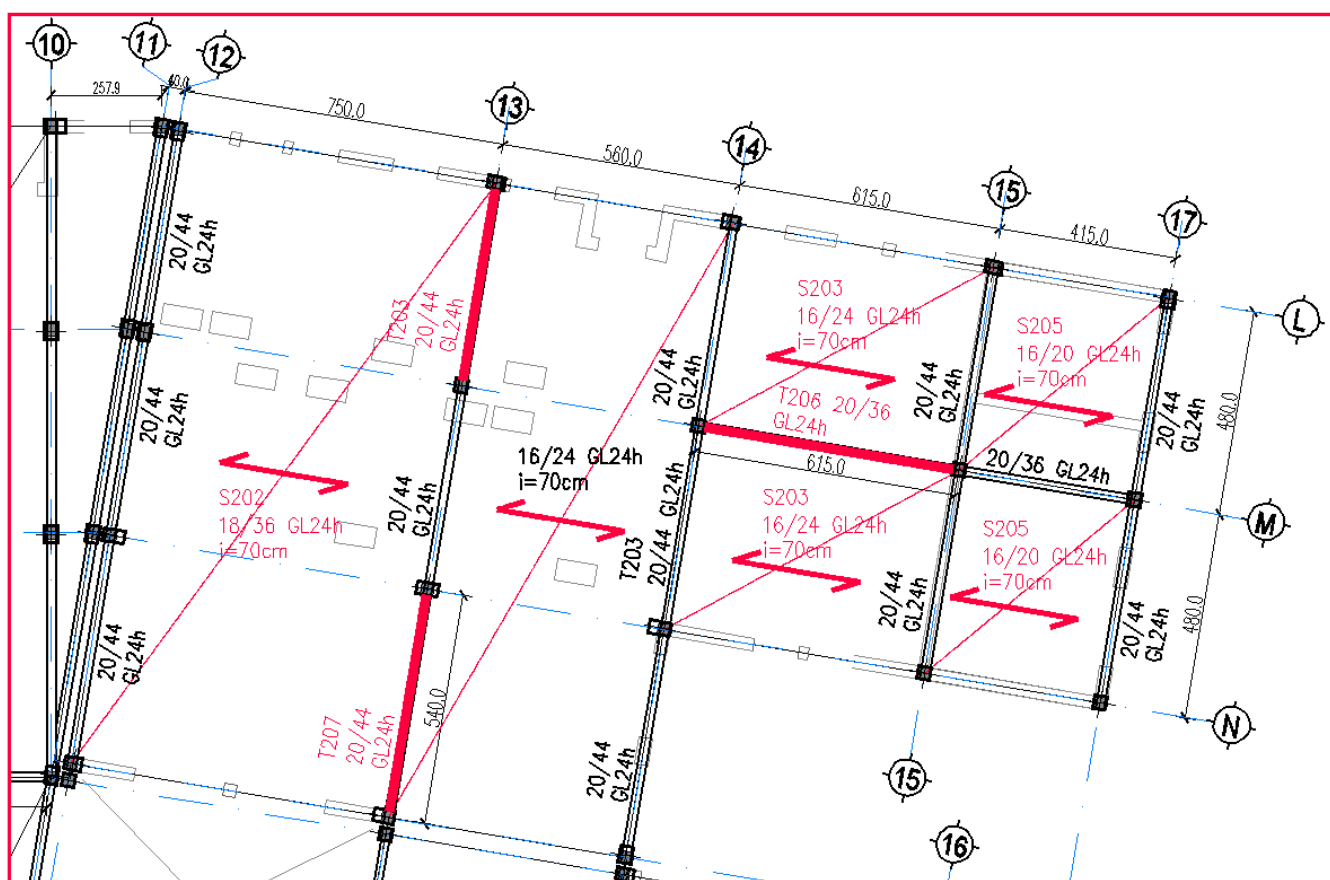
$$w_{2,fin} = w_{m,fin,i} + w_{v,fin,i} - w_{g,inst}$$

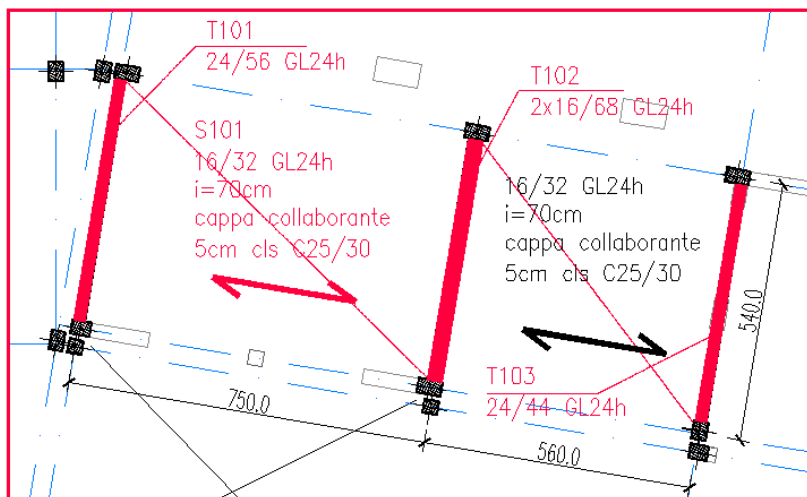
$$w_{g,inst} = 5/384 \times g_k \times b c \times L^4 \times 10^6 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,g,inst} = M_g / (G_{mean} \times A_v)$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

NOME	DESCRIZIONE	SEZIONE cm/cm	INTERASSE cm	MAX LUCE m	MAX RAPPORTO VERIFICA SLU	MAX RAPPORTO VERIFICA SLE
S 101	Arcareccio	16/32	70	7,50	0,57	0,86
S 202	Arcareccio	18/36	70	7,50	0,45	0,31
S 203	Arcareccio	16/24	70	6,15	0,60	0,59
S 205	Arcareccio	16/20	70	4,15	0,37	0,30
T 101	Trave princ.	24/56	-	5,10	0,89	0,54
T 102	Trave princ.	32/68	-	5,10	0,97	0,38
T 103	Trave princ.	24/44	-	5,10	0,88	0,81
T 203	Trave princ.	20/44	-	4,80	0,85	0,71
T 206	Trave colmo	20/36	-	6,15	0,25	0,46
T 207	Trave princ.	20/44	-	5,40	0,93	0,99

PIANTA CHIAVE COPERTURA


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
PIANTA CHIAVE PRIMO SOLAIO


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.2.J.6-VERIFICA DEI TAMPONAMENTI ESTERNI IN LATERIZIO

Secondo il § 7.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008, con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale, il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando a tali elementi una forza orizzontale F_a definita come segue (§ 7.2.3 - Formula 7.2.1):

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

dove:

F_a = Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

W_a = Peso dell'elemento comprensivo delle parti non aventi funzione resistente (intonaco, isolamento termico eccetera);

S_a = Accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (vedi § 3.2.1);

q_a = Fattore di struttura del pannello.

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere i valori riportati nella Tab. 7.2.I. di cui al § 7.2.3 delle NTC 2008:

Tabella 7.2.I – Valori di q_a per elementi non strutturale

Elemento non strutturale	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	
Pareti interne ed esterne	2,0
Tramezzature e facciate	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa	
Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento	
Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	

In mancanza di analisi più accurate l'accelerazione massima S_a può essere calcolata con la seguente relazione (§ 7.2.3 - Formula 7.2.2):

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(1 + \frac{Z}{H} \right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1} \right)^2} - 0,5 \right]$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

dove:									
α	=	Rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame (vedi § 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g ;							
S	=	Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 (Formula 3.2.5: $S = S_T \cdot S_S$);							
S_T	=	Coefficiente di amplificazione topografica (§ 3.2.3.2.1 - Tabella 3.2.VI);							
S_S	=	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 - Tabella 3.2.V);							
T_A	=	Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;							
T_1	=	Periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;							
Z	=	Quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (vedi § 3.2.2);							
H	=	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.							

Il valore del coefficiente sismico S_a non può essere assunto minore di $\alpha \cdot S$. Volendo procedere a vantaggio di sicurezza, nel calcolo del fattore S_a si può porre il rapporto T_a/T_1 pari a 1.

Relativamente al calcolo del periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale (T_a) si può fare riferimento alla seguente formulazione:

$$T_a = \frac{2 \cdot h^2}{(\pi \cdot k^2)} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot \gamma_{mur}}{E \cdot I \cdot g}}$$

dove:									
k	=	Numero intero che indica il modo di vibrare considerato per l'elemento non strutturale (= 1,2,3, per il primo, secondo, terzo modo di vibrare eccetera);							
h	=	Altezza del pannello di tamponatura;							
s	=	Spessore del pannello di tamponatura, comprensivo anche delle parti non aventi funzione resistente (intonaco, isolamento eccetera);							
L	=	Lunghezza del pannello di tamponatura;							
A	=	Area di base del pannello di tamponatura ($A = s \cdot L$);							
γ_{mur}	=	Peso per unità di volume del pannello di tamponatura;							
E	=	Modulo elastico del pannello di tamponatura;							
I	=	Momento di inerzia del pannello di tamponatura rispetto all'asse baricentrico ortogonale alla forza F_a , calcolato tenendo conto delle parti non aventi funzione resistente (intonaco, isolamento termico eccetera);							
g	=	Accelerazione di gravità.							

Le verifiche di resistenza e stabilità del pannello di tamponatura vengono effettuate per tre diverse ipotesi di calcolo, ovvero:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

1) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico concentrato in mezzera

In tale ipotesi il momento sollecitante massimo, valutato nella sezione di mezzera, è pari a:

$$M_{ed} = \frac{F_a \cdot h}{4}$$

In tale ipotesi il momento resistente è invece pari a:

$$M_{rd} = \left(L \cdot s^2 \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right)$$

2) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico uniformemente distribuito

In tale ipotesi il momento sollecitante massimo, valutato nella sezione di mezzera, è pari a:

$$M_{ed} = \frac{(F_a \cdot h^2)}{8h}$$

In tale ipotesi il momento resistente è invece pari a:

$$M_{rd} = \left(L \cdot s^2 \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right)$$

I calcoli di verifica sono stati svolti per il solo SLV. Se la classe d'uso dell'edificio è superiore alla classe d'uso II, la verifica deve essere effettuata anche per lo SLD.

Nel caso in esame si provvede a verificare i tamponamenti esterni, per i quali il fattore di struttura q_s risulta essere pari a 2, come si evince dalla Tabella 7.2.I. Le tamponature oggetto di verifica risultano essere costituite da blocchi in laterizio forati. Tutti i calcoli successivi fanno riferimento ad una tamponatura dell'ultimo livello del fabbricato, ove le azioni dovute al sisma sono più gravose. Per le verifiche inerenti tutti gli altri pannelli si rimanda alle tabelle riassuntive riportate in appendice. Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei parametri in gioco vengono riportate di seguito:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Quota del baricentro della tamponatura dal piano di fondazione	Z	1.50 m
Altezza del fabbricato misurata a partire dal piano di fondazione	H	3.00 m
Altezza del pannello di tamponatura	h	3.00 m
Resistenza caratteristica a compressione dell'elemento della tamponatura	f_{bk}	7.50 N/mm ²
Tipo di malta		M 5
Resistenza a compressione della malta	f_m	5.00 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione del pannello di tamponatura	f_k	4.10 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_m	2
Resistenza di progetto del pannello di tamponatura	f_d	2.05 N/mm ²
Modulo elastico del pannello di tamponatura	E	4100 N/mm ²
Spessore del pannello di tamponatura	s	0.30 m
Lunghezza del pannello di tamponatura	L	1.00 m
Area di base del pannello di tamponatura	A	0.30 m ²
Momento di inerzia del pannello di tamponatura	I	0.0023 m ⁴
Peso per unità di volume del pannello di tamponatura	γ_{mur}	8500 N/m ³
Modo di vibrare preso in esame per l'elemento non strutturale	k	1
Accelerazione di gravità	g	9.81 m/s ²
Si ottiene pertanto:		
Periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale	T_2	0.030 s
Periodo della struttura in direzione ortogonale al piano della tamponatura	T_1	0.160 s
Accelerazione orizzontale massima al suolo	a_g	0.1873 g
Procedere a vantaggio di sicurezza?		Si
Rapporto tra il periodo di vibrazione della tamponatura e il periodo della struttura in direzione ortogonale al piano della tamponatura	T_2/T_1	1.000
Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	F_0	2.438
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	T_C^*	0.299 s
Vita nominale	V_N	50
Quota s.l.m. del sito	q	50 m
Classe d'uso	C	III
Coefficiente d'uso	C_U	1.50
Periodo di riferimento dell'azione sismica	V_R	75
Probabilità di superamento	P_{VR}	10%
Tempo di ritorno dell'azione sismica	T_R	712
Categoria di sottosuolo		C
Coefficienti di amplificazione stratigrafica	S_S	1.43
	C_C	1.56
Categoria topografica		T1

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.00
Coefficiente per categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche	S	1.43
Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	T_B	0.156 s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	T_C	0.467 s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	T_D	2.349 s
Accelerazione massima calcolata allo SLV	S_a	1.068/g
Peso del pannello di tamponatura	W_a	7650.00 N
Tensione media agente sulla sezione mediana del pannello	σ_0	0.013 N/mm ²
Fattore di struttura del pannello di tamponatura	q_a	2
Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole	F_a	4086.43 N

Le verifiche di resistenza e stabilità della tamponatura forniscono, per le tre ipotesi considerate, i seguenti risultati:

1) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico concentrato in mezzzeria

Momento sollecitante massimo nella sezione di mezzzeria	M_{ed}	3064.82 Nm
Momento resistente	M_{rd}	569.55 Nm
Rapporto tra momento resistente e momento sollecitante	M_{rd}/M_{ed}	0.19

$M_{rd}/M_{ed} < 1$ - VERIFICA NON SODDISFATTA

2) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico uniformemente distribuito

Momento sollecitante massimo nella sezione di mezzzeria	M_{ed}	1532.41 Nm
Momento resistente	M_{rd}	569.55 Nm
Rapporto tra momento resistente e momento sollecitante	M_{rd}/M_{ed}	0.37

$M_{rd}/M_{ed} < 1$ - VERIFICA NON SODDISFATTA

Le verifiche di resistenza e stabilità non risultano verificate, pertanto per i tamponamenti esterni sono stati previsti adeguati elementi di trattenuta per evitare il ribaltamento della parete stessa.

Si devono distinguere due casi:

CASO 1 –Tamponamenti sui fili I e G (soluzione estendibile a tutti i tamponamenti sui fili L,N,P,T,A,E degli altri modelli

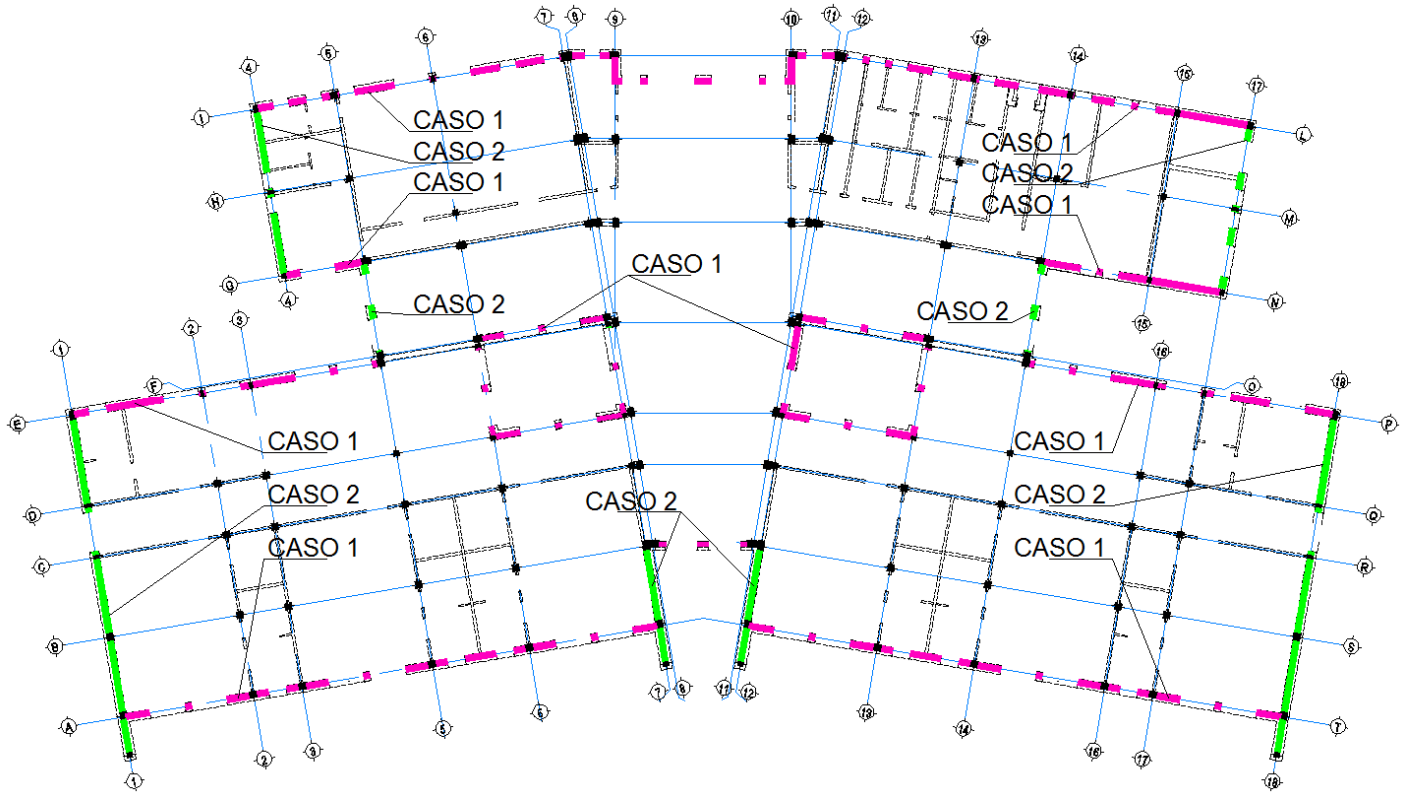
CASO 2- Tamponamenti sui fili 4e 5 (soluzione estendibile a tutti i tamponamenti sui fili 1,7,11,14,17,18 degli altri modelli

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E



CASO 1 - Non è possibile realizzare un cordolo in c.a. continuo sopra alle murature esterne di tamponamento perchè sopra alle porte e finestre sono sempre presenti i cassonetti per gli avvolgibili. Qui è quindi presente solo il cordolo di chiusura in legno.

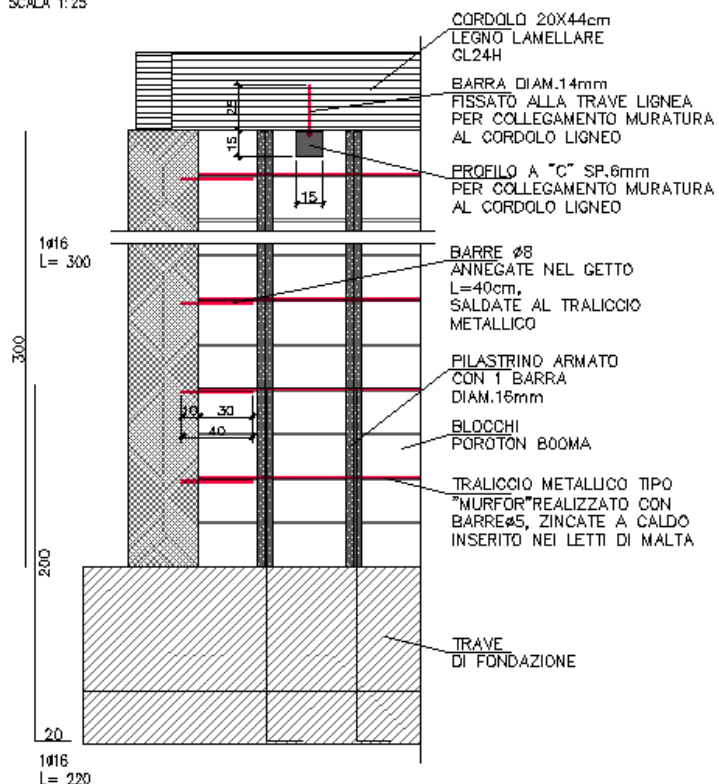
Si prevede quindi di realizzare elementi di fissaggio metallici mediante profili a C verticali di sp: 6mm ,larghezza pari a quella della muratura ed ali di lunghezza 150mm che abbracciano la muratura e realizzano un vincolo tipo appoggio in corrispondenza della sommità delle murature. Il profilo a C verrà fissato al cordolo ligneo attraverso barre di diam. 14mm soggette a taglio , dovuto al possibile ribaltamento della parete.

Si prevede di utilizzare blocchi Poroton 800 di sp.30cm con predisposti dei fori centrali di dimensioni 10x10cm nei quali verranno disposte barre di diam 16mm (una per foro) , opportunamente fissata alle fondazioni, e completata con getto di calcestruzzo.

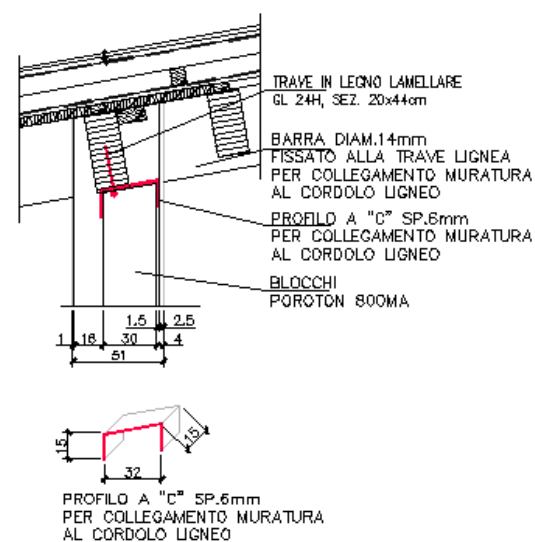
E' necessario realizzare pilastri a passo non superiore a 50cm. I pilastri devono essere opportunamente collegati orizzontalmente, attraverso tralicci metallici di piccolo diametro (5mm) annegati nei letti di malta, 1 ogni due corsi di mattoni (quindi a passo non superiore a 50 cm)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Caso 1 - dett. B- prospetto

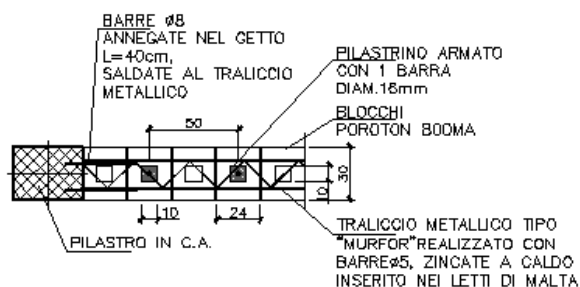
SCALA 1:25


Caso 1 - dett. B- sez. 2

SCALA 1:25


Caso 1 - dett. B- sez. 1

SCALA 1:25


Si prevede di utilizzare i profili metallici a C con passo minore/uguale a 50cm.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

CASO 2- E' possibile realizzare un cordolo in c.a. continuo alla sommità delle murature esterne.

Si prevede quindi di realizzare un cordolo in c.a. di dimensioni 20x30cm collegato ai pilastri con innesti metallici, ipotizzato in appoggio e quindi non inserito nel modello globale delle strutture..E' quindi possibile avere le murature confinate e il requisito di evitare collassi fragili si intende soddisfatto in quanto rispetta il punto C7.3.6.3 delle NTC2008

Si prevede quindi di realizzare degli elementi di armatura orizzontale nei letti di malta costituiti da un traliccio in acciaio zincato diametro 5mm .

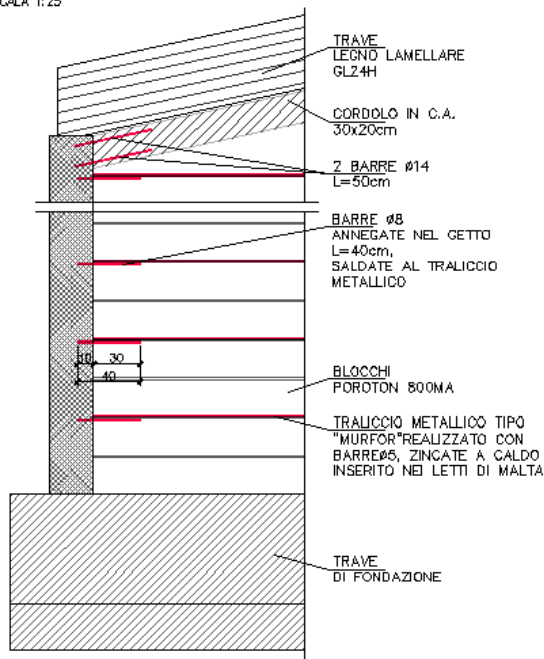
I tralicci dovranno essere annegati nei letti di malta a distanza non superiore a 50cm e verranno collegati ai pilastri in c.a.mediante barre diametro 8mm annegate nel getto del pilastro. E' possibile, in alternativa, collegare le barre di diametro 8mm ai pilastri attraverso innesti chimici realizzati successivamente al getto del pilastro.

Si riporta uno schema dei collegamenti dei tamponamenti alla struttura principale; il medesimo schema è riportato nella tavola grafica.

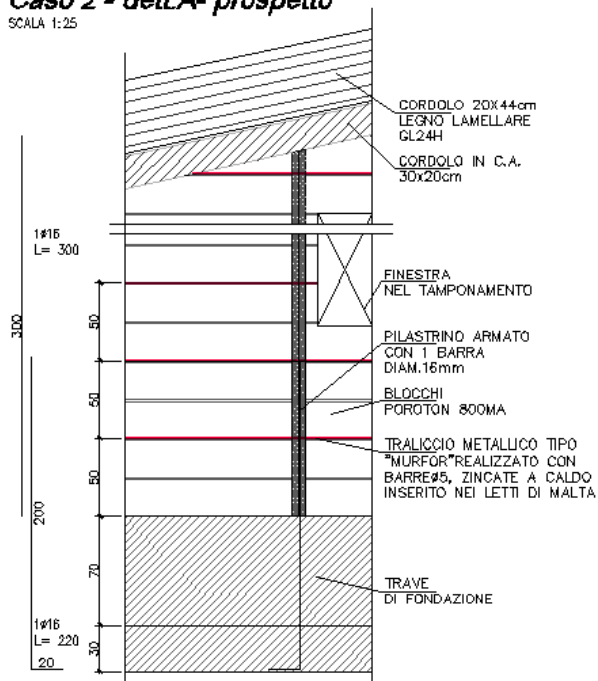
Dove sono presenti aperture si realizzerà un pilastrino uguale a quelli del caso 1 in corrispondenza delle aperture.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Caso 2 - dett. C- prospetto

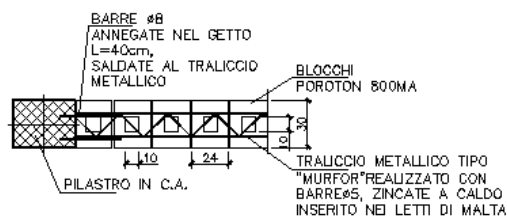
SCALA 1:25


Caso 2 - dett. A- prospetto

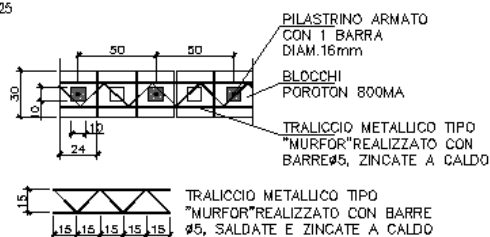
SCALA 1:25

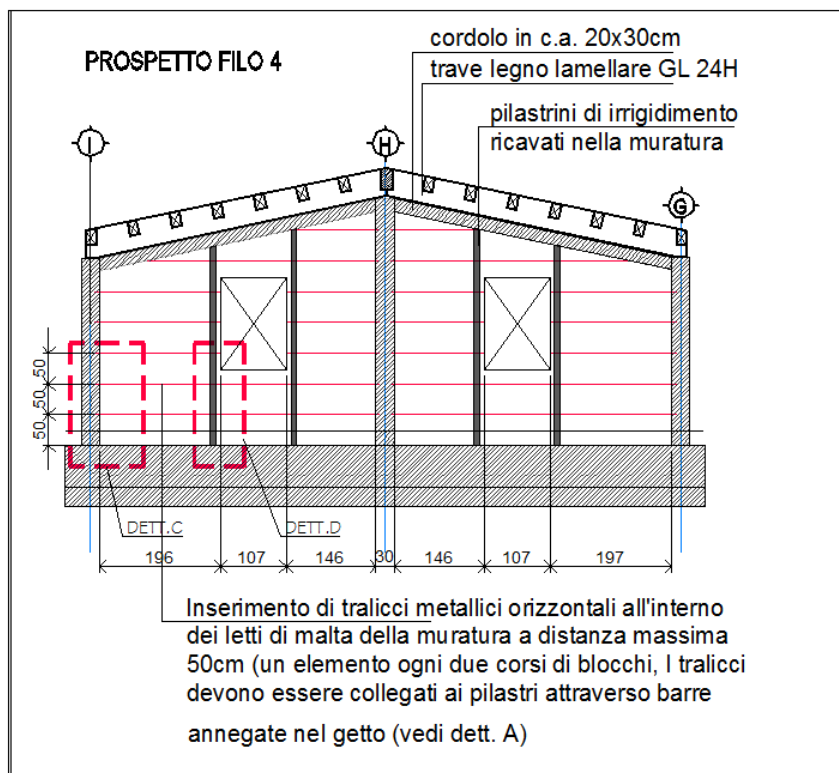

Caso 2 - dett. C- sez. 1

SCALA 1:25

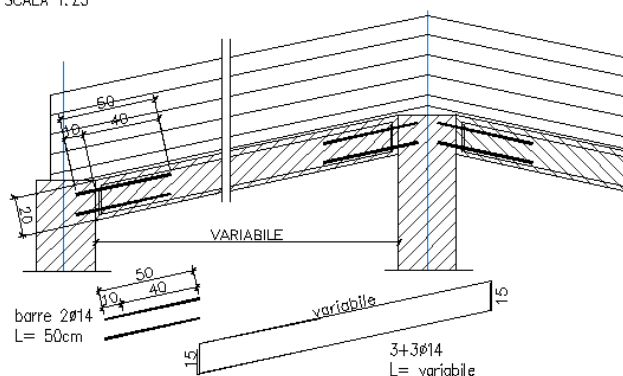
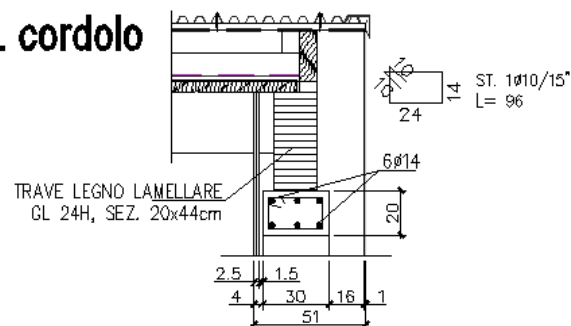

Caso 1 - dett. A- sezione muratura

SCALA 1:25



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Schema tipico cordolo fili 1,4,5,14,17,18

SCALA 1:25


sez. cordolo


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.2.J.7-GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Si riporta il confronto fra i risultati ottenuti mediante analisi con elaboratore e gli analoghi risultati ottenuti mediante metodi tradizionali.

Nello specifico si riporta il confronto fra il **peso totale dell'edificio calcolato manualmente e calcolato dall'elaboratore nella stessa combinazione** (1-slu):

- PILASTRI: 1,3 *22500 =	29250 kg
- TRAVI LEGNO PRINCIPALI 1,3 = 4013* 1.3 =	5217 Kg
- CARICO DISTRIBUITO G1 COPERTURA(comprensivo dei travetti) *1,3= 14700*1,3=	19110 Kg
- CARICO DISTRIBUITO G2 COPERTURA*1,5=11025*1,5=	16537 kg
- VARICO VARIABILE NEVE * 1.5= 36750* 1.5=	55125 Kg
- CARICO VARIABILE CAT. H1*1.05 = 3400*1.05 =	3570 Kg
- CARICO DISTRIBUITO G1 PRIMO SOLAIO (comprensivo dei travetti)*1.3 =12240*1.3 =	15912 Kg
- CARICO DISTRIBUITO G2 PRIMO SOLAIO*1.5 = 23460*1.5 =	35190 kg
-TOTALE	179911 Kg

Pilastro	sezione	Area [cm²]	Perimetro [cm]	L Getto [m]	Vol.Cls. [m³]
68 153	2	1200	140	2.79	0.3
69 151	4	1650	170	2.79	0.5
70 149	1	900	120	2.79	0.3
71 146	1	900	120	2.79	0.3
72 145	1	900	120	2.79	0.3
73 202	2	1200	140	3.8	0.5
74 199	2	1200	140	3.8	0.5
75 198	2	1200	140	3.8	0.5
76 195	2	1200	140	3.8	0.5
77 194	1	900	120	3.8	0.3
78 144	2	1200	140	2.84	0.3
144 224	2	1200	140	1.72	0.2
79 142	4	1650	170	2.79	0.5
142 222	4	1650	170	1.77	0.3
80 178	3	1500	160	2.64	0.4
178 140	3	1500	160	-0.1	0
140 230	3	1500	160	1.77	0.3
81 137	1	900	120	2.79	0.3
82 136	1	900	120	2.79	0.3
83 135	2	1200	140	2.79	0.3
135 258	2	1200	140	2.95	0.4
84 132	4	1650	170	2.79	0.5
132 251	4	1650	170	2.95	0.5
85 177	2	1200	140	2.64	0.3
177 130	2	1200	140	-0.1	0
130 247	2	1200	140	2.95	0.4
TOT				9	

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

PESO TOT.PILASTRI=9*2500 = 22500Kg

ORIZZONTAMENTI	AREA (m2)	G1	G2	NEVE	ACC.CAT. H1	G1	G2	ACC. NEVE	ACC.CAT. H1
COPERTURA	245	60	45	150	0	14700	11025	36750	0
SOLAIO 1	68	180	345	0	50	12240	23460	0	3400

TRAVI PRINCIPALI

FILI	L1(cm)	L2(cm)	L3(cm)	V. (cm3)	V. (m3)	P. (Kg)			
4	20	44	1000	880000	0.88	334.4			
5	20	44	2056	1809280	1.80928	687.5264			
6	20	44	578	508640	0.50864	193.2832			
6	24	135	978	3168720	3.16872	1204.114			
7	20	44	1556	1369280	1.36928	520.3264			
7-1° sol	25	56	510	714000	0.714	271.32			
6-1° sol	32	68	510	1109760	1.10976	421.7088			
5-1° sol	25	50	510	637500	0.6375	1593.75			
					TOT.Kg	4013.073	*1.3=	5216.995 Kg	

Dal modello di calcolo:

Pilastro	Nodo	Combina zione	N _D [kg]
153-68	68	1	3414.6
151-69	69	1	6094.4
149-70	70	1	5373.8
146-71	71	1	4680.1
145-72	72	1	1885.8
202-73	73	1	6805
199-74	74	1	11762.6
198-75	75	1	10452.1
195-76	76	1	9359.1
194-77	77	1	3770.4
144-78	78	1	14883
142-79	79	1	25908.2
178-80	80	1	18567.2
137-81	81	1	4679.5
136-82	82	1	1885.8
135-83	83	1	11360
84-132	84	1	20001.5
177-85	85	1	12847
		TOT.	173730.1

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

REAZ. PIEDE PILASTRI CHE MASSIMIZZANO IL CARICO VERTICALE (COMB.1) TOTALE : 173730 Kg

Peso totale del fabbricato nella comb. 1 calcolato dall'elaboratore.: 1779911 Kg

Peso totale del fabbricato nella comb. 1 calcolato manualmente : 181529 Kg

Differenza: 1618 Kg (0.89%)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.2.k- Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

PROGRAMMA DI CALCOLO USATO

WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice ENEXSYS S.r.L. Via Tizzano 46/2 Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla WinStrand 2002 - WinStrand 2003

Piattaforma Software Windows 95, Windows NT 4.0 e successive

Documentazione in uso Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Modellazione Strutturale con Elementi Finiti Tipo

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDLT.
- Analisi Statica:
- modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
- ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica: Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori vengono trovati utilizzando il SubSpace Iteration:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

- Via statica equivalente.
- Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Affidabilità dei Codici di calcolo WinStrand

Ditta produttrice: En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Campo di applicazione: analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Il cap. 10 del Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 14 Gennaio 2008 fornisce le istruzioni relative alla Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo, cui il progettista delle strutture deve attenersi nella redazione degli elaborati progettuali.

Il punto 10.2 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo specifica:

Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Nella fase di stesura della relazione di calcolo, utilizzando i tabulati provenienti da codici di calcolo, è demandato al progettista il compito di analisi preliminare della documentazione:

Il progettista dovrà esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Il presente documento è reperibile dal forum InForma e sul sito del produttore: <http://www.enexsys.com>. Esso costituisce assieme alle stampe degli esempi documento di validazione dei software prodotti dalla En.Ex.sys srl.

Benchmark

Il controllo della affidabilità delle analisi numeriche è stato condotto su una serie di esempi di letteratura la cui soluzione sia esprimibile in forma chiusa, allo scopo di verificare l'affidabilità del software.

Gli esempi condotti, corredati della fonte di riferimento, dei risultati numerici e dei file dati permettono la riproduzione integrale degli stessi da parte degli utenti

2.2.1- Caratteristiche delle strutture di fondazione

Le fondazioni sono costituite da travi rovesce di fondazione, in calcestruzzo armato, con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C e di sezione:

- sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=70cm
- sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=45cm
- trave di collegamento a sezione rettangolare con B=50cm e H.=30cm
- trave di collegamento a sezione rettangolare con B=80cm e H.=30cm

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E**

Il piano di appoggio è circa a -1.22m dal piano finito interno.

Le fondazioni sono state calcolate e progettate per restare in ambito elastico e per sviluppare una pressione omogenea sul terreno.

Nel progetto delle fondazioni è stato applicato l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3.

Il terreno di sedime è stato assunto di categoria C con suolo topografica T1.

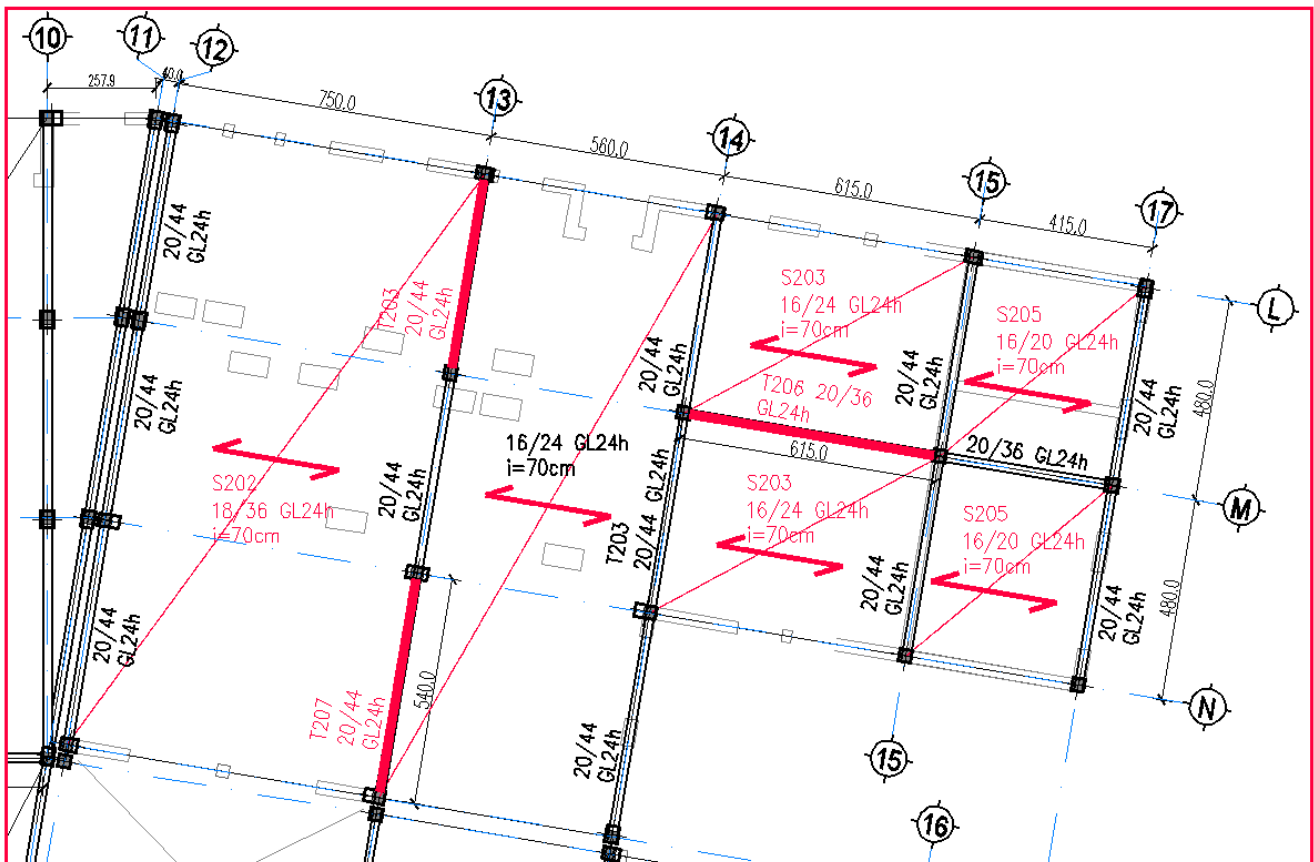
Le fondazioni non sono state inserite nel modello e i pilastri sono stati ipotizzati incastrati alla base. Le sollecitazioni in corrispondenza degli incastri sono indicate qui di seguito. Le sollecitazioni sono state applicate (cambiate di segno) nel modello di calcolo generale delle fondazioni, per cui si rimanda alla relazione apposita. In corrispondenza dei giunti strutturali le strutture in elevazione raddoppiano. I carichi al piede relativi ai due pilastri contigui al giunto sono stati sommati per ogni combinazione di carico e applicati alla struttura di fondazione

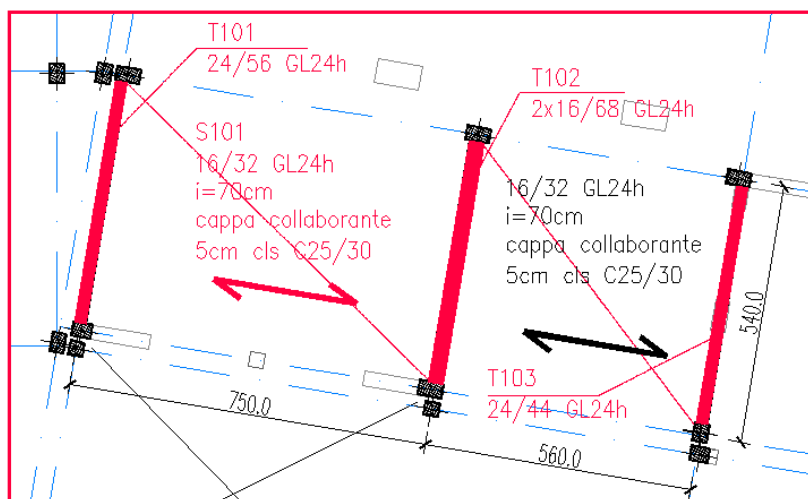
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.5.4.3-Verifica travi in legno

Ai fini delle verifiche di sicurezza, degli elementi lignei e relative connessioni, sono stati adottati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo e allo stato limite d'esercizio, nonché considerando l'azione sismica e la condizione eccezionale d'incendio.

Per la verifica degli elementi strutturali in legno, quali travi e travetti, sono stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Per ogni sezione lineare di riferimento, sono stati verificati gli elementi aventi maggiori sollecitazioni in base alle condizioni di sollecitazione e vincolo.

Si riepilogano di seguito gli elementi verificati. I risultati sono stati estesi agli elementi aventi sollecitazioni uguali o inferiori a quelli calcolati

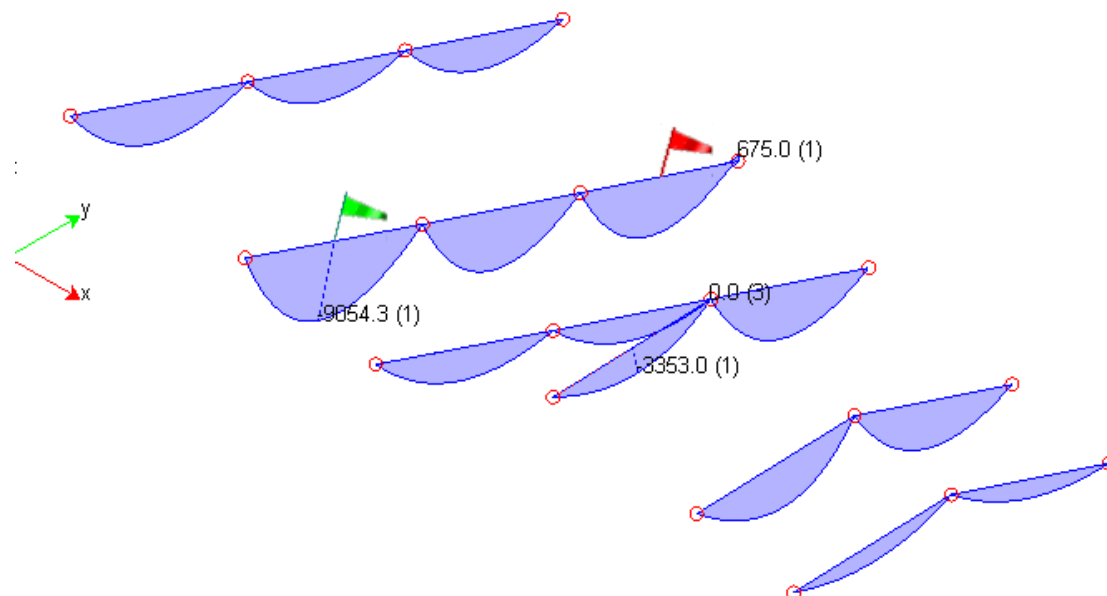
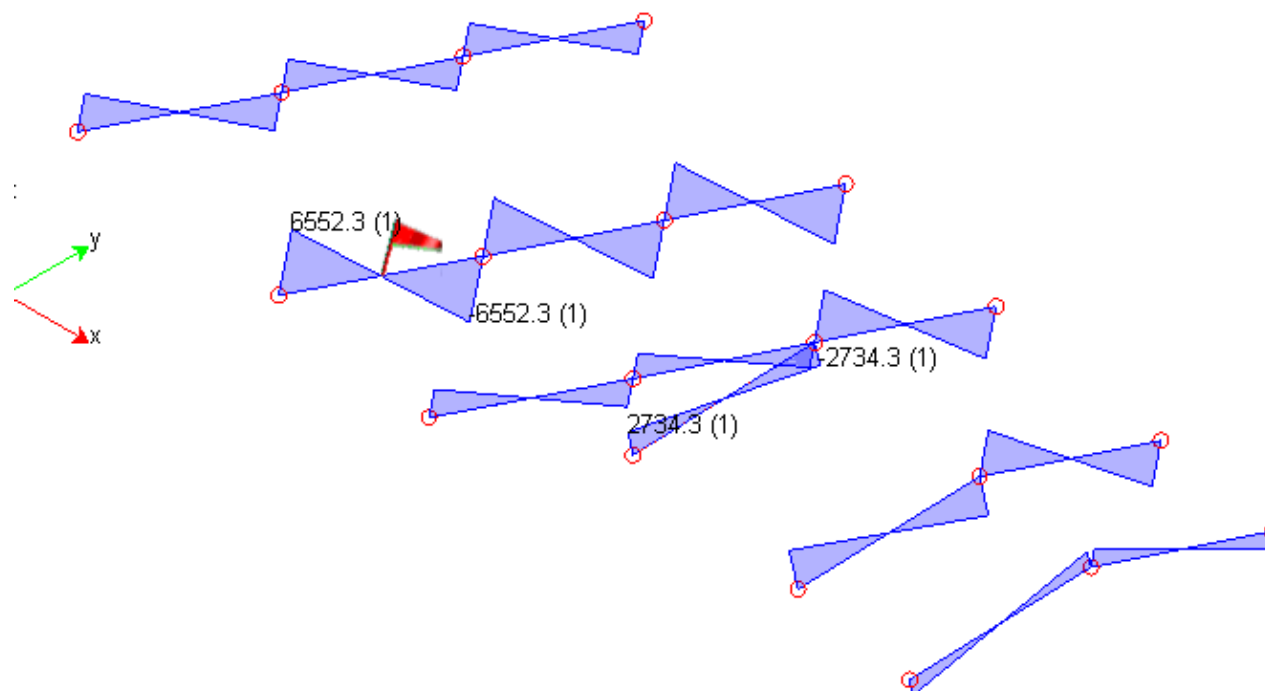
PIANTA CHIAVE COPERTURA


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
PIANTA CHIAVE SOLAIO 1

SINTESI DELLE VERIFICHE

NOME	DESCRIZIONE	SEZIONE cm/cm	INTERASSE cm	MAX LUCE m	MAX RAPPORTO VERIFICA SLU	MAX RAPPORTO VERIFICA SLE
S 101	Arcareccio	16/32	70	7,50	0,57	0,86
S 202	Arcareccio	18/36	70	7,50	0,45	0,31
S 203	Arcareccio	16/24	70	6,15	0,60	0,59
S 205	Arcareccio	16/20	70	4,15	0,37	0,30
T 101	Trave princ.	24/56	-	5,10	0,89	0,54
T 102	Trave princ.	32/68	-	5,10	0,97	0,38
T 103	Trave princ.	24/44	-	5,10	0,88	0,81
T 203	Trave princ.	20/44	-	4,80	0,85	0,71
T 206	Trave colmo	20/36	-	6,15	0,25	0,46
T 207	Trave princ.	20/44	-	5,40	0,93	0,99

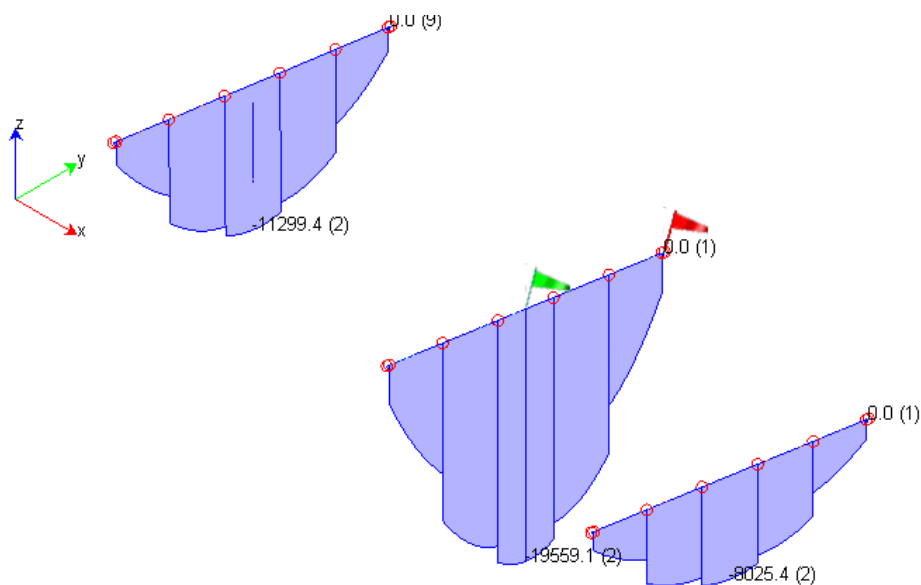
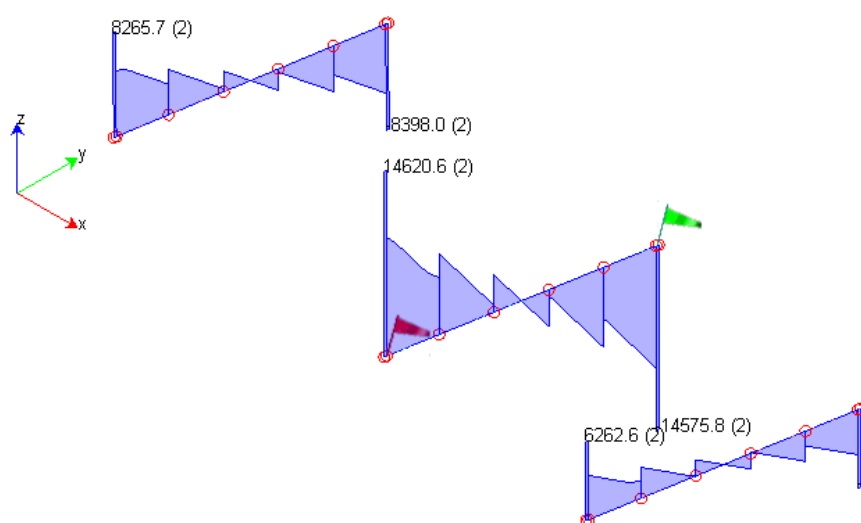
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

DIAGRAMMA MOMENTI COPERTURA (daNm)

DIAGRAMMA TAGLIO COPERTURA (daN)


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

DIAGRAMMA MOMENTI PRIMO SOLAIO (daNm)

DIAGRAMMA TAGLIO PRIMO SOLAIO (daN)


S 101 Solaio con cappa collaborante in C.A.

1. Geometria e caratteristiche dei materiali

1.1 Sezioni

$h_{\text{legno}} =$	32,00	[cm]	$h_{\text{cassero}} =$	5,00	[cm]	$h_{\text{cls}} =$	5,00	[cm]
$b_{\text{legno}} =$	16,00	[cm]	$b_{\text{appoggio}} =$	4,00	[cm]	$b_{\text{cls}} =$	70,00	[cm]
$A_{\text{legno}} =$	512,00	[cm ²]	$A_3 =$	40,00	[cm ²]	$A_{\text{cls}}^* =$	350,00	[cm ²]
$b_{\text{eff}} = b_w + L_0 / 5 =$	166,00	[cm]	$b_c = \min(b_{\text{eff}}, b_{\text{cls}}) =$	70,00	[cm]			

1.2 Caratteristiche dei materiali

legno / der. del legno:	GL24h	
	$f_{x,d,medio}$	[kN/cm ²]
$f_{m,k}$	2,4	1,43
$f_{t,0,k}$	1,65	0,98
$f_{t,90,k}$	0,05	0,03
$f_{c,0,k}$	2,4	1,34
$f_{c,90,k}$	0,27	0,15
$f_{v,k}$	0,25	0,14

cls:	C 25/30
	[kN/cm ²]
f_{ck}	2,5
f_{ctm}	0,26
τ_{Rd}	0,028
E_{cm}	3050

connettore con certificato: SFS VB-48-7,5×100

$\rho_k =$	380	[kg/m³]	$f_{x,d} = k_{mod,i} \cdot f_{xk}$	$k_h =$	1,06	[-]		
$\gamma_{legno,k} =$	4,50	[kN/m³]	$\gamma_{cassero.,k} =$	4,50	[kN/m³]	$\gamma_{cls,k} =$	25,00	[kN/m³]
$\gamma_{M,legno} =$	1,25	[-]			$\gamma_c =$	1,5	[-]	
CDS =	I	$k_{mod} =$	0,6	[-]				
CDC =	lunga	$k_{mod} =$	0,7	[-]	$K_{ser} = 2 \times d \cdot \rho_k^{1,5} / 20 =$	111,11	[kN/cm]	
						vedi certificato		

1.3 Calcolo delle sezioni per deformazione iniziale

$\gamma_{1,0} = 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{cm} \cdot A_c \cdot s_m / (K_{ser} \cdot l^2)) =$	0,372	[-]
$s_m = 1/n \cdot (0,75 \cdot e_{min} + 0,25 \cdot e_{max}) =$	10,00	[cm]
numero file/b: n =	1	[-]

$a_1 = \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) =$	14,08	[cm]
$a_2 = \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) =$	9,42	[cm]
$El_{y,eff,0} = \sum (El_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) =$	184.404.214	[kNcm ²]

1.4 Calcolo delle sezioni per deformazione finale

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{(0,\infty)}) =$	813	[kN/cm ²]
$2 \cdot A_c / u =$	100	[mm]
secondo EC2 3.1.2.5.5 Tab. 3.3		
$E_{mean,fin} = E_{0,mean} \times [a / (1 + k_{def}) + b / (1 + \psi_p \times k_{def}) + c / (1 + \psi_s \times k_{def})] =$	730	[kN/cm ²]
$a = g_{Sd} / (g_{Sd} + p_{Sd} + s_{Sd}) =$	0,91	[-]
$b = p_{Sd} / (g_{Sd} + p_{Sd} + s_{Sd}) =$	0,09	[-]
$c = s_{Sd} / (g_{Sd} + p_{Sd} + s_{Sd}) =$	0,00	[-]
$K_i = 4/3 \cdot K_{ser} / (1 + k_{def}) =$	69,44	[kN/cm]
vedi certificato		
$\gamma_{c,\infty} = 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{c,eff} \cdot A_c \cdot s_m / (K_i \cdot l^2)) =$	0,582	[-]
$a_1 = \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) =$	16,29	[cm]
$a_2 = \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) =$	7,21	[cm]
$El_{y,eff,0} = \sum (El_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) =$	95.878.155	[kNcm ²]

2. Carichi

peso proprio	$g_k =$	1,80	[kN/m ²]	
perm. non strutturale	$g_k =$	3,45	[kN/m ²]	
esercizio	$p_k =$	0,50	[kN/m ²]	Cat. H1
neve	$s_k =$	0,00	[kN/m ²]	neve < 1000m
luce	$L =$	7,50	[m]	

$\gamma_{g,1} =$	1,30	[-]	$\gamma_{g,2} =$	1,50	[-]	$\gamma_{p,s} =$	1,50	[-]
combinazione rara:	$\psi_p =$	1,0	[-]	$\psi_s =$	0,5	[-]		
combinazione frequente:	$\psi_p =$	0,9	[-]	$\psi_s =$	0,2	[-]		
comb. quasi permanente:	$\psi_p =$	0,8	[-]	$\psi_s =$	0,0	[-]		

3. Sollecitazioni

3.1 Sollecitazioni allo stato limite ultimo

$$M_{Sd} = b_c \cdot \gamma \cdot q \cdot l^2 / 8 = 40,69 \quad [\text{kNm}]$$

$$V_{Sd} = b_c \cdot \gamma \cdot q \cdot l / 2 = 21,70 \quad [\text{kN}]$$

$$V_{Sd,red} = V_{Sd} \cdot (1 - 2 \cdot h/L) = 19,27 \quad [\text{kN}]$$

3.2 Sollecitazioni allo stato limite di esercizio

combinazione rara	$M_d = q_k \cdot l^2 / 8 =$	28,3	[kNm]
combinazione frequente	$M_d = q_k \cdot l^2 / 8 =$	28,1	[kNm]
comb. quasi permanente	$M_d = q_k \cdot l^2 / 8 =$	27,8	[kNm]

4. Verifiche allo stato limite ultimo

4.1 Verifiche delle tensioni per deformazione iniziale

4.1.1 Tensioni nei baricentri:

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = -0,35 \quad [\text{kN/cm}^2]$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = 0,24 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{tRd} \leq 1: 0,25 < 1,00$

4.1.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot h_i / 2 \cdot E_i = -0,52 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \cdot \gamma_c / f_{ck} \leq 1: 0,37 < 1,00$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot h_i / 2 \cdot E_i = -0,18 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \cdot \gamma_c / 0,7 \cdot f_{ctm} \leq 1: 0,13 < 1,00$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot h_i / 2 \cdot E_i = 0,41 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{tRd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{mRd} \leq 1: 0,53 < 1,00$

4.1.3 Forza agente sui connettori:

$F_{Sd,i} = V_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i = 5,85 \quad [\text{kN}]$

4.2 Tensioni per deformazione finale

4.2.1 Tensioni nei baricentri:

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = -0,33 \quad [\text{kN/cm}^2]$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = 0,22 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{Sd,Holz,i} / f_{tRd} \leq 1: 0,23 < 1,00$

4.2.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i = -0,41$ [kN/cm²]

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \cdot \gamma_c / f_{ck} \leq 1$: $0,29 < 1,00$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i = -0,24$ [kN/cm²]

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \cdot \gamma_c / 0,7 \times f_{ctm} \leq 1$: $0,17 < 1,00$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i = 0,50$ [kN/cm²]

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{t,Rd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{m,Rd} \leq 1$: $0,57 < 1,00$

4.2.3 Forza agente sui connettori:

$F_{Sd,i} = V_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times \gamma_i \times a_i \times E_i \times A_i \times s_i = 5,42$ [kN]

4.3 Verifica della massima tensione da taglio:

solo il travetto va in appoggio $\tau_{Sd} = 1,5 \times V_{Sd} / A_{legno} = 0,06$ [kN/cm²]

Verifica: $\tau_{Sd} / f_{vd} \leq 1$: $0,40 < 1,00$

4.4 Pressione perpendicolare alla fibratura

$t_{eff} = V_{Sd} / (b_{legno} \cdot k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 3,58$ [cm] $< t_{scelto} = 10,00$ [cm]

$k_{c,90} = (2,38 - t / 250) \times (1 + h / (12 \times t)) = 2,508 \leq 4$ $k_{c,90} = 2,508$

4.5 Resistenza a taglio del connettore

Geometria del connettore diametro: $d = 7,5$ [mm]

profondità di fissaggio nel cls: $t_{cls} = 5,00$ [cm]

prof. di fiss. nel legno: $t_{legno} = 10,00$ [cm] $> 12 \times d = 9,00$ [cm]

caratteristiche del connettore:

$\gamma_y =$	1,10	[-]	Fe 430	[kN/cm ²]	
$\gamma_v =$	1,25	[-]	f_u	43,0	$\leq 45,0$ [kN/cm ²]
			f_{yk}	27,5	

connettore: $P_{Rd,y} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / (4 \cdot \gamma_v) = 12,16$ [kN]

nel cls: $P_{Rd,c} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{c,eff})^{0,5} / \gamma_v = 5,88$ [kN]

per $3 \leq t_{cls}/d \leq 4$: $\alpha = 0,2 \cdot (t_{Bcls}/d + 1)$

per $t_{cls}/d > 4$: $\alpha = 1$ $t_{cls}/d = 6,67$ $\alpha = 1,000$ [-]

nel legno: $R_{d,(c)} = f_{h,0,d} \cdot t_H \cdot d \cdot ((2 + M_{yd}/(f_{h,0,d} \cdot d \cdot t_H^2))^{0,5} - 1) + F_{ax,d}/4 = 5,63$ [kN]

$P_{Rd,H} = \min(R_{d,i})$ $R_{d,(d)} = 2,3 \cdot (M_{yd} \cdot f_{h,0,d} \cdot d)^{0,5} + F_{ax,d}/4 = 4,06$ [kN]

$R_{d,(a)} = f_{h,0,d} \cdot t_{legno} \cdot d = 12,11$ [kN]

$M_{yd} = 0,8 \cdot f_u \cdot d^3 / (6 \cdot \gamma_y) = 2,20$ [kNcm]

$f_{h,0,d} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k / \gamma_M = 1,61$ [kN/cm²]

$F_{ax,d} = d \times t_{pen} \times 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2 / \gamma_M = 1,21$ [kN] $P_{Rd,H} = 4,06$ [kN]

$s_{min} = 8,00$ [cm] $P_{Rd,i,min} = 7,00$ [kN] vedi certificato

Verifica: $F_{Sd,i} / P_{Rd,i,min} \leq 1$: $0,84 < 1,00$

passo minimo dei connettori:

$\eta = s_{min}/s_{max} \geq 0,25 + 0,03 \cdot L = 0,475 \geq 0,4$ $\eta = 0,475$ [-]

$4 \times s_{min} = 32,00$ [cm] $> s_{max} = 16,00$ [cm] $< s_{min} / \eta = 16,84$ [cm]

4.6 Verifica della capacità portante a taglio parallelo alla fibratura

$v_{Sd} = P_{Sd,i,max} / (2 \cdot s_{min}) = 0,37$ [kN/cm] $A_{cv} = A_{cls} = 350,00$ [cm²/m]

$v_{Rd,1} = 2,5 \cdot A_{cv} \cdot \eta \cdot \tau_{Rd} + A_s \cdot f_{ys} / \gamma_y = 1,14$ [kN/cm]

$v_{Rd,2} = 0,2 \cdot A_{cv} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,17$ [kN/cm] $v_{Rd} = v_{Rd,i,min} = 1,14$ [kN/cm]

per cls ordinario $\eta = 1,00$ [-]

scelto: $\emptyset 8 / 20$ $A_s = 2,51$ [cm²/m] $f_{ys} = 39,0$ [kN/cm²]

Verifica: $v_{Sd} / v_{Rd} \leq 1$: $0,32 < 1,00$

5. Verifiche allo stato limite di esercizio

5.1 Tensioni nel cls

5.1.1 combinazione rara:

$$\sigma_{d,c,0} = 0,29 \quad [\text{kN/cm}^2] < \sigma_{zul} = 0,6 \cdot f_{ck} = 1,50 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

5.1.2 combinazione quasi permanente:

$$\sigma_{d,c,0} = 0,28 \quad [\text{kN/cm}^2] < \sigma_{zul} = 0,45 \cdot f_{ck} = 1,13 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

5.2 Deformazioni

5.2.1 Deformazioni iniziali:

$$w_{2,inst} \leq l/400$$

contributo durante il getto:

si

$$w_0 = 5/384 \cdot g_{k,1} \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{Holz,0} = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

controfreccia in assenza di carico

$$u_0 =$$

$$0,0$$

$$[\text{cm}]$$

$$< l/300 =$$

$$2,500$$

$$[\text{cm}]$$

$$K_{ser} = 2 \times d \cdot \rho_k^{1,5} / 20 = 166,67 \quad [\text{kN/cm}]$$

$$\gamma_{1,0} = 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{cm} \cdot A_c \cdot s_m / (K_{ser} \cdot l^2)) = 0,471 \quad [-]$$

$$a_1 = \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 12,73 \quad [\text{cm}]$$

$$a_2 = \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 10,77 \quad [\text{cm}]$$

$$EI_{y,eff,0} = \sum (EI_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) = 203.249.514 \quad [\text{kNcm}^2]$$

Deformazione a seguito di carichi esterni

$$w_{p,inst} = 5/384 \cdot p_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,0} = 0,071 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean} \cdot A_v) = 0,008 \quad [\text{cm}]$$

$$A_v = A_{Holz} / 1,2 = 427 \quad [\text{cm}^2]$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \cdot s_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,0} = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean} \cdot A_v) = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{2,inst} = \sum w_{i,inst} \cdot \psi_i = 0,079 \quad [\text{cm}] < L/400 = 1,875 \quad [\text{cm}]$$

5.2.2 Limite per le deformazioni finali:

$$w_{net,fin} \leq l/350$$

$$E_{mean,fin} = E_{0,mean} / (1 + k_{def}) = 725 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

$$G_{mean,fin} = G_{mean} / (1 + k_{def}) = 45 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

$$K_{ser,fin} = K_{ser} / (1 + k_{def}) = 69,44 \quad [\text{kN/cm}]$$

$$\gamma_{c,\infty} = 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{c,eff} \cdot A_c \cdot s_m / (K_{ser} \cdot L^2)) = 0,582 \quad [-]$$

$$a_1 = \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 16,25 \quad [\text{cm}]$$

$$a_2 = \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 7,25 \quad [\text{cm}]$$

$$EI_{y,eff,\infty} = \sum (EI_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) = 95.502.387 \quad [\text{kNcm}^2]$$

Deformazioni a seguito di carichi esterni

$$w_{g,fin} = 5/384 \cdot g_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,\infty} = 1,586 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,g,inst} = M_g / (G_{mean,fin} \cdot A_v) = 0,135 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{p,inst} = 5/384 \cdot p_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,\infty} = 0,151 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean,fin} \cdot A_v) = 0,013 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \cdot s_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,\infty} = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean,fin} \cdot A_v) = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

Deformazioni a seguito del ritiro del cls

$$\varepsilon_{(0,\infty)} = -0,000325 \quad [-] \quad (\text{supposte condizioni ambientali secche})$$

$$F_{ritiro} = \varepsilon_{(0,\infty)} \cdot E_{c,eff} \cdot A_{cls} = -92,52 \quad [\text{kN}]$$

$$M_{ritiro} = F_{ritiro} \cdot a_{cls} = -15,03 \quad [\text{kNm}]$$

$$w_{ritiro} = M_{ritiro} \cdot L^2 / (8 \cdot E \cdot I_{y,eff,\infty}) = 1,107 \quad [\text{cm}]$$

non considerato

$$\begin{aligned}
W_{\text{net,fin}} &= W_{\text{m,fin,i}} + W_{\text{v,fin,i}} + W_{\text{Schwind}} - W_0 = & 1,851 & \text{ [cm]} & < l/350 = & 2,143 & \text{ [cm]} & \mathbf{0,86 < 1,00} \\
W_{2,\text{fin}} &= W_{\text{m,fin,i}} + W_{\text{v,fin,i}} - W_{\text{g,inst}} = & 1,055 & \text{ [cm]} & < l/300 = & 2,500 & \text{ [cm]} \\
W_{\text{g,inst}} &= 5/384 \cdot g_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,\text{eff},0} = & 0,745 & \text{ [cm]} \\
W_{\text{v,g,inst}} &= M_g / (G_{\text{mean}} \cdot A_v) = & 0,084 & \text{ [cm]}
\end{aligned}$$

6. Distanze minime dei connettori

$$\begin{aligned}
\text{Il alla fibratura:} & \quad a_1 = 0,7 \times (4 + \cos \alpha) \times d = & 2,7 & \text{ [cm]} \\
\perp \text{ alla fibratura:} & \quad a_2 = 0,7 \times (3 + \sin \alpha) \times d = & 2,1 & \text{ [cm]} \\
\text{Il bordo esterno del legno:} & \quad a_{3,t} = 0,7 \times (7 + 5 \times \cos \alpha) \times d = & 5,6 & \text{ [cm]} \\
\perp \text{ bordo esterno del legno:} & \quad a_{3,c} = 0,7 \times 7 \times d = & 2,1 & \text{ [cm]} \\
\text{bordo sollecitato:} & \quad a_{4,t} = 0,7 \times (3 + 4 \times \sin \alpha) \times d = & 2,5 & \text{ [cm]} \\
\text{bordo non sollecitato:} & \quad a_{4,c} = 0,7 \times 3 \times d = & 1,6 & \text{ [cm]}
\end{aligned}$$

S 202

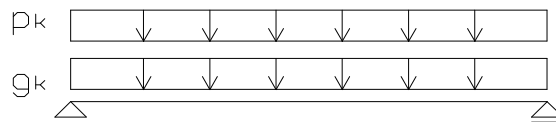
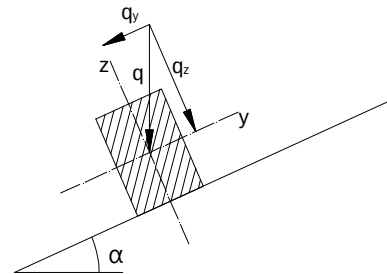
Arcarecci

sistema e materiale

$l_1 =$	7,50	[m]	CDS	II
$l_{K,L} =$	0,00	[m]	CDC	breve
$l_{K,R} =$	0,00	[m]		
interasse $i =$	0,70	[m]	Materiale	GL24h
largh. trave $b =$	18,0	[cm]	$I_y =$	69984 [cm ⁴]
alt. trave $h =$	36,0	[cm]	$W_y =$	3888 [cm ³]
$\alpha =$	22,0	(°)	$I_z =$	17496 [cm ⁴]
			$W_z =$	1944 [cm ³]

Carichi

peso proprio	$g_{k,Ba} =$	0,42	[kN/m ²]
peso portato	$g_{k,} =$	0,15	[kN/m ²]
totale permanente	$g_{1,k} =$	0,57	[kN/m²]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m ²]
carico neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m ²]



Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi\psi$	$\psi\psi$	$\psi\psi$
permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

$k_{mod} =$	0,9	$f_{m,d} =$	1,49	kN/cm ²
$k_{def} =$	0,8	$f_{v,d} =$	0,17	kN/cm ²
$k_h =$	1,00	$f_{c,0,d} =$	1,49	kN/cm ²
$k_{red} =$	0,7	$f_{c,90,d} =$	0,17	kN/cm ²
$k_{red} =$	0,7	$f_{t,0,d} =$	1,02	kN/cm ²
$\gamma_M =$	1,45	$E_{0,mean} =$	1160,00	kN/cm ²
		$E_{0,05} =$	940,00	kN/cm ²
		$G_{0,05} =$	60,00	kN/cm ²

Reazioni agli appoggi

	dir. Z	dir. Y	
$g_{1,k} =$	0,53	0,21	kN/m ²
$g_{2,k} =$	0,42	0,17	kN/m ²
$q_k =$	1,39	0,56	kN/m ²

reazioni all'appoggio (per m)

	A_Z [kN]	B_Z [kN]	A_Y [kN]	B_Y [kN]
permanente				
permanente portato				
variabile				
TOTALE DI PROGETTO	12,76	12,76	5,09	5,09

Sollecitazioni allo stato limite ultimo

sollecitazioni per m

	Direzione Z			Direzione Y		
	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,St,d}$ [kNm]	$M_{z,F,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]	$M_{y,St,d}$ [kNm]	$M_{y,F,d}$ [kNm]
permanente	2,6	0,0	4,8	1,0	0,0	1,9
permanente portato	2,36	0,0	4,52	0,89	0,0	1,74
variabile	7,8	0,0	14,6	3,2	0,0	5,9
TOTALE DI PROGETTO	12,76	0,0	23,92	5,09	0,0	9,54

Verifiche allo stato limite ultimo

momento flettente

$$k_m = 0,7$$

in campata

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,44 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,29 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,35 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,23\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,45} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,43} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

all'appoggio

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,00 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00\end{aligned}$$

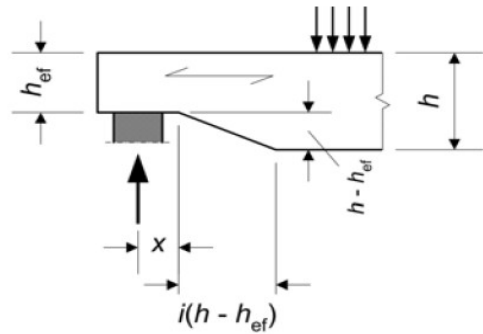
$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

Forza di taglio in corrispondenza dell'incastro

b_{ef}	160	[mm]
x	28	[mm]
h_{ef}	320	[mm]
α	0,10	
k_n	6,5	
k_v	0,69	

$$\tau_{d,d} = 0,038 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

$$\tau_{d,d} / f_{v,d} = 0,35 \leq 1,00$$



Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Deformazione iniziale

in campata	$w_{G,inst} =$	3,7	[mm]	$w_{Q,inst} =$	4,9	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,inst} =$	0,0	[mm]
$w_{Q,inst} =$		4,9	[mm]	$< l/300 =$	25,0	mm
				$h =$	0,20	$\leq 1,0$

Deformazioni a lungo termine

in campata	$w_{G,fin} =$	6,6	[mm]	$w_{Q,fin} =$	4,9	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,fin} =$	0,0	[mm]
$w_{Q,fin} =$		4,9	[mm]	$< l/200 =$	37,5	mm
				$h =$	0,13	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$		11,6	[mm]	$< l/200 =$	37,5	mm
				$h =$	0,31	$\leq 1,0$

S 203

Arcarecci

sistema e materiale

$l_1 =$	6,15	[m]
$l_{K,L} =$	0,00	[m]
$l_{K,R} =$	0,00	[m]

CDS	II
CDC	breve

interasse $i =$	0,70	[m]
-----------------	------	-----

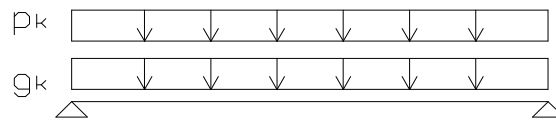
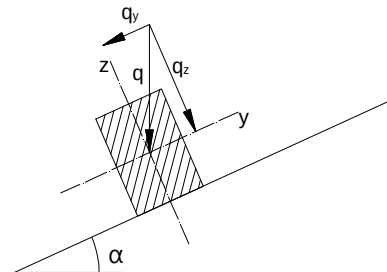
Materiale	GL24h
-----------	-------

largh. trave $b =$	16,0	[cm]
alt. trave $h =$	24,0	[cm]
$\alpha =$	12,0	(°)

$I_y =$	18432	[cm ⁴]
$W_y =$	1536	[cm ³]
$I_z =$	8192	[cm ⁴]
$W_z =$	1024	[cm ³]

Carichi

peso proprio	$g_{k,Ba} =$	0,25	[kN/m ²]
peso portato	$g_{k,} =$	0,15	[kN/m ²]
totale permanente	$g_{1,k} =$	0,40	[kN/m²]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m ²]
carico neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m ²]



Coefficienti di combinazione

	γ_Y	ψ_1	ψ_2	ψ_3
permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

$k_{mod} =$	0,9
$k_{def} =$	0,8
$k_h =$	1,00
$k_{red} =$	0,7
$k_{red} =$	0,7
$\gamma_M =$	1,45

$f_{m,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{v,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{c,0,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{c,90,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{t,0,d} =$	1,02	kN/cm ²
$E_{0,mean} =$	1160,00	kN/cm ²
$E_{0,05} =$	940,00	kN/cm ²
$G_{0,05} =$	60,00	kN/cm ²

Reazioni agli appoggi

	dir. Z	dir. Y	
$g_{1,k} =$	0,39	0,08	kN/m ²
$g_{2,k} =$	0,44	0,09	kN/m ²
$q_k =$	1,47	0,31	kN/m ²

reazioni all'appoggio (per m)

	A _Z [kN]	B _Z [kN]	A _Y [kN]	B _Y [kN]
permanente	1,19	1,2	0,3	0,3
permanente portato	1,35	1,4	0,3	0,3
variabile	4,51	4,5	1,0	1,0
TOTALE DI PROGETTO	10,35	10,35	1,8	1,8

Sollecitazioni allo stato limite ultimo

sollecitazioni per m

	Direzione Z			Direzione Y		
	V _{z,d} [kN]	M _{z,St,d} [kNm]	M _{z,F,d} [kNm]	V _{y,d} [kN]	M _{y,St,d} [kNm]	M _{y,F,d} [kNm]
permanente	1,6	0,0	2,4	0,3	0,0	0,5
permanente portato	2,0	0,0	3,1	0,4	0,0	0,7
variabile	6,8	0,0	10,4	1,4	0,0	2,2
TOTALE DI PROGETTO	10,3	0,0	15,9	2,2	0,0	3,4

Verifiche allo stato limite ultimo

momento flettente

$$k_m = 0,7$$

in campata

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,72 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,49 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,23 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,16\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,60 \leq 1 \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,50 \leq 1\end{aligned}$$

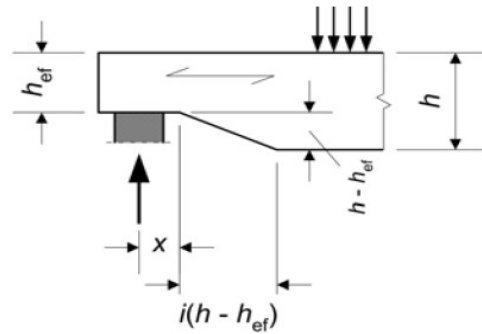
all'appoggio

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,00 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00 \leq 1 \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00 \leq 1\end{aligned}$$

Forza di taglio in corrispondenza dell'incastro

b_{ef}	160	[mm]
x	28	[mm]
h_{ef}	320	[mm]
α	0,10	
k_n	6,5	
k_v	0,71	
$\tau_{d,d}$	0,03	[kN/cm ²]
$\tau_{d,d} / f_{v,d}$	0,26	\leq 1,00



Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Deformazione iniziale

in campata	$w_{G,inst} =$	5,1	[mm]	$w_{Q,inst} =$	8,9	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,inst} =$	8,9	[mm]	$< l/300 =$	20,5	mm
				$h =$	0,44	$\leq 1,0$

Deformazioni a lungo termine

in campata	$w_{G,fin} =$	9,1	[mm]	$w_{Q,fin} =$	8,9	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,fin} =$	8,9	[mm]	$< l/200 =$	30,8	mm
				$h =$	0,29	$\leq 1,0$
	$w_{fin} =$	18,0	[mm]	$< l/200 =$	30,8	mm
				$h =$	0,59	$\leq 1,0$

S 205

Arcarecci

sistema e materiale

$l_1 =$	4,15	[m]
$l_{K,L} =$	0,00	[m]
$l_{K,R} =$	0,00	[m]

CDS	II
CDC	breve

interasse $i =$	0,70	[m]
-----------------	------	-----

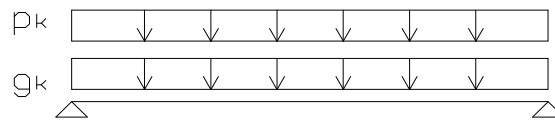
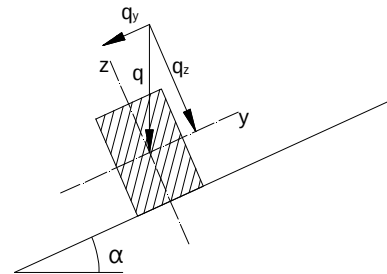
Materiale	GL24h
-----------	-------

largh. trave $b =$	16,0	[cm]
alt. trave $h =$	20,0	[cm]
$\alpha =$	12,0	(°)

$I_y =$	10667	[cm ⁴]
$W_y =$	1067	[cm ³]
$I_z =$	6827	[cm ⁴]
$W_z =$	853	[cm ³]

Carichi

peso proprio	$g_{k,Ba} =$	0,21	[kN/m ²]
peso portato	$g_{k,} =$	0,15	[kN/m ²]
totale permanente	$g_{1,k} =$	0,36	[kN/m²]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m ²]
carico neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m ²]



Coefficienti di combinazione

	γ_Y	ψ_1	ψ_2	ψ_3
permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

$k_{mod} =$	0,9
$k_{def} =$	0,8
$k_h =$	1,00
$k_{red} =$	0,7
$k_{red} =$	0,7
$\gamma_M =$	1,45

$f_{m,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{v,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{c,0,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{c,90,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{t,0,d} =$	1,02	kN/cm ²
$E_{0,mean} =$	1160,00	kN/cm ²
$E_{0,05} =$	940,00	kN/cm ²
$G_{0,05} =$	60,00	kN/cm ²

Reazioni agli appoggi

	dir. Z	dir. Y	
$g_{1,k} =$	0,35	0,07	kN/m ²
$g_{2,k} =$	0,44	0,09	kN/m ²
$q_k =$	1,47	0,31	kN/m ²

reazioni all'appoggio (per m)

	A_z [kN]	B_z [kN]	A_y [kN]	B_y [kN]
permanente	0,72	0,7	0,2	0,2
permanente portato	0,91	0,9	0,2	0,2
variabile	3,04	3,0	0,6	0,6
TOTALE DI PROGETTO	6,9	6,9	1,5	1,5

Sollecitazioni allo stato limite ultimo

sollecitazioni per m

	Direzione Z			Direzione y		
	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,St,d}$ [kNm]	$M_{z,F,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]	$M_{y,St,d}$ [kNm]	$M_{y,F,d}$ [kNm]
permanente	0,9	0,0	1,0	0,2	0,0	0,2
permanente portato	1,4	0,0	1,4	0,3	0,0	0,3
variabile	4,6	0,0	4,7	1,0	0,0	1,0
TOTALE DI PROGETTO	6,9	0,0	7,1	1,5	0,0	1,5

Verifiche allo stato limite ultimo

momento flettente

$$k_m = 0,7$$

in campata

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,47 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,31 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,12 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,37} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,30} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

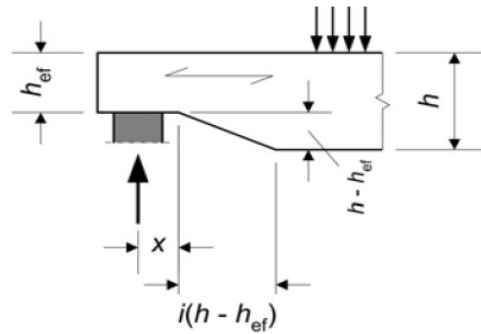
all'appoggio

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,00 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

Forza di taglio in corrispondenza dell'incastro

b_{ef}	160	[mm]
x	28	[mm]
h_{ef}	320	[mm]
α	0,10	
k_n	6,5	
k_v	0,70	
$\tau_{d,1}$	0,02	[kN/cm ²]
$\tau_{d,2} / f_{v,d}$	0,17	\leq 1,00



Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Deformazione iniziale

in campata	$w_{G,inst} =$	1,7	[mm]	$w_{Q,inst} =$	3,2	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,inst} =$	3,2	[mm]	$< l/300 =$	13,8	mm
				$h =$	0,23	$\leq 1,0$

Deformazioni a lungo termine

in campata	$w_{G,fin} =$	3,1	[mm]	$w_{Q,fin} =$	3,2	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,fin} =$	3,2	[mm]	$< l/200 =$	20,8	mm
				$h =$	0,15	$\leq 1,0$
	$w_{fin} =$	6,3	[mm]	$< l/200 =$	20,8	mm
				$h =$	0,30	$\leq 1,0$

T 101

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,10	[m]	$l^*_1 =$	5,10	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	24,0	[cm]	$I_y =$	351232	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	56,0	[cm]	$I_z =$	64512	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	205265	[cm ⁴]
				$W_y =$	12544	[cm ³]
l da stabilizzare		5,10	[m]	$l_{ef} =$	5,71	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	1,12	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	114,9	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,46	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,67	[kN/m]	
peso proprio		6,75	[kN/m]	pari a: 1,80kN/mq* [7,5 /2]m
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	7,42	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	12,94	[kN/m]	pari a: 3,45kN/mq* [7,5 /2]m
esercizio	$q_{e,k} =$	1,88	[kN/m]	pari a: 0,50kN/mq* [7,5 /2]m
neve	$q_{s,k} =$	0,00	[kN/m]	
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,00	0,00	0,00
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,17	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,17	[kN/cm ²]
CDC	lunga	$f_{c,90,d} =$	0,12	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,01	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,70	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	5,0	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	82,66	0,00	113,00

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,89 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,77 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,137 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,84 \leq 1$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro hs	24,0	24,0
b_{eff}	16,0	16,0
$F_{d,90}$	82,66	82,66
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_S =$	456	456
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,19	0,19
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,89 ≤ 1	0,89 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione	alto
--------------------------	-------------

Deformazione a breve termine

$w_0 = 0,0$ [mm]
 $w_{G,inst} = 4,6$ [mm]
 $w_{Q,inst} = 0,4$ [mm] $< l/500 = 10,2$ mm $h = 0,04 \leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

$w_{G,\text{fin}} =$	7,5	[mm]								
$w_{Q,\text{fin}} =$	0,4	[mm]	< l/300 =	17,0	mm		h=	0,02	≤1,0	
$w_{\text{fin}} =$	7,9	[mm]	< l/350 =	14,6	mm		h=	0,54	≤1,0	1,0

T 102

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,10	[m]	$l^*_1 =$	5,10	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	32,0	[cm]	$I_y =$	838485	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	68,0	[cm]	$I_z =$	185685	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	579202	[cm ⁴]
				$W_y =$	24661	[cm ³]
l da stabilizzare		5,10	[m]	$l_{ef} =$	5,95	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	1,36	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	159,8	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,39	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,98	[kN/m]	
peso proprio		11,79	[kN/m]	pari a: 1,80kN/mq* [(7,5+5,60) /2]m
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	12,77	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	22,60	[kN/m]	pari a: 3,45kN/mq* [(7,5+5,60) /2]m
esercizio	$q_{e,k} =$	3,28	[kN/m]	pari a: 0,50kN/mq* [(7,5+5,60) /2]m
neve	$q_{s,k} =$	0,00	[kN/m]	
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	1,00	0,90	0,80
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,16	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,17	[kN/cm ²]
CDC	lunga	$f_{c,90,d} =$	0,12	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,00	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,70	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	146,21	0,00	195,60

Verifica a momento flettente e instabilità flessione-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,79 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = \mathbf{0,69} \leq \mathbf{1}$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,165 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = \mathbf{0,97} \leq \mathbf{1}$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	32,0	32,0
b_{eff}	20,0	20,0
$F_{d,90}$	146,21	146,21
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	736	736
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,20	0,20
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,94 ≤ 1	0,94 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	3,2	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	0,3	[mm]	$< l/500 =$	10,2	mm	$h =$	0,03	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

$w_{G,fin} =$	5,2	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	0,4	[mm]	$< l/300 =$	17,0	mm	$h =$	0,03	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	5,6	[mm]	$< l/350 =$	14,6	mm	$h =$	0,38	$\leq 1,0$

T 103

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,10	[m]	$l^*_1 =$	5,10	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	24,0	[cm]	$I_y =$	170368	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	44,0	[cm]	$I_z =$	50688	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	152758	[cm ⁴]
				$W_y =$	7744	[cm ³]
l da stabilizzare		5,10	[m]	$l_{ef} =$	5,47	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,88	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	148,5	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,40	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,48	[kN/m]	
peso proprio		5,04	[kN/m]	pari a: 1,80kN/mq* [(5,60) /2]m
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	5,52	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	9,66	[kN/m]	pari a: 3,45kN/mq* [(5,60) /2]m
esercizio	$q_{e,k} =$	1,40	[kN/m]	pari a: 0,50kN/mq* [(5,60) /2]m
neve	$q_{s,k} =$	0,00	[kN/m]	
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	1,00	0,90	0,80
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,20 [kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,17 [kN/cm ²]
CDC	lunga	$f_{c,90,d} =$	0,12 [kN/cm ²]
$k_h =$	1,03	$E_{0,mean} =$	1150 [kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960 [kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,70	$G_{0,05} =$	54 [kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5 [kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45		

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	62,63	0,00	80,25

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 1,03 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = \mathbf{0,88} \leq \mathbf{1}$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,134 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = \mathbf{0,78} \leq \mathbf{1}$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	24,0	24,0
b_{eff}	12,0	12,0
$F_{d,90}$	62,63	62,63
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	360	360
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,18	0,18
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,82 ≤ 1	0,82 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	6,8	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	0,6	[mm]	$< l/500 =$	10,2	mm	$h =$	0,06	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

$w_{G,fin} =$	10,9	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	0,9	[mm]	$< l/300 =$	17,0	mm	$h =$	0,05	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	11,9	[mm]	$< l/350 =$	14,6	mm	$h =$	0,81	$\leq 1,0$

T 203

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	4,80	[m]	$l^*_1 =$	4,91	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	12,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	20,0	[cm]	$I_y =$	141973	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	44,0	[cm]	$I_z =$	29333	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	92190	[cm ⁴]
				$W_y =$	6453	[cm ³]
l da stabilizzare		4,91	[m]	$l_{ef} =$	5,30	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,88	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	108,8	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,47	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,40	[kN/m]	
peso proprio		3,93	[kN/m]	pari a: 0,60kN/mq* [(5,60+7,5) /2]m
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	4,33	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	2,95	[kN/m]	pari a: 0,45kN/mq* [(5,60+7,5) /2]m
esercizio	$q_{e,k} =$	0,00	[kN/m]	
neve	$q_{s,k} =$	9,82	[kN/m]	pari a: 1,50kN/mq* [(5,60+7,5) /2]m
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,50	0,30
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,37	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,19	[kN/cm ²]
CDC	media	$f_{c,90,d} =$	0,14	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,03	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,80	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni (per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	59,44	0,00	71,38

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 1,10 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,81 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,16 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,79 \leq 1$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	20,0	20,0
b_{eff}	12,0	12,0
$F_{d,90}$	60,0	60,0
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	300	300
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,20	0,15
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,85 ≤ 1	0,85 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]							
$w_{G,inst} =$	3,31	[mm]							
$w_{Q,inst} =$	4,34	[mm]	$< l/500 =$	9,8	mm	$h =$	0,44	$\leq 1,0$	

Deformazione a lungo termine

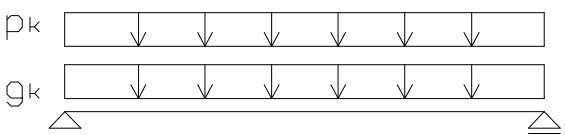
$w_{G,fin} =$	5,36	[mm]							
$w_{Q,fin} =$	4,34	[mm]	$< l/300 =$	16,4	mm	$h =$	0,26	$\leq 1,0$	
$w_{fin} =$	9,7	[mm]	$< l/350 =$	13,7	mm	$h =$	0,71	$\leq 1,0$	

T 206

Colmo

Geometria e materiale

	$l_1 =$	6,15	[m]	$l^*_1 =$	7,50	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	20,0	[cm]	$I_y =$	77760	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	36,0	[cm]	$I_z =$	24000	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	72000	[cm ⁴]
				$W_y =$	4320	[cm ³]
l da stabilizzare		7,50	[m]	$l_{ef} =$	7,47	[m]
tipo di carico	Distribuito			$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione	Zona compressa			incremento	0,72	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	92,1	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,51	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]



Azioni caratteristiche

peso proprio		0,36	[kN/m]
peso proprio		0,15	[kN/m]
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	0,51	[kN/m]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m]
esercizio	$q_{e,k} =$	0,00	[kN/m]
neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m]
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,50	0,30
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,57	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,22	[kN/cm ²]
CDC	breve	$f_{c,90,d} =$	0,16	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,05	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,90	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	5,0	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni (per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	11,02	0,00	16,95

Verifica a momento flettente e instabilità flessione-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,39 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,25 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,03 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,16 \leq 1$$

Verifica dell'appoggio intagliato

Appoggio	A				
$V_d =$	11,02	[kN]	$h_{ef} / h_{netto} =$	0,81	[-]
intaglio sopra $h_1 =$	0	[mm]	$h_{ef} =$	290	[mm]
intaglio sotto $h_2 =$	70	[mm]	$k_n =$	6,5	[-]
distanza da appoggio $x =$	0	[mm]	$k_v =$	0,87	[-]
inclinazione intaglio $=$	0	[°]	$i =$	0,0	[-]
	$\tau_{d,} =$	0,05	[kN/cm²]		
	$\tau_{d,} / f_{v,d} =$	0,29	≤ 1		

Viti	8,0x300mm		$f_{1,k} =$	11,55	[N/mm²]
$n =$	6		$R_{ax,k} =$	27,72	[kN]
$d =$	8	[mm]	$R_{ax,d} =$	17,21	[kN]
$l_{ef} =$	300	[mm]	$R_{ax,d,tot} =$	103,25	[kN]
	$F_{t,90,d} =$	18,22	[kN]		
	$R_{ax,d,tot} / F_{t,90,d} =$	0,18	≤ 1		

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	20,0	20,0
b_{eff}	12,0	12,0
$F_{d,90}$	11,02	11,02
$l_1 \geq 2 \times h$	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	300	300
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,037	0,037
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,13 ≤ 1	0,13 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	2,7	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	3,81	[mm]	$< l/500 =$	12,3	mm	$h =$	0,31	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

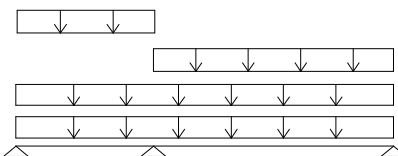
$w_{G,fin} =$	4,31	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	3,81	[mm]	$< l/300 =$	20,5	mm	$h =$	0,18	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	8,11	[mm]	$< l/350 =$	17,57	mm	$h =$	0,46	$\leq 1,0$

T 207

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,40	[m]	$l^*_1 =$	5,52	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	12,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	20,0	[cm]	$I_y =$	141973	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	44,0	[cm]	$I_z =$	29333	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	92190	[cm ⁴]
				$W_y =$	6453	[cm ³]
l da stabilizzare		5,52	[m]	$l_{ef} =$	5,85	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,88	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	98,6	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,49	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]
CC 3: p_k						
CC 2: p_k						
CC 1: p_k						
g_k						



Azioni caratteristiche

peso proprio		0,40	[kN/m]	
peso proprio		3,90	[kN/m]	pari a: 0,60kN/mq* [(5,60+7,5) /2]m
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	4,30	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	2,93	[kN/m]	pari a: 0,45kN/mq* [(5,60+7,5) /2]m
esercizio	$q_{e,k} =$	0,00	[kN/m]	pari a: 1,50kN/mq* [(5,60+7,5) /2]m
neve	$q_{s,k} =$	9,75	[kN/m]	
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,50	0,30
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,54	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,22	[kN/cm ²]
CDC	breve	$f_{c,90,d} =$	0,16	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,03	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,90	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	67,22	0,00	92,89

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 1,44 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,93 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,17 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,78 \leq 1$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	20,0	20,0
b_{eff}	12,0	25,0
$F_{d,90}$	67,22	67,22
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	2
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	300	620
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,23	0,11
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,82 ≤ 1	0,40 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	5,2	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	6,9	[mm]	$< l/500 =$	11,0	mm	$h =$	0,63	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

$w_{G,fin} =$	8,4	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	6,9	[mm]	$< l/300 =$	18,4	mm	$h =$	0,38	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	15,3	[mm]	$< l/350 =$	15,4	mm	$h =$	0,99	$\leq 1,0$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

2.5.4.4-Verifica collegamenti travi in legno

Per la verifica delle connessioni legno-legno e legno-C.A., nella maggiore parte dei casi, sono sempre stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Le sollecitazioni di verifica sono state ricavate dall'analisi globale, considerando gli effetti sia dei carichi ordinari, sia dell'azione sismica di progetto. Per alcune connessioni, è stato previsto l'impiego di sistemi di collegamento di produzione industriale brevettati, per i quali è lo stesso produttore a fornire i valori di resistenza, in maniera ufficiale, a mezzo di benestare tecnico.

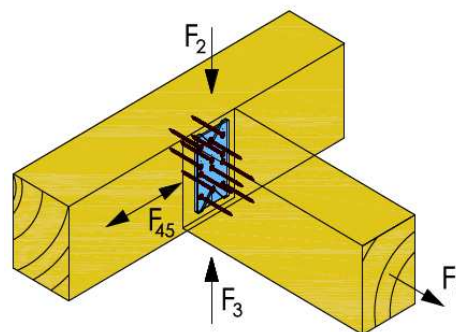
1-COLLEGAMENTO ARCARECCI S202, S203, S205 ALLE TRAVI CON SISTEMA RICON

Vengono individuate le due direzioni di sollecitazione dell'elemento di connessione (F2 ed F45, v. illustrazione), e per ciascuna di esse viene determinato il valore caratteristico di resistenza (rispettivamente $F_{2,rd}$ e $F_{45,rd}$) sulla base delle indicazioni fornite dal fascicolo tecnico del produttore, in conformità alla normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA (v. tabelle a seguire).

Le rispettive azioni sollecitanti $F_{2,ed}$ ed $F_{45,ed}$ sono quelle calcolate nell'ambito delle verifiche di resistenza degli elementi oggetto di studio, nei rispettivi paragrafi della presente relazione.

La verifica della resistenza del collegamento avviene combinando i valori così determinati nelle varie direzioni di sollecitazione, utilizzando la formula:

$$\left(\frac{F_{1,Ed}}{F_{1,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{23,Ed}}{F_{23,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{45,Ed}}{F_{45,Rd}} \right)^2 \leq 1$$



Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione verticale ($F_{2,rd}$)

RICON® S60 VS + EK

Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{2,Rd,CCBk}$ $\gamma_M=1,0$	$F_{2,Rd}$
RICON® S 140x60 min Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	34,00	34,20
	GL 24h	380			36,00
	GL 28h	410			37,80
	CLT	400			37,20
	D30 (GL ₁₀)	530			44,60
	D50 (GL ₁₀)	≥ 590			47,80

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

$$F_{2,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{2,Rk}}{\gamma_M}, F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M \right\}$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione orizzontale ($F_{4,Rd}$)

RICON® S60 EK,GK, VS
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{4,KCC,Rk} / \gamma_M = 1,0$	$F_{4,Rk}$
RICON® S 140x60 Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, GK, VS	C24	350	100/160	34,0	28,51
	GL 24h	380			30,17
	GL 28h	410			31,79
	CLT	400			31,30
	D30 (GL _h)	530			37,91
	D50 (GL _h)	≥ 590			40,80

$$F_{4,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{4,Rk}}{\gamma_M}, F_{KCC,4,Rk} / \gamma_M \right\}$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{4,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,4,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

Calcolo delle resistenze

$$F_{2,Rd} = \min \{ (k_{mod} \cdot F_{2,Rk} / \gamma_M), (F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M) \} = \min \{ (0,90 \cdot 36,00 / 1,50), (34,00 / 1,00) \} = \min \{ (21,60), (34,00) \} = \mathbf{21,60 \text{ kN}}$$

$$F_{4,Rd} = \min \{ (k_{mod} \cdot F_{4,Rk} / \gamma_M), (F_{KCC,4,Rk} / \gamma_M) \} = \min \{ (0,90 \cdot 30,17 / 1,50), (34,00 / 1,00) \} = \min \{ (18,10), (34,00) \} = \mathbf{18,10 \text{ kN}}$$

Determinazione azioni sollecitanti – arcarecci S202, S203, S205

Tutti gli arcarecci S202, S203, S205 verranno fissati alle travi principali con il sistema Ricon SVS. Le sollecitazioni maggiori sono in corrispondenza degli arcarecci S202. Si verifica quindi la correttezza del sistema di ancoraggio per gli arcarecci S202 e si estende il risultato a tutti gli arcarecci S202, S203, S205

Le azioni sollecitanti sono pertanto desunte dalle verifiche di resistenza degli arcarecci tipo S202:

$F_{2,ED}$ = azione sollecitante verticale in corrispondenza degli appoggi delle travi S201 ($R_a=R_b=12,80 \text{ kN}$)

$F_{4,RD}$ = azione sollecitante a taglio in corrispondenza degli appoggi delle travi S201 ($R_a=R_b=5,20 \text{ kN}$)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Verifica del collegamento – arcarecci S202, S203, S205

Essendo presenti azioni sollecitanti nelle direzioni 2/3 e 4/5, la verifica terrà conto del contributo delle singole componenti con la seguente formula:

$$\left(\frac{F_{1,Ed}}{F_{1,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{23,Ed}}{F_{23,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{45,Ed}}{F_{45,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$(12,80 / 21,60)^2 + (5,20 / 18,10)^2 = 0,43 < 1$ IL COLLEGAMENTO E' QUINDI VERIFICATO

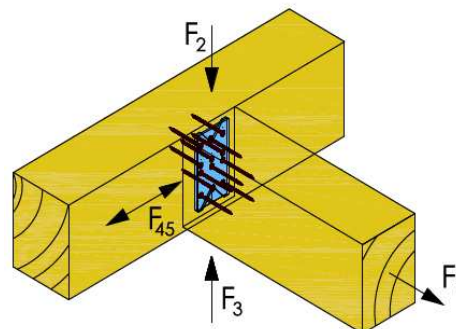
Si allega la scheda tecnica del sistema certificato.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
1-COLLEGAMENTO ARCARECCI S101 ALLE TRAVI CON SISTEMA RICON

Trattandosi di solaio orizzontale, il connettore lavora solo in direzione verticale F_2 , mentre le altre componenti (v. illustrazione) non sono presenti. Viene pertanto determinato il valore caratteristico di resistenza ($F_{2,Rd}$) sulla base delle indicazioni fornite dal fascicolo tecnico del produttore, in conformità alla normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA (v. tabelle a seguire).

La rispettiva azione sollecitante $F_{2,ed}$ corrisponde a quella calcolata nell'ambito delle verifiche di resistenza degli elementi oggetto di studio, nei rispettivi paragrafi della presente relazione.

La verifica del collegamento avviene calcolando il rapporto tra l'azione sollecitante e la resistenza di progetto, e il risultato dev'essere inferiore ad uno.


Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione verticale ($F_{2,Rd}$)
RICON® S60 VS + EK
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{2,KCC,Rk}$ $\gamma_M = 1,0$	$F_{2,Rk}$
RICON® S 140x60 min Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	34,00	34,20
	GL 24h	380			36,00
	GL 28h	410			37,80
	CLT	400			37,20
	D30 (GL _H)	530			44,60
	D50 (GL _L)	≥ 590			47,80
RICON® S 140x60 max Joint: 10 CS 8x160 mm Header: 10 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	60,00	41,10
	GL 24h	380			43,20
	GL 28h	410	100/260 * 120/220 *		45,30
	CLT	400			44,60
	D30 (GL _H)	530			53,20
	D50 (GL _L)	≥ 590			56,90

$$F_{2,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{2,Rk}}{\gamma_M}, F_{KCC,2, Rk} / \gamma_M \right\}$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$
- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Calcolo della resistenza

$$F_{2, RD} = \min \{ (k_{mod} * F_{2, RK} / \gamma_M), (F_{KCC, 2, RK} / \gamma_M) \} = \min \{ (0,90 * 43,20 / 1,50), (60,00 / 1,00) \} = \min \{ (25,92), (60,00) \} = \mathbf{25,92 \text{ kN}}$$

Determinazione azioni sollecitanti – arcarecci S101

Tutti gli arcarecci S101 verranno fissati alle travi principali con il sistema Ricon SVS. Le azioni sollecitanti in corrispondenza degli arcarecci S101 sono desunte dalla relativa verifica di resistenza:

$F_{2, ED}$ = azione sollecitante verticale in corrispondenza degli appoggi delle travi S101 ($R_a = R_b = 21,70 \text{ kN}$)

Verifica del collegamento – arcarecci S101

Si verifica che $F_{2, ED} / F_{2, RD} < 1$

$21,70 / 25,92 = 0,84 < 1$ IL COLLEGAMENTO E' QUINDI VERIFICATO

Si allega la scheda tecnica del sistema certificato.

LEGENDA ANCORAGGI

Verifica Fissaggio N201

Verifica tirafondi

$A =$ -> AREA NOMINALE DEL BULLONE

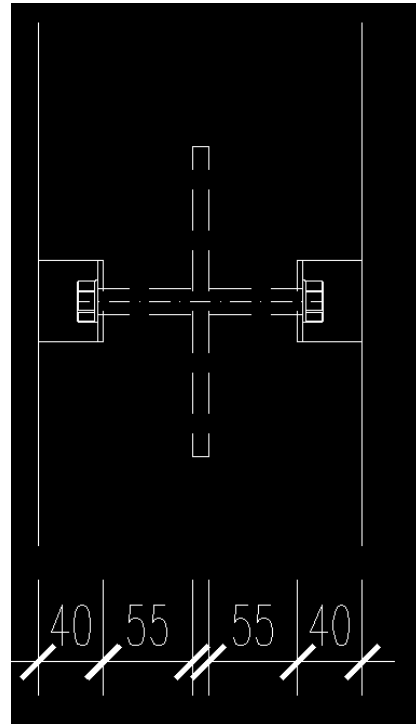
$A_s =$ -> AREA NETTA DEL BULLONE

$d_0 =$ DIAMETRO NOMINALE DEL FORO;

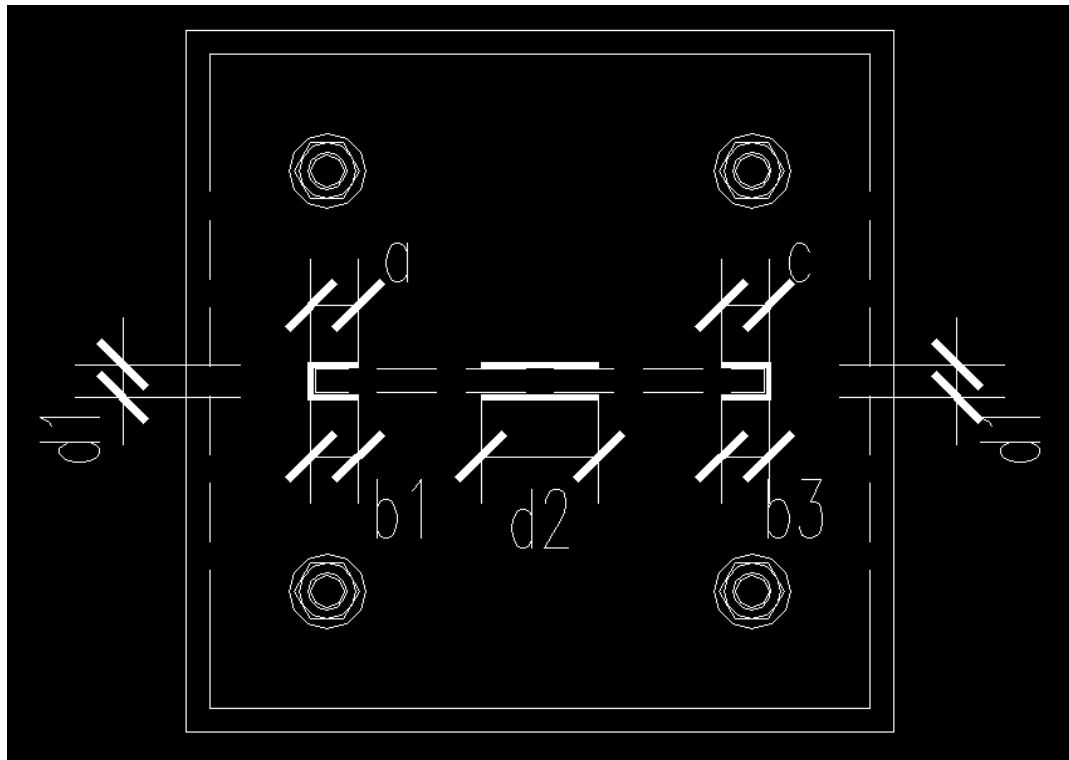
$s =$ DIAMETRO DELLA RONDELLA;

$t_s =$ SPESSORE DELLA RONDELLA

tutti i bulloni sono classe 5.6



Verifica cordoni di saldatura



N 101

Fissaggio T102 su pilastro (dettaglio 07b Tav.S07)

Sistema

materiale legno

CDC

CDS

GL24h
lungo
1

$\rho_{k,2}$

380,00

[kg/m³]

k_{mod}

0,70

γ_m

1,50

tipo di connettore

Spinotti
16

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s =$

8,0

[mm]

$\alpha =$

90,00

[°]

spessore legno

$t_1 =$

5,60

[cm]

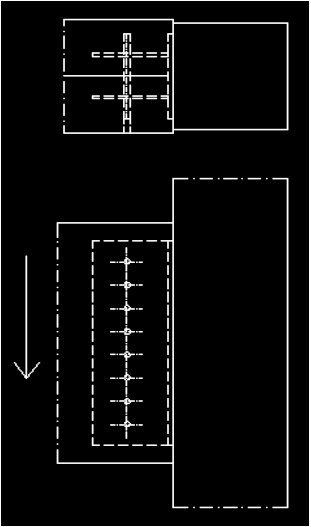
F_{Sd}

73,10

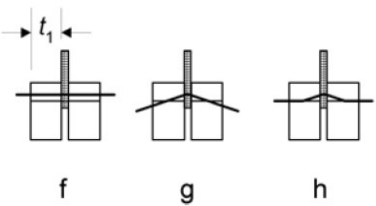
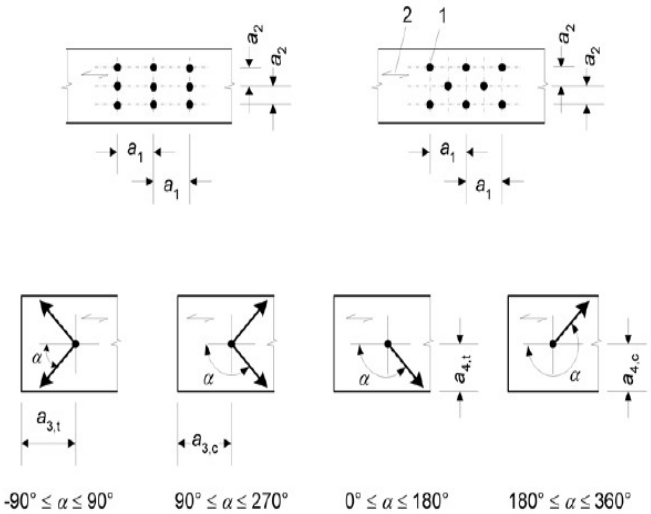
[kN]

(per singola lama)

Fsd trave T102 = 146,21kN. Fsd agisce su due lame.



Geometria



	distanze		
	min.	reale	
$a_1 =$	48	-	[mm]
$a_2 =$	48	66	[mm]
$a_{3,t} =$	112	120	[mm]
$a_{3,c} =$	112	120	[mm]
$a_{4,t} =$	64	120	[mm]
$a_{4,c} =$	48	120	[mm]

nr. file

n_r =

8

n_s =

1

n_{col.ef.} =

1,00

n_{tot.ef.} =

8,00

Verifica allo stato limite ultimo

f_{h,α,k} =

16,46

[N/mm²]

M_{y,Rk} =

202676

[Nmm]

F_{v,Rk} =

21,44

[kN]

F_{v,Rd} =

10,00

[kN]

F_{Rd} =

80,03

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,91

<

1

N 201 Fissaggio travi principali sui pilastri (dett. 01,02,03,04,05,05a ,05b,05c Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

CDC

CDS

$\rho_{k,2}$

380,00

[kg/m³]

k_{mod}

0,90

γ_m

1,50

tipo di connettore

Bulloni
16

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s =$

10,0

[mm]

spessore legno

$t_1 =$

5,50

[cm]

$\alpha =$

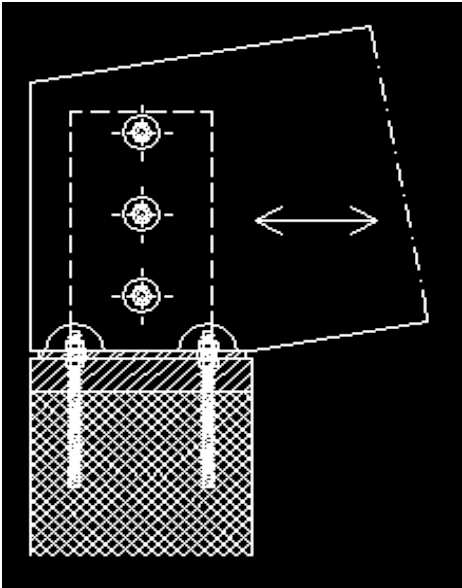
90,00

[°]

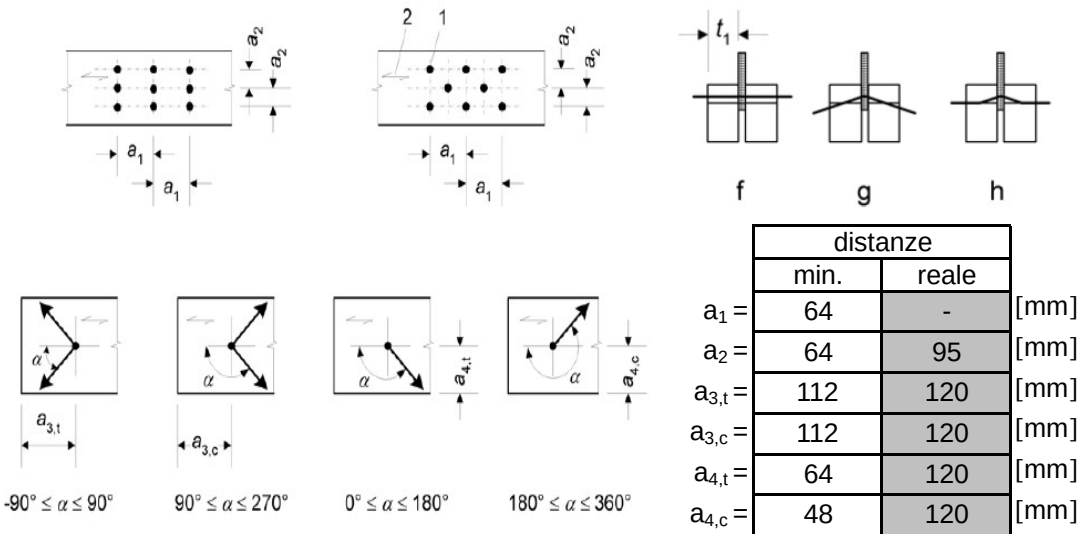
F_{Sd}

8,33

[kN]



Geometria



nr. file	$n_r =$	<table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3
3			
nr. colonne	$n_s =$	<table border="1"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1			

$n_{col.ef.} =$	<table border="1"><tr><td>1,00</td></tr></table>	1,00
1,00		
$n_{tot.ef.} =$	<table border="1"><tr><td>3,00</td></tr></table>	3,00
3,00		

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$	<table border="1"><tr><td>16,46</td></tr></table>	16,46	[N/mm ²]
16,46			
$M_{y,Rk} =$	<table border="1"><tr><td>202676</td></tr></table>	202676	[Nmm]
202676			

$F_{v,Rk} =$	<table border="1"><tr><td>21,36</td></tr></table>	21,36	[kN]
21,36			
$F_{v,Rd} =$	<table border="1"><tr><td>12,81</td></tr></table>	12,81	[kN]
12,81			

$F_{Rd} = 38,44$ [kN]

Verifica	F_{Sd}/F_{Rd}	0,22	<	1
----------	-----------------	------	---	---

= 52 mm

Verifica in condizioni sismiche (dett. 01,02,03,04,05,05a ,05b,05c Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h
istantaneo
1

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDC

k_{mod}

1,10

CDS

γ_m

1,50

tipo di connettore

Bulloni
16

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s =$ 10,0 [mm]

$\alpha =$

12,00 [°]

spessore legno

$t_1 =$ 5,50 [cm]

F_{Sd}

21,40 [kN]

(*)

Azione sismica stimata, a favore di sicurezza, con un calcolo statico-lineare, considerando un fattore di struttura pari a 1,5 e un'area (massima) di influenza di 35m², incrementata del 20%; posizione: incrocio assi N-13.

$$F_h = S_d(T_1) \times W \times \lambda_h / g = 21,40 \quad [\text{kN}]$$

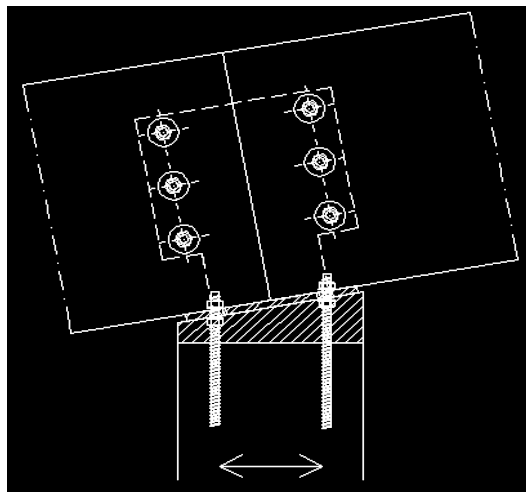
in cui:

$$S_d(T_1) = 4,76 \text{ m/s}^2$$

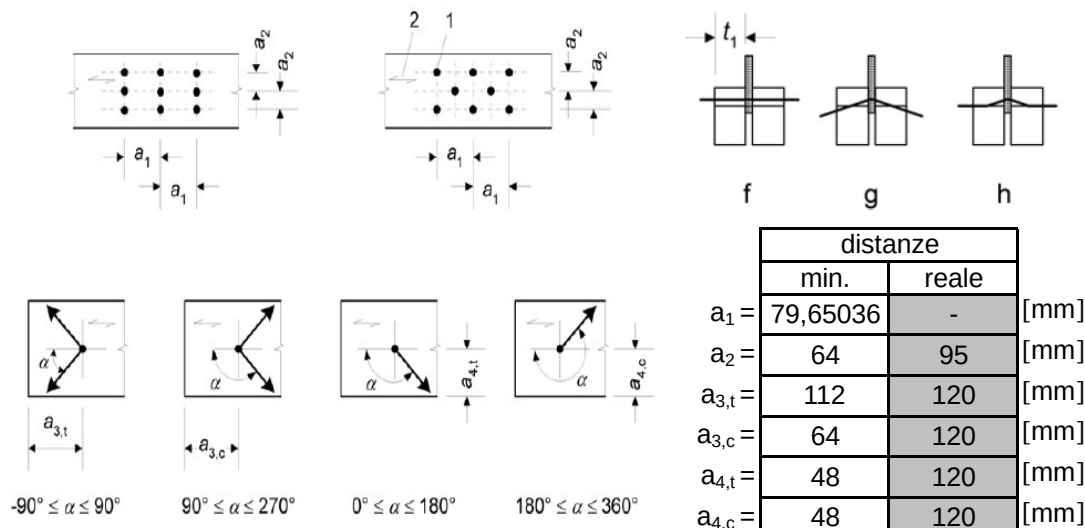
$$W = 44,1 \text{ kN}$$

$$\lambda_h = 1,00$$

$$W = (G_1 + G_2) \times A \times 1,2 = (60 \text{ Kg/m}^2 + 45 \text{ Kg/m}^2) \times 35 \text{ m}^2 \times 1,2$$



Geometria



nr. file

n_r =

3

nr. colonne

n_s =

1

n_{col.ef.} =

0,82

n_{tot.ef.} =

2,45

Verifica allo stato limite ultimo

f_{h,α,k} =

25,52

[N/mm²]

M_{y,Rk} =

202676

[Nmm]

F_{v,Rk} =

28,29

[kN]

F_{v,Rd} =

20,75

[kN]

F_{Rd} =

50,73

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,42

< 1

Verifica dei tirafondi (dett. 01,02,03,04,05,05a ,05b,05c Tav.S07) (secondo EC3)

Geometria e materiale

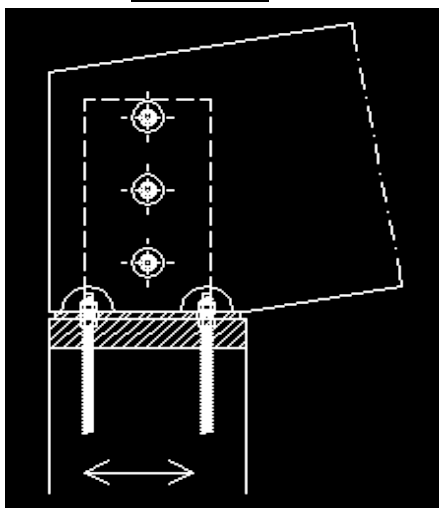
Sezione

vite:	M 16	d =	16	[mm]	d ₀ =	18	[mm]
		A =	2,01	[cm ²]	A _S =	1,57	[cm ²]
		t _s =	8	[mm]	max m =	15,9	[mm]
		s =	24	[mm]	min e =	26,17	[mm]

numero righe:	in direzione y:	2	[-]
	in direzione z:	2	[-]
numero totale di bulloni n =		4	[-]

numero sezioni di taglio:	n _s =	1	[-]
---------------------------	------------------	---	-----

spessore piastra:	t =	10,0	[mm]
-------------------	-----	------	------



Interasse e distanze dai bordi [mm]

$$e_{1,max} \text{ bzw. } e_{2,max} = 40\text{mm} + 4 \cdot t$$

$$p_{1,max} \text{ bzw. } p_{2,max} = \min(200\text{mm}; 14 \cdot t)$$

$e_{1,min} = 1,2 \cdot d_0 =$	22	<	$e_1 =$	40	<	$e_{1,max} =$	80
$p_{1,min} = 2,2 \cdot d_0 =$	40	<	$p_1 =$	280	>	$p_{1,max} =$	140
$e_{2,min} = 1,5 \cdot d_0 =$	27	<	$e_2 =$	40	<	$e_{2,max} =$	80
$p_{2,min} = 3,0 \cdot d_0 =$	54	<	$p_2 =$	320	>	$p_{2,max} =$	140

Materiale

Piastra orizzontale

acciaio:	S 235	f _y =	235	[N/mm ²]	E _y =	210.000	[N/mm ²]
		f _u =	360	[N/mm ²]	γ _{M0} =	1,1	[-]

bullone

classe dei bulloni:	5,6	f _{ub} =	500	[N/mm ²]	α _v =	0,6	[-]
		f _{yb} =	300	[N/mm ²]	γ _{M2} =	1,25	[-]

Resistenza a taglio nella parte liscia:	$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{ub} / \gamma_{m2} =$	48,25	[kN]
---	---	-------	------

Resistenza a taglio nella parte filettata:	$F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot A_S \cdot f_{ub} / \gamma_{m2} =$	37,68	[kN]
--	--	-------	------

Resistenza a trazione: $F_{t,Rd} = k_2 \cdot A_S \cdot f_{ub} / \gamma_{m2} =$ 56,52 [kN]

bullone normale $k_2 =$ 0,9

Secondo l'NTC 2008 al paragrafo 4.2.8.1.1 si ha che: "Nei collegamenti con bulloni "non precaricati" si possono impiegare viti delle classi da 4.6 a 10.9"

Sollecitazioni

Sollecitazioni sul gruppo di bulloni più sollecitati

$F_{t,Sd} =$	0,00	[kN]
$F_{v,Sd} =$	21,40	[kN]

Verifiche allo stato limite ultimo

Verifica delle viti a trazione

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \cdot F_{t,Rd}) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica delle viti a taglio

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}^*) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica della piastra a taglio per punzonamento

$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_R \cdot f_u / \gamma_{M2} =$ 136,18 [kN]

$d_m = (s + \min e) / 2 =$ 25,1 [mm]

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \cdot B_{t,Rd}) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica della piastra a rifollamento

spessore di contatto: $t_R = t =$ 10,0 [mm]

$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t_R / \gamma_{M2} =$ 85,33 [kN]

$$\alpha = \min \begin{cases} e_1 / (3 \cdot d_0) = 0,74 \\ p_1 / (3 \cdot d_0) - 1/4 = 4,94 \\ f_{ub} / f_u = 1,39 \\ 1,0 \end{cases} \quad \alpha = 0,74$$

$$k_1 = \min \begin{cases} 2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 = 4,52 \\ 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 = 23,19 \\ 2,5 \end{cases} \quad k_1 = 2,50$$

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}^*) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

spessore di contatto: $t_c = t =$ 10,0 [mm]

$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t_c / \gamma_{M2} =$ 85,33 [kN]

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}^*) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica delle viti a momento flettente

$M_{pl,Rd} = k_2 \cdot W_{pl} \cdot f_{yb} / \gamma_{m0} =$ 11,56 [kNcm] $k_2 =$ 0,9

$W_{pl} = d_s^3 / 6 =$ 0,47 [cm³] $d_s = (A_s \times 4 / \pi)^{1/2} =$ 1,41 [cm]

$M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{v,Sd} =$ 8,17 [kNcm]

$\Delta h =$ 0 [mm]

Verifica: $M_{Ed} / M_{Rd,pl} \leq 1$: **0,71** < **1,00**

Verifica delle viti a trazione e momento

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \cdot F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (n \cdot M_{pl,Rd}) \leq 1$: **0,70** < **1,00**

Verifica delle viti a trazione, momento e taglio

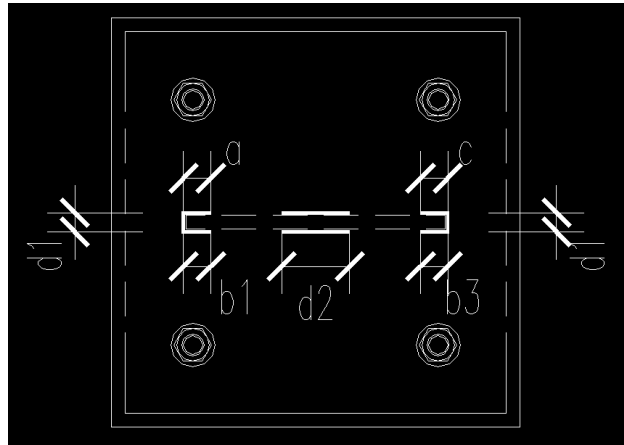
Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}) + F_{t,Sd} / (n \cdot F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (1,4 \times n \times M_{pl,Rd}) \leq 1$: **0,27** < **1,00**

Verifica del cordone di saldatura

1. Caratteristiche fisico-meccaniche della sezione e dei materiali

1.1 Geometria

$a =$	2,0	[cm]	$a_a =$	5,0	[mm]
$b_1 =$	2,0	[cm]	$a_{b1} =$	5,0	[mm]
$b_2 =$	0,0	[cm]	$a_{b2} =$	0,0	[mm]
$b_3 =$	2,0	[cm]	$a_{b3} =$	5,0	[mm]
$b_4 =$	0,0	[cm]	$a_{b4} =$	0,0	[mm]
$c =$	2,0	[cm]	$a_c =$	5,0	[mm]
$d_1 =$	1,0	[cm]	$a_{d1} =$	5,0	[mm]
$d_2 =$	5,0	[cm]	$a_{d2} =$	5,0	[mm]
$x_1 =$	0,0	[cm]			
$x_2 =$	0,0	[cm]			
$x_3 =$	0,0	[cm]			
$A =$	7,00	[cm ²]			
$y_s =$	0,21	[cm]			
$z_s =$	0,00	[cm]			
$I_y =$	6,5	[cm ⁴]			
$I_z =$	2,7	[cm ⁴]			
$W_y =$	8,7	[cm ³]			
$W_z =$	1,8	[cm ³]			
$A_{v,z} =$	3,00	[cm ²]			
$A_{v,y} =$	4,00	[cm ²]			



1.2 caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali

acciaio:	Fe 360	$f_y =$	235	[N/mm ²]	$E_y =$	210.000	[N/mm ²]
		$f_u =$	360	[N/mm ²]			

2. Sollecitazioni

2.1 sollecitazioni allo stato limite ultimo

$N_{Sd} =$	0,00	[kN]	$V_{y,Sd} =$	21,40	[kN]	$\gamma_{Mw} =$	1,25	[-]
$V_{z,Sd} =$	0,00	[kN]	$M_{z,Sd} =$	0,00	[kNm]			
$M_{y,Sd} =$	0,00	[kNm]						

3. Verifiche allo stato limite ultimo

3.1 sollecitazione della saldatura

$f_{vw,d} = f_u / (\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{Mw}) =$	20,78	[kN/cm ²]	$\beta_w =$	0,80	[-]
$\sigma_{Sd1} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\sigma_{Sd2} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\sigma_{Sd3} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\sigma_{Sd4} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\tau_{y,Sd} = V_{y,Sd}/A_{v,y} =$	0,00	[kN/cm ²]	$\tau_{z,Sd} = V_{z,Sd}/A_{v,z} =$	5,33	[kN/cm ²]
$f_{Sd} = (\sigma_{Sd,max}^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)^{1/2} =$	5,33	[kN/cm ²]			
verifica: $f_{Sd} / f_{vw,d} \leq 1:$	0,26	<	1,00		

4. Prescrizioni costruttive

$t_{min} =$	10,0	[mm]	$t_{max} =$	10,0	[mm]
$2 \leq \sqrt{t_{max}} - 0,5 \leq a \leq 0,7 \cdot t_{min}$	2,7	<	5,0	<	7,0

N 202

Fissaggio trave di colmo (dett. 06 Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDC

k_{mod}

0,90

CDS

γ_m

1,50

tipo di connettore

Spinotti
12

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s = 8,0$ [mm]

$\alpha =$

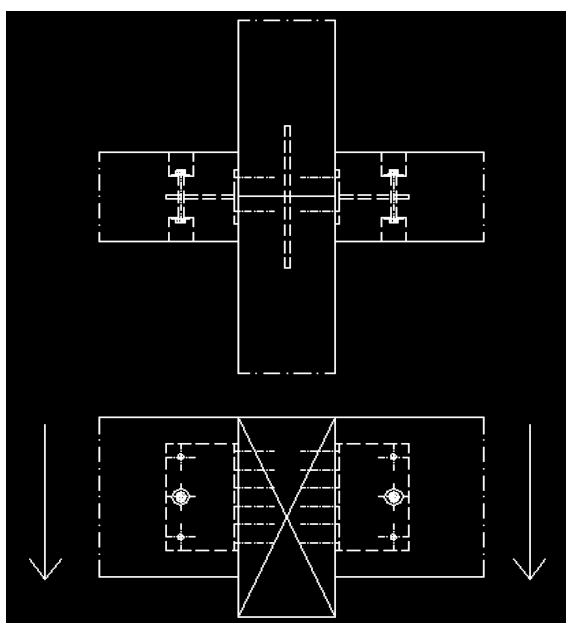
90,00 [°]

spessore legno

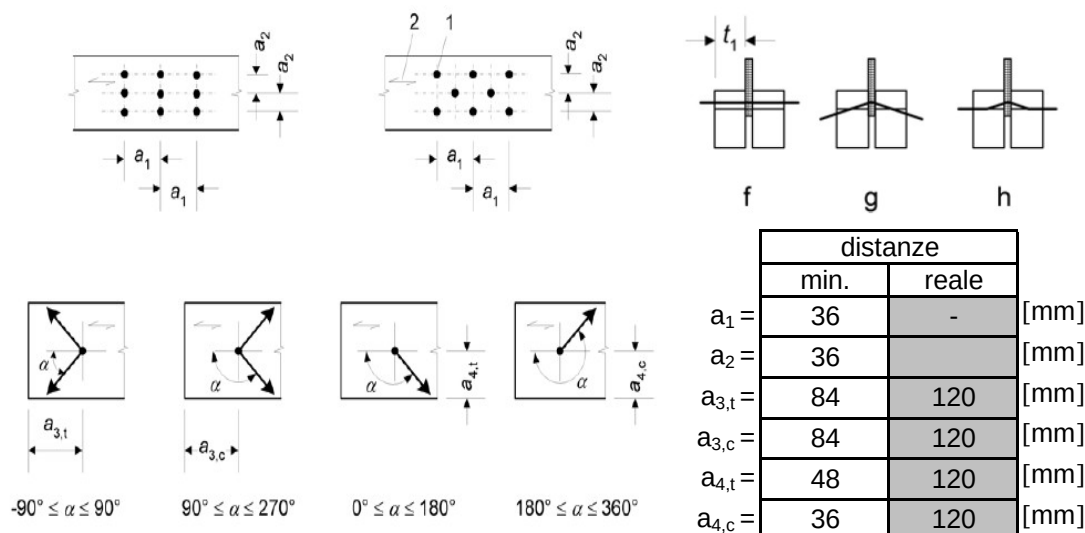
$t_1 = 5,50$ [cm]

F_{Sd}

11,01 [KN] F_{Sd} trave T106 = 11,01KN



Geometria



nr. file

n_r =

2

n_s =

1

n_{col.ef.} =

1,00

n_{tot.ef.} =

2,00

Verifica allo stato limite ultimo

f_{h,α,k} =

17,92

[N/mm²]

M_{y,Rk} =

95932

[Nmm]

F_{v,Rk} =

14,41

[kN]

F_{v,Rd} =

8,65

[kN]

F_{Rd} =

17,30

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,64

< 1

=

52

mm

N 203

Fissaggio trave principale su colonna in CA (dett. 08 Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

CDC

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDS

k_{mod}

0,90

γ_m

1,50

tipo di connettore

Spinotti
16

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s = 10,0$ [mm]

$\alpha =$

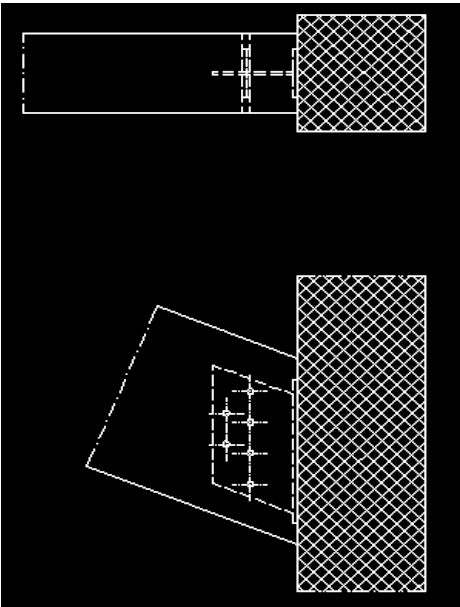
68,00 [°]

spessore legno

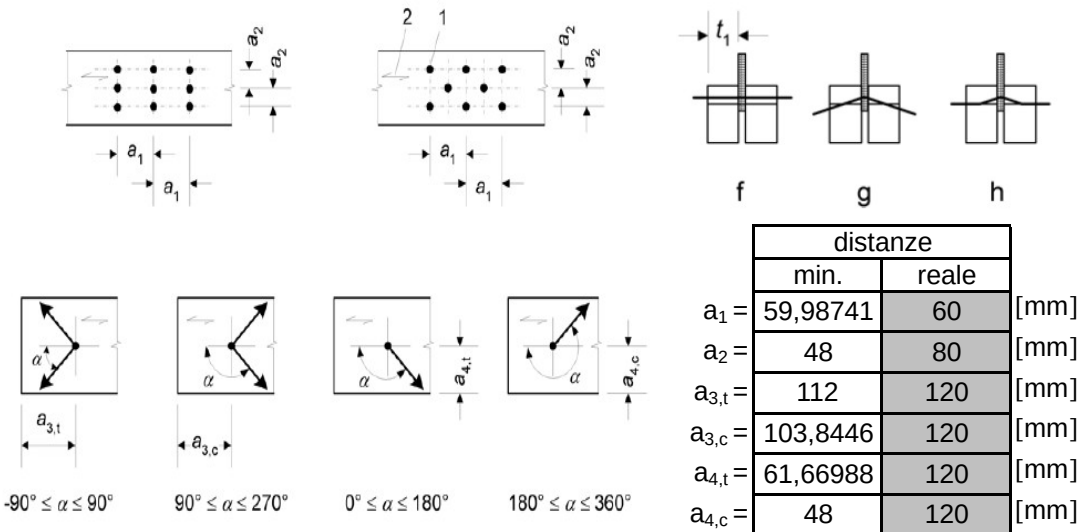
$t_1 = 5,50$ [cm]

F_{Sd}

59,44 [KN] (F_{Sd} trave T203 = 59,44KN.)



Geometria



nr. file	$n_r =$	6
nr. colonne	$n_s =$	1

$n_{col.ef.} =$	0,93
$n_{tot.ef.} =$	5,61

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$	17,37	[N/mm ²]
$M_{y,Rk} =$	202676	[Nmm]

$F_{v,Rk} =$	22,06	[kN]
$F_{v,Rd} =$	13,24	[kN]

$$F_{Rd} = 74,23 \text{ [kN]}$$

Verifica $F_{Sd}/F_{Rd} \quad 0,81 < 1$

Nota: I due bulloni presenti nel collegamento sono stati trascurati nella verifica a favore di sicurezza

N 204

Fissaggio travetti (in corrispondenza del dett. 02- dettaglio generale)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDC

k_{mod}

0,90

CDS

γ_m

1,50

tipo di connettore

Bulloni
12

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s = 8,0$ [mm]

$\alpha =$

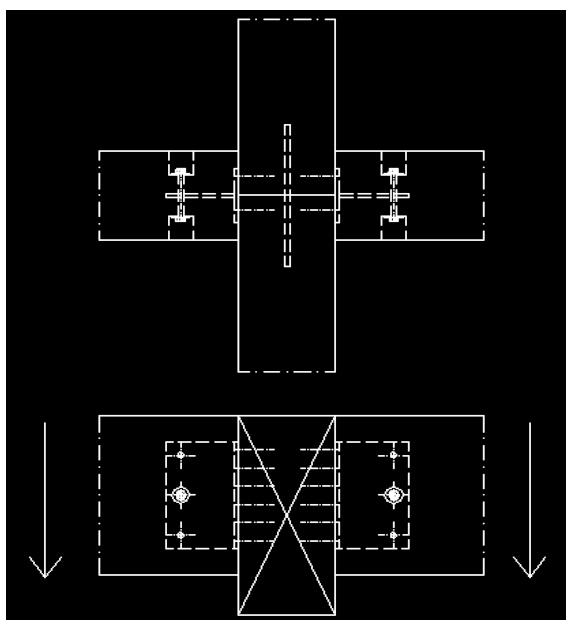
90,00 [°]

spessore legno

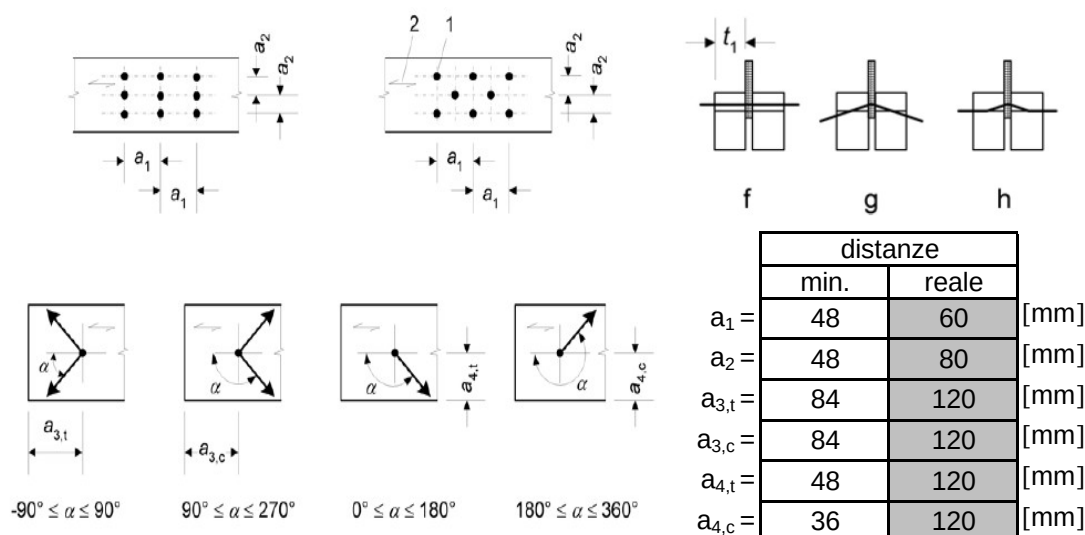
$t_1 = 3,50$ [cm]

F_{Sd}

12,80 [KN] (F_{Sd} trave S202 = 12,80KN.)



Geometria



nr. file

$n_r =$

3

nr. colonne

$n_s =$

1

$n_{col.ef.} =$

1,00

$n_{tot.ef.} =$

3,00

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$

17,92

[N/mm²]

$M_{y,Rk} =$

95932

[Nmm]

$F_{v,Rk} =$

12,93

[kN]

$F_{v,Rd} =$

7,76

[kN]

$F_{Rd} =$

23,28

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,55

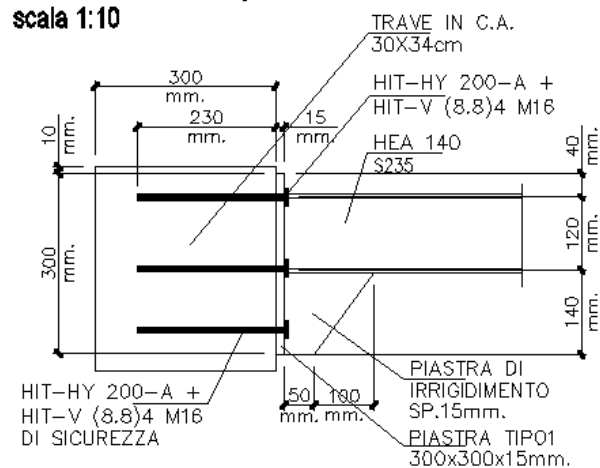
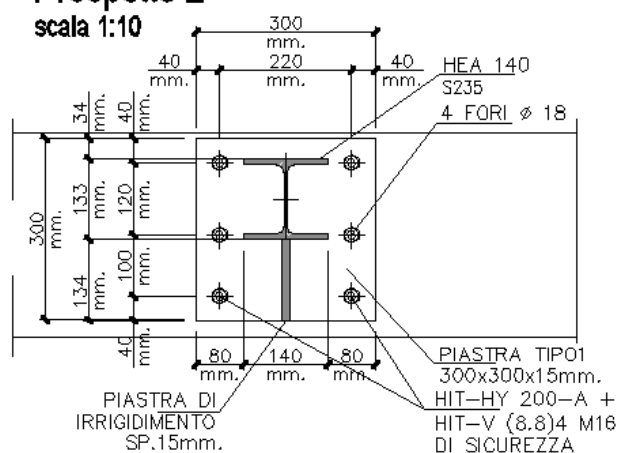
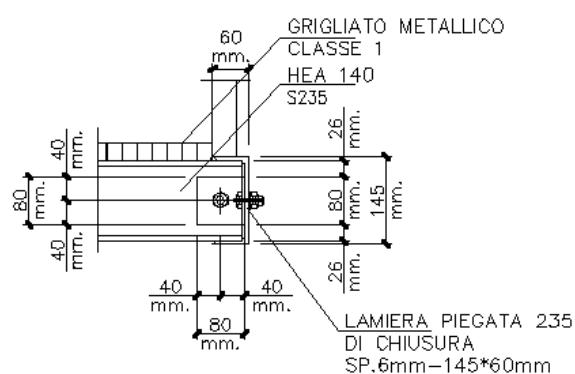
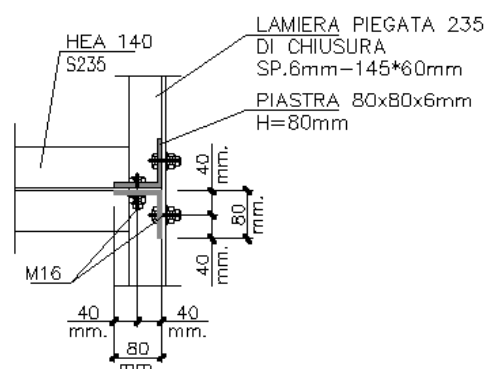
<

1

=

52

mm

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2.5.4.5-Verifica balcone metallico
DETT. A - Prospetto1
scala 1:10

Prospetto 2
scala 1:10

DETT. B - Prospetto 1
scala 1:10

DETT. B - Pianta
scala 1:10


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Il balcone metallico esterno posizionato in corrispondenza dei fili 14 e 5 è costituito da un grigliato metallico pedonale di spessore 40 mm (40 Kg/m²) in appoggio su quattro travi metalliche HEA 140, ad interasse 94cm e 174.5cm .

Il balcone permette l'accesso al locale tecnico, dove verranno posizionate le unità trattamento aria ed è accessibile al solo personale tecnico. L'accesso al balcone avverrà tramite scala alla marinara.

Il profilo si fissa alla trave in c.a. di piano attraverso una piastra metallica sp.15 mm e innesti chimici (4 elementi diametro 16mm.) e realizza un vincolo di tipo incastro. I quattro innesti chimici sono infatti in grado di assorbire le forze di taglio e lo sforzo di trazione agente sugli innesti superiori. Il collegamento è stato verificato con il programma HILTI ANCHOR.

Si verifica quindi il profilo centrale come trave a sbalzo di $l = 142\text{cm}$.

CARICHI AGENTI SULLA TRAVE METALLICA HEA 140
Carichi distribuiti

-carico permanente grigliato $100 \text{ Kg/mq} * (0.94+1.745)/2 = 140\text{Kg/m}$

-carico accidentale tipo C2 (balconi, ballatoi e scale comuni) $400 \text{ Kg/mq} * (0.94+1.745)/2 = 560 \text{ Kg/m}$

Carichi concentrati

-carico permanente parapetto e profilo a C di chiusura $100\text{Kg/ml} * (0.94+1.745)/2 = 10$

Dati relativi ai nodi della struttura

Nodi

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	1	0
2	1.45	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0

Elementi tipo trave

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm ²]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500.0	Calcestruzzo

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm ²]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]	Commento
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850.0	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	2	HEA 140	

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [cm ²]	Jt [cm ⁴]	J2 [cm ⁴]	J3 [cm ⁴]	J23 [cm ⁴]	Xx	Xy
1	2	31.47	8	1035	389	-0	4.1	1.4

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
1	1	1	2	10000	2	1	1.45	100	100	100	100

Condizioni e combinazioni di carico

Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate il numero di condizioni di carico statiche e dinamiche che sollecitano la struttura. Si noti che:

Per quanto riguarda le condizioni di carico dinamiche, il programma assimila ogni direzione di ingresso del sisma, definita dal progettista, ad una condizione di carico. Pertanto qualora agiscano sulla struttura n condizioni di carico statiche e il progettista abbia supposto che la struttura venga sollecitata da un sisma entrante in m direzioni, la struttura stessa viene considerata del programma come soggetta ad n + m condizioni di carico.

Le combinazioni di carico, definite dal progettista, combinano fra loro le n + m condizioni di carico ognuna partecipante alla combinazione i-esima secondo i fattori di partecipazione nel seguito riportati. N.B.: se la condizione j-esima ha fattore di partecipazione unitario, allora partecipa per intero alla combinazione i-esima.

Le prime n condizioni sono sempre statiche mentre sono di origine dinamica le (eventuali) condizioni da n + 1 a n + m.

Condizioni di carico definite:

Condizione	
1	Cond. 1-PESO PROPRIO

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Condizione	
2	Cond. 2-CARICHI PERMANENTI
3	Cond. 3-CARICHI ACCIDENTALI TIPO C2

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Combinazioni agli Stati Limite Ultimo

Comb.\Cond	1	2	3
1	1.3	1.3	1.5

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Comb.\Cond	1	2	3
2	1	1	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Comb.\Cond	1	2	3
3	1	1	0.7

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Comb.\Cond	1	2	3
4	1	1	0.6

Carichi e coppie applicati ai nodi

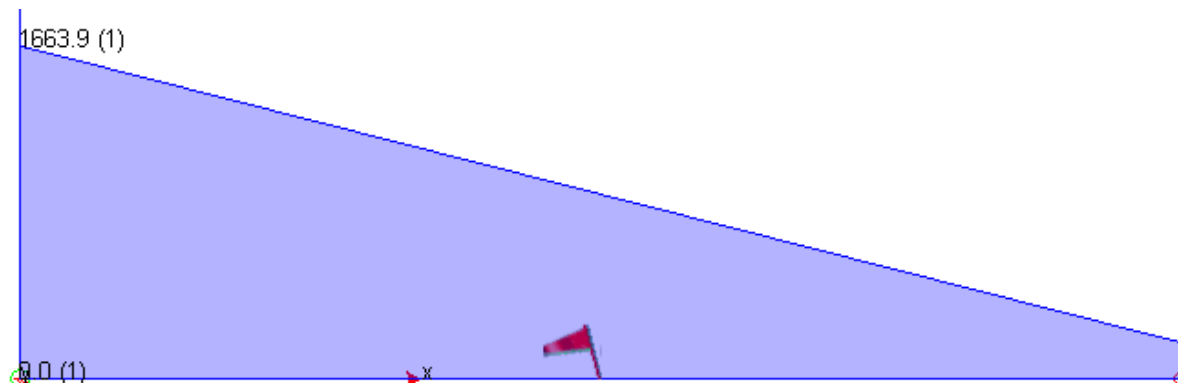
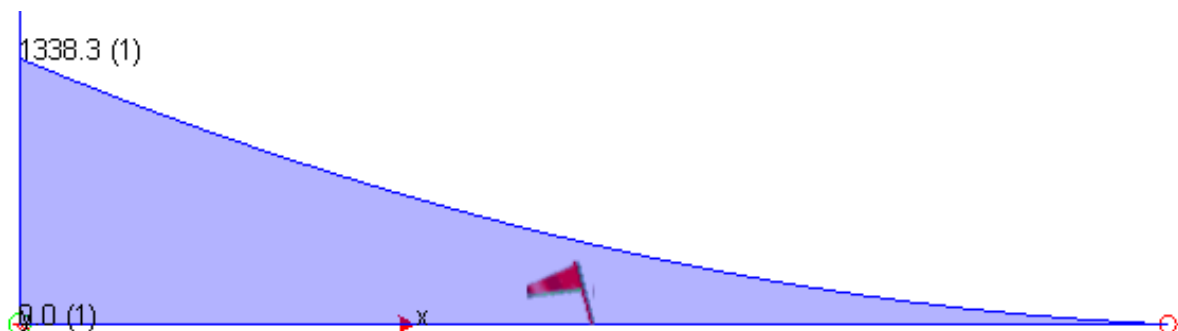
Nodo	Cond.	Px [kg]	Py [kg]	Pz [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Mz [kgm]
2	2	0.0	0.0	-140.0	0.0	0.0	0.0

Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	xi [m]	qxi [kg/m]	qyi [kg/m]	qzi [kg/m]	xj [m]	qxj [kg/m]	qyj [kg/m]	qzj [kg/m]
1	2	1.45	3	0.00	0.0	560.0	0.0	1.45	0.0	560.0	0.0
			2	0.00	0.0	140.0	0.0	1.45	0.0	140.0	0.0

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

DIAGRAMMA INVILUPPO T

DIAGRAMMA INVILUPPO M

Percentuale di sfruttamento dei profilati metallici

Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 1000%	Sd/Sr ≤ 1004%	Sd/Sr ≤ 1005%	Sd/Sr ≤ 1006%
1	HEA 140	0.00 (0)	100.00 (1)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S _D /S _R	Max Elemento nodi	Max S _D /S _R
1 HEA 140	1 2	0.56	1 2	0.56

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
Verifiche asta dal nodo 1 al nodo 2

Dati generali:

Luce dell'asta: 1.45 [m]

Sezione numero: 1 / HEA 140

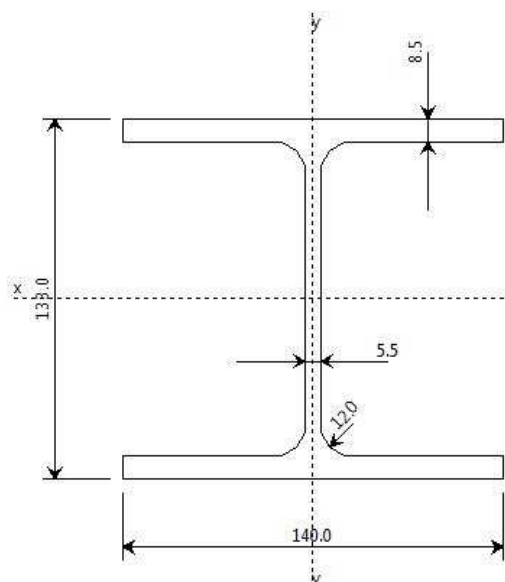
Materiale: Acciaio

 Tensione ammissibile: 1600.0 [kg/cm²]

 Tensione di snervamento: 2350.0 [kg/cm²]

Beta nel piano 1/2: 1.00

Beta nel piano 1/3: 1.00



DATI INERZIALI PROFILO : HEA 140

Area	31.47 [cm ²]	A.Traz	31.47 [cm ²] (L collegamento 0 [mm])
Jx	1035 [cm ⁴]	ix	5.73 [cm]
Wx	156 [cm ³]	Zx	174 [cm ³]
Jy	389 [cm ⁴]	iy	3.52 [cm]
Wy	56 [cm ³]	Zy	85 [cm ³]
Jt	8 [cm ⁴]		
Cw	15064 [cm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	b		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

Doppio T

B	140	[mm]
H	133	[mm]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

tf	9	[mm]
tw	6	[mm]
r	12	[mm]

VERIFICA DI RESISTENZA

Tensione Massima nella Combinazione 1 All'Ascissa 0.00

Sollecitazione			Tensione Indotta	
N	0.0	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
Mx	1338.3	[kgm]	860.2	[kg/cm ²]
My	-0.0	[kgm]	0.0	[kg/cm ²]
<i>Tensione Risultante</i>			<u>860.2</u>	[kg/cm ²]

Tensione Minima nella Combinazione 1 All'Ascissa 0.00

Sollecitazione			Tensione Indotta	
N	0.0	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
Mx	1338.3	[kgm]	-860.2	[kg/cm ²]
My	-0.0	[kgm]	-0.0	[kg/cm ²]
<i>Tensione Risultante</i>			<u>-860.2</u>	[kg/cm ²]

Tensione Tangenziale Max nella Combinazione 1 All'Ascissa 0.00

Sollecitazione			Tensione Indotta	
Ty	1663.9	[kg]	253.7	[kg/cm ²]
<i>Tensione Risultante</i>			<u>253.7</u>	[kg/cm ²]

Tensione Ideale Max nella Combinazione 1 all'Ascissa 0.00 (*Bordo Esterno*)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

Sollecitazione			Tensione Indotta	
N	0.0	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
Mx	1338.3	[kgm]	-860.2	[kg/cm ²]
Ty	1663.9	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
My	-0.0	[kgm]	0.0	[kg/cm ²]
<i>Tensione Ideale Risultante</i>			<u>860.2</u>	[kg/cm ²]

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

L'asta risulta non compressa.

VERIFICA DI INSTABILITA FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

 Asta verificata come sezione a *Doppio T*

Dati di Verifica:

Distanza fra i Ritegni Flesso-Torsionali : 1.45 [m]

Base del Profilo : 140 [mm]

Altezza : 133 [mm]

Spessore della Flangia : 9 [mm]

w' (x 1.4 Carichi All'estradosso) : 1.40

 Combinazione di Carico Critica : 1 (*Calcolo a Trave Appoggiata*)

Momento Massimo in Campata :	1338.3 [kgm]
Momento di Verifica :	1003.7 [kgm]
Tensione Indotta:	903.2[kg/cm ²]

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

L'asta risulta NON COMPRESSA.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

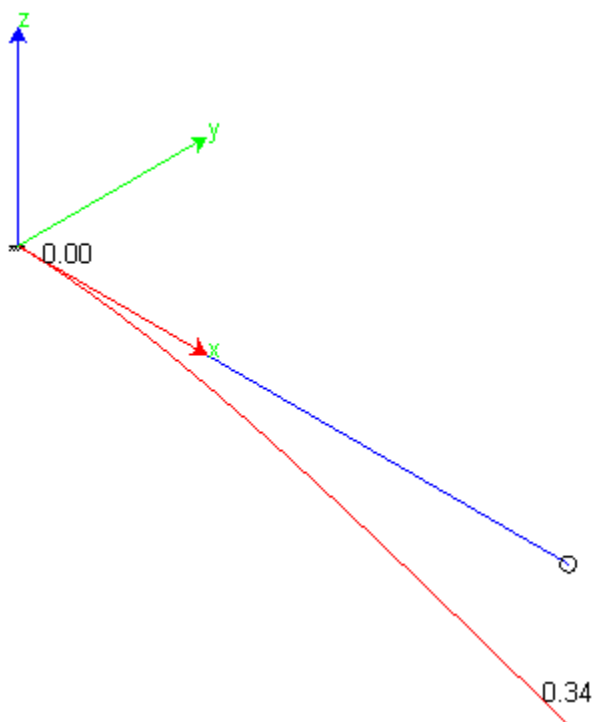
VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI MASSIMI

Secondo il cap. 4.2.4..2.1 gli spostamenti massimi verticali della travi dei solai deve essere $< 1/300$ della luce della trave stessa

Qu si ha spostamento massimo verticali: 0,34cm

$(1/300) * 145\text{cm} = 0,48\text{cm}$

$0,34\text{cm} < 0,48\text{cm}$ –la verifica è soddisfatta



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
VERIFICA DEL COLLEGAMENTO TRAVE HEA140-TRAVE IN C.A.

L'ancoraggio alla trave in c.a. verrà realizzata con innesto chimico tipo HILTI HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M16

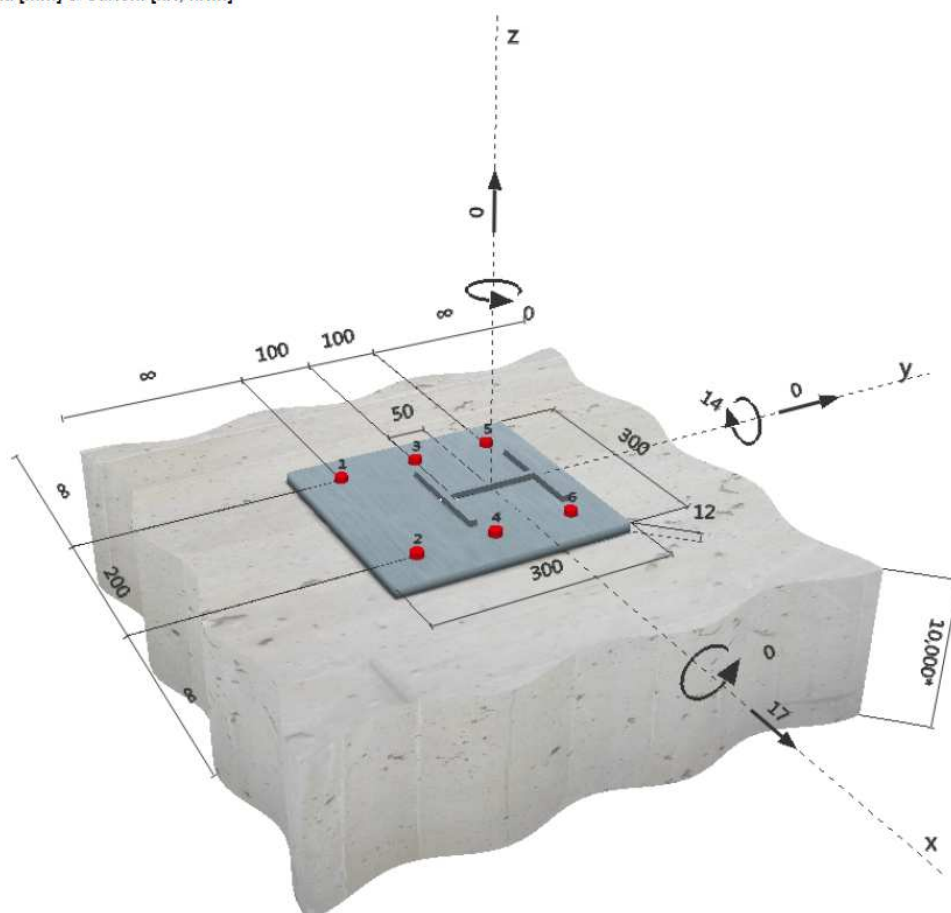
SI VERIFICA IL COLLEGAMENTO NELLA CONDIZIONE Più SFAVOREVOLE

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M16
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef, opti} = 178 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 320 \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 11/0493
Emesso l Valido:	08/08/2012 23/12/2016
Verifica:	metodo di calcolo ETAG BOND; EOTA TR 029
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPBi/HEA; ($L \times W \times T \times FT$) = $133 \text{ mm} \times 140 \text{ mm} \times 9 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$
Materiale base:	Fessurato Calcestruzzo, C25/30, $f_{cc} = 30.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 10000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	Foro da perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

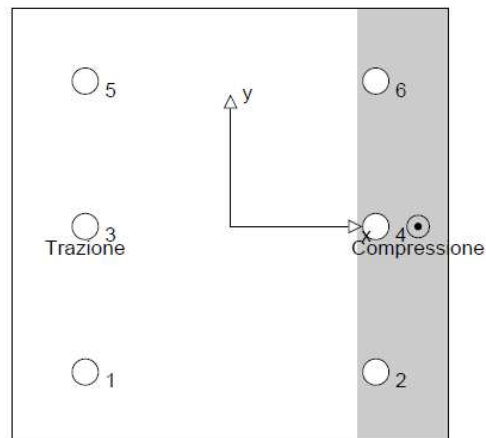
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	20.368	2.158	1.983	0.850
2	0.000	2.158	1.983	-0.850
3	20.368	2.958	2.833	0.850
4	0.000	2.958	2.833	-0.850
5	20.368	3.780	3.683	0.850
6	0.000	3.780	3.683	-0.850

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.22 [‰]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 6.50 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-100/0): 61.103 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(129/0): 61.103 [kN]


3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	stato
Rottura dell'acciaio*	20.368	84.000	25	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	61.103	61.252	100	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	61.103	71.516	86	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
126.000	1.500	84.000	20.368

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$S_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
377578	273067	20.00	523	261	∞
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1.000	8.00	2.300	1.246	1.114	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
71.578	110.254	1.800	61.252	61.103	

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]			
391956	285156	267	534			
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	7.200
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]			
93.653	1.800	71.516	61.103			

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3.780	50.400	8	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	17.000	187.727	10	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
63.000	1.250	50.400	3.780

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
522090	273067	20.00	261	523	∞
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	k-factor	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$
1.000	8.00	2.300	2.000	1.486	1.226
$\psi_{s,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{re,Np}$
1.000	0	1.000	50	0.839	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	
71.578	140.796	1.500	187.727	17.000	

6 Spostamento (ancorante più sollecitato)

Carichi di breve periodo:

N_{Sk}	=	15.087 [kN]	δ_N	=	0.118 [mm]
V_{Sk}	=	2.800 [kN]	δ_V	=	0.112 [mm]
			δ_{NV}	=	0.163 [mm]

Carichi di lungo periodo:

N_{Sk}	=	15.087 [kN]	δ_N	=	0.270 [mm]
V_{Sk}	=	2.800 [kN]	δ_V	=	0.168 [mm]
			δ_{NV}	=	0.318 [mm]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E
8 Dati Installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -

Profilo: IPBi/HEA; 133 x 140 x 9 x 9 mm

 Diametro del foro nella piastra: $d_f = 18$ mm

Spessore della piastra (input): 12 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8), M16

Coppia di serraggio: 0.080 kNm

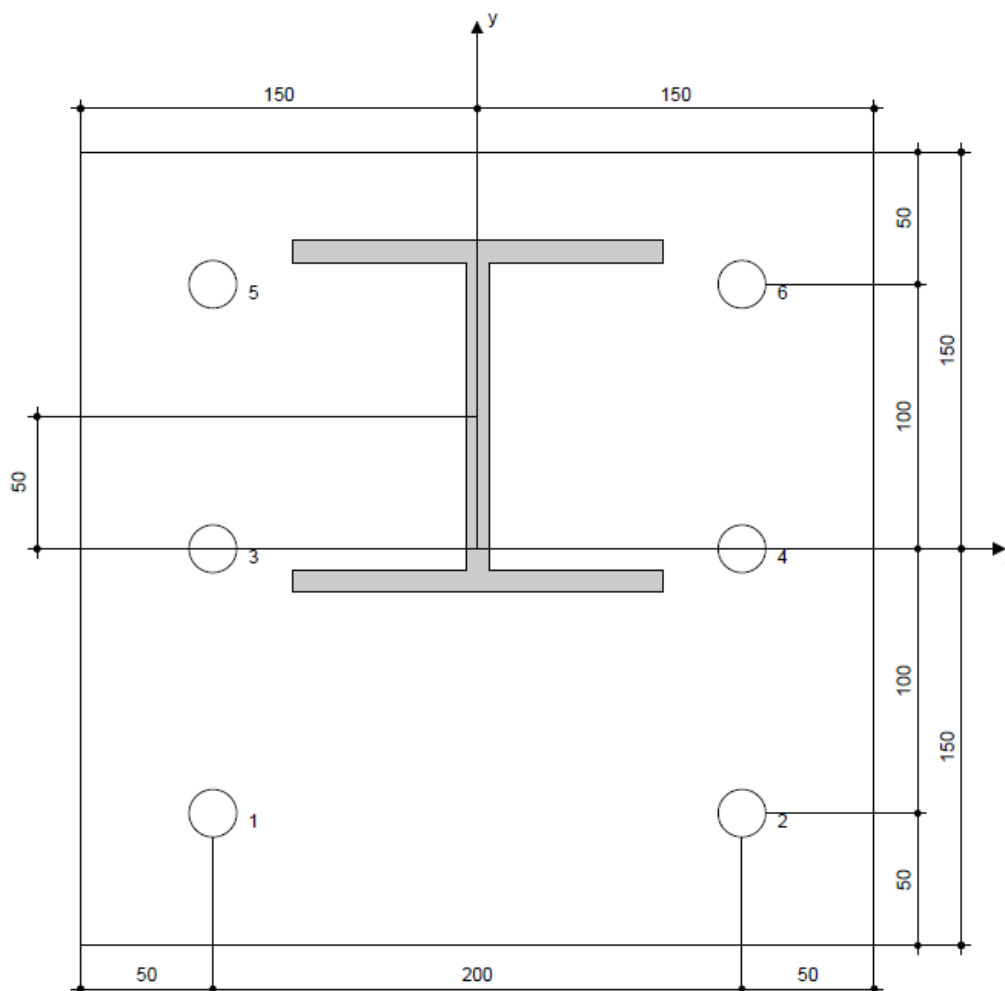
Diametro del foro nel materiale base: 18 mm

Profondità del foro nel materiale base: 178 mm

Spessore minimo del materiale base: 214 mm

8.1 Required accessories

Drilling	Cleaning	Setting
<ul style="list-style-type: none"> Suitable Rotary Hammer Properly sized drill bit 	<ul style="list-style-type: none"> Compressed air with required accessories to blow from the bottom of the hole Proper diameter wire brush 	<ul style="list-style-type: none"> Dispenser including cassette and mixer Torque wrench



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	C _x	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}
1	-100	-100	-	-	-	-
2	100	-100	-	-	-	-
3	-100	0	-	-	-	-

Ancorante	x	y	C _x	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}
4	100	0	-	-	-	-
5	-100	100	-	-	-	-
6	100	100	-	-	-	-

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO E

ALLEGATI:

- SCHEDA TECNICA COLLEGAMENTI TIPO "RICON"



ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Authorised and notified according
to Article 29 of the Regulation (EU)
No 305/2011 of the European
Parliament and of the Council of 9
March 2011

MEMBER OF EOTA



European Technical Assessment ETA-10/0189 of 03/03/2016

I General Part

Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011: ETA-Danmark A/S

Trade name of the construction product:

Knapp Clip Connectors type GIGANT 120, 150 and 180, Type RICON 60/40, 80/40, 100/40, 120/40, 140/40 and 160/40, Type RICON S 60/140, 60/170, 60/200, 60/230 and 80/200, 80/230, 80/260 and 80/290, and Type WALCO V60, V80 and WALCO 40

Product family to which the above construction product belongs:

Three-dimensional nailing plate (concealed beam hangers)

Manufacturer:

Knapp GmbH
Wassergasse 31
A-3324 Euratsfeld
Tel.: +43 (0) 7474 79910-0
Telefax: +43 (0) 7474 79910-99
Internet: www.knapp-verbinder.com

Manufacturing plant:

Knapp GmbH
Wassergasse 31
A-3324 Euratsfeld

This European Technical Assessment contains:

180 pages including 4 annexes which form an integral part of the document

This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of:

Guideline for European Technical Approval (ETAG) No. 015 Three Dimensional Nailing Plates, April 2013, used as European Assessment Document (EAD).

This version replaces:

The previous ETA with the same number issued on 2015-10-22

Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and should be identified as such.

Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full (excepted the confidential Annex(es) referred to above). However, partial reproduction may be made, with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction has to be identified as such.

II SPECIFIC PART OF THE EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT

1 Technical description of product and intended use

Technical description of the product

Knapp Clip Connectors GIGANT, RICON, RICON S and WALCO 40 are two-piece or one-piece (WALCO V) non-welded, face-fixed connectors to be used in timber to timber connections as well as connections between a timber and a steel member or timber and concrete member. RICON S can also be welded.

The connectors are made from pre-galvanized steel grade DD13 according to EN 10111:2008-06 with minimum yield strength R_e of 235 MPa. Dimensions, hole positions and typical installations are shown in Annex A.

2 Specification of the intended use in accordance with the applicable EAD

The connectors are intended for use in making end-grain to side-grain connections, end-grain to end-grain and side-grain to side-grain connections in load bearing timber structures, as a connection between a wood based joist and a solid timber (softwood or hardwood) or wood based header, where requirements for mechanical resistance and stability and safety in use in the sense of the Basic Works Requirements 1 and 4 of Regulation (EU) 305/2011 shall be fulfilled. They are also intended for use in making an end-grain or side-grain connection between a timber joist and a steel member or concrete.

The connectors can be installed as connections between wood based members such as:

- Structural solid timber of soft- or hardwood according to EN 338 / EN 14081,
- Glulam made of soft- or hardwood, classified according to EN 1194 / EN 14080, or with ETA or national approval
- LVL according to EN 14374 or ETA
- Parallam PSL,
- Intrallam LSL,
- Duo- and Triobalken,
- Cross laminated timber and similar structural glued products according EN16351 or ETA.
- Engineered wood products and solid wood panels according to EN13986 or ETA, the provisions of the ETA of the engineered wood product apply

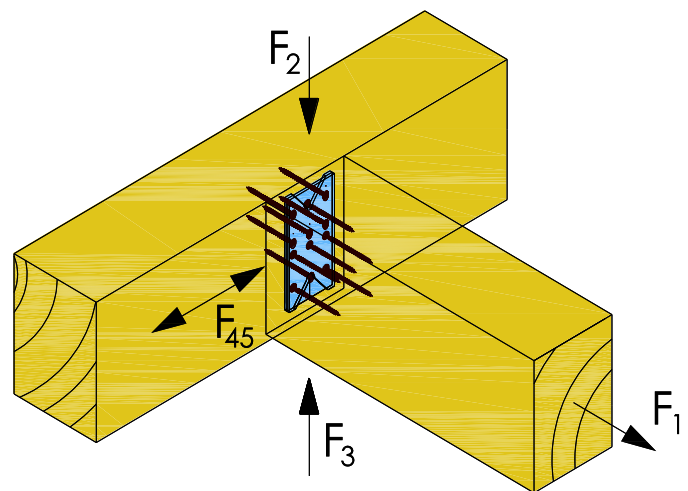
- Engineered wood products according to ETA if the ETA of the product includes provisions for the use of self-tapping screws, the provisions of the ETA of the engineered wood product apply.

However, the calculation methods are only allowed for a characteristic wood density of up to 500 kg/m^3 for softwood and 590 kg/m^3 for hardwood. Even though the wood based material may have a larger density, this must not be used in the formulas for the load-carrying capacities of the fasteners.

Where an interlayer made of wood-based panel is placed between the Knapp Clip Connector and the header, the influence of the interlayer on the load-carrying-capacity of the header fasteners has to be taken into account.

Annex B states the formulas for the characteristic load-carrying capacities of the connections. The design of the connections shall be in accordance with Eurocode 5 or a similar national Timber Code.

It is assumed that the forces acting on the connection are the following F_1 , F_2 , F_3 and F_{45} . The force F_1 acts perpendicular to the connector plate, F_2 and F_3 shall act in the middle of the connector in or against the direction of insertion. The force F_{45} is assumed to act with an eccentricity e_{45} with regard to the centre of gravity of the screws in the connector plate. It is assumed that the forces are acting right at the end of the joist.



It is assumed that the header beam is prevented from rotating. Similarly it is assumed that the steel member to which the connector is bolted does not rotate. If the header beam only has installed a connector on one side the eccentricity moment $M_v = F_d \times b_H/2$ shall be considered where b_H is the header width. The same applies when the header has connections on both sides, but with vertical forces which differ more than 20%.

It is a condition for a force F_1 , F_2 , F_3 and F_{45} that the connector plate is connected to a wood-based member with screws in all holes marked.

The connectors are intended for use in connections subject to static or quasi static loading. The zinc-coated connectors are for use in timber structures subject to dry, internal conditions defined by the service classes 1 and 2 of EN 1995-1-1, (Eurocode 5). The fasteners (screws and bolts) to be used shall be made from suitable material.

KNAPP clip connectors with $\geq 60 \mu\text{m}$ zinc-coating and screws with $\geq 15 \mu\text{m}$ zinc-coating are intended to be used for concealed connections in climatic conditions equivalent to swimming pool facilities with fresh water (this use does not apply to facilities with mineral or brine baths).

Details of the corrosion protection system are deposited at ETA-Danmark.

The scope of the brackets regarding resistance to corrosion shall be defined according to national provisions that apply at the installation site considering environmental conditions.

The provisions made in this European Technical Assessment are based on an assumed intended working life of the concealed beam hangers of 50 years.

The indications given on the working life cannot be interpreted as a guarantee given by the producer or Assessment Body, but are to be regarded only as a means for choosing the right products in relation to the expected economically reasonable working life of the works.

3 Performance of the product and references to the methods used for its assessment

Characteristic	Assessment of characteristic
3.1 Mechanical resistance and stability*) (BWR1)	
Characteristic load-carrying capacity	See Annex B
Stiffness	See Annex B
Ductility in cyclic testing	No performance determined
3.2 Safety in case of fire (BWR2)	
Reaction to fire	The concealed beam hangers are made from steel classified as Euroclass A1 in accordance with EN 13501-1 and EC decision 96/603/EC, amended by EC Decision 2000/605/EC
3.3 Hygiene, health and the environment (BWR3)	
Influence on air quality	The product does not contain/release dangerous substances specified in TR 034, dated March 2012**)
3.8 General aspects related to the performance of the product	The concealed beam hangers have been assessed as having satisfactory durability and serviceability when used in timber structures using the timber species described in Eurocode 5 and subject to the conditions defined by service class 1 and 2
Identification	See Annex A

*) See additional information in section 3.8 – 3.9.

**) In addition to the specific clauses relating to dangerous substances contained in this European technical Assessment, there may be other requirements applicable to the products falling within its scope (e.g. transposed European legislation and national laws, regulations and administrative provisions). In order to meet the provisions of the Construction Products Regulation, these requirements need also to be complied with, when and where they apply.

3.9 Methods of verification

The characteristic load-carrying capacities are based on the characteristic values of the connectors and the steel plates.

According to EN 1990 (Eurocode – Basis of design) paragraph 6.3.5 the design value of load-carrying capacity can be determined by reducing the characteristic values of the load-carrying capacity with different partial factors.

Therefore, to obtain design values according to the Eurocodes or appropriate national codes of practice, the capacities have to be multiplied with different partial factors for the material properties and – for the connectors mounted in wood – also the coefficient k_{mod} that takes into account the load duration class.

Thus, the characteristic or design values of the load-carrying capacity are determined also for timber failure $F_{Rk,H}$ (obtaining the embedment strength of connectors subjected to shear or the withdrawal capacity of the most loaded connector, respectively (see Annex B) as well as for steel plate failure $F_{KCC,Rd}$. The design value of the load-carrying capacity is the smaller value of both load-carrying capacities.

$$F_{Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{Rk,H}}{\gamma_{M,H}}; F_{KCC,Rd} \right\}$$

Therefore, for timber failure the load duration class and the service class are included. The different partial factors γ_M for steel or timber, respectively, are also correctly taken into account.

3.10 Mechanical resistance and stability

See annex B for characteristic load-carrying capacities of the connectors.

The characteristic capacities of the connectors are determined by calculation assisted by testing as described in the EOTA Guideline 015 clause 5.1.2. They should be used for designs in accordance with Eurocode 5 or a similar national Timber Code.

The design models allow the use of fasteners described in Annex A:

Screws in accordance with EN 14592

In the formulas in Annex B the capacities for self-drilling screws calculated from the formulas of Eurocode 5 are used assuming a thick steel plate when calculating the lateral nail load-carrying-capacity.

Further, the connectors can be fastened to a steel member by bolts with a diameter of 5 to 10 mm in holes with a diameter up to 1 mm larger than the bolt, and to a concrete member by concrete dowels.

No performance has been determined in relation to ductility of a joint under cyclic testing. The contribution to the performance of structures in seismic zones, therefore, has not been assessed.

3.11 Aspects related to the performance of the product

3.11.1 Corrosion protection in service class 1 and 2.

In accordance with ETAG 015 the connectors from 5 mm thick mild steel either have a zinc coating weight of min Z275 or an equivalent coating Fe/Zn 12c. The steel employed is DD13 according to EN 10111:2008-06 with minimum yield strength R_e of 235 MPa.

3.12 General aspects related to the fitness for use of the product

Knapp Clip Connectors GIGANT, RICON, RICON S WALCO V and WALCO 40 are manufactured in accordance with the provisions of this European Technical Assessment using the manufacturing processes as identified in the inspection of the plant by the notified inspection body and laid down in the technical documentation.

Connector joints

A connector joint is deemed fit for its intended use provided:

Header – support conditions

- The header beam shall be restrained against rotation and be free from wane under the connector.

If the header carries joists only on one side the eccentricity moment from the joists

$M_{ec} = R_{joist} \times b_H/2$ shall be considered at the strength verification of the header.

R_{joist} Reaction force from the joists
 b_H Width of header

- For a header with joists from both sides but with vertical forces which differ more than 20% a similar consideration applies.

Wood to wood connections

- Connectors are fastened to wood-based members by screws or bolts.
- There shall be screws in all marked holes as prescribed in Annex A.
- The characteristic capacity of the connector joint is calculated according to the manufacturer's technical documentation, dated 2009-12-05.
- The connector joint is designed in accordance with Eurocode 5 or an appropriate national code.
- There is no gap between the end of the joist and the connector plate or between the header surface and the connector plate.
- For Knapp Clip Connectors the width of the joist shall be at least the minimum width as prescribed in Annex A or D.
- The cross section of the joist at the connector joint shall have sharp edges, it shall be without wane.
- The cross section of the header shall have a plane surface against the whole connector plate.
- The depth of the joist or header shall be so large that the minimum fastener end and edge distances are observed.
- Screws to be used shall have a diameter, which fits the holes of the connector plates.
- The screws shall be driven into softwood without predrilling for:
 - RICON (Ø5 mm) and RICON S
 - WALCO V60
 or after pre-drilling:
 - RICON (Ø8 mm)
 - WALCO V80 and WALCO 40
 - GIGANT

The screws shall be driven into hardwood after pre-drilling.

The drill hole diameters are:

Outer thread diameter	Drill hole diameter	
	Softwood	Hardwood
5,0	3,0	3,5
6,0	4,0	4,0
8,0	5,0	6,0
10,0	6,0	7,0
KS12x60	8,0	9,0
KS16x60	12,0	13,0

Wood to steel and wood to concrete

The above mentioned rules for wood to wood connections are applicable also for the connection between the joist and the steel-header or concrete-header.

- The connector joint is designed in accordance with Eurocodes 2, 3, 5 or 9 or an appropriate national code.
- The connector plate shall be in close contact with the steel or concrete over the whole face. There shall be no intermediate layers in between, except static calculations are made for the interlayer.
- The bolt shall have a diameter not less than the hole diameter minus 2 mm.
- The bolts shall be placed symmetrically about the vertical symmetry line. The number of bolts shall equal the number of the respective screws in the joist.
- Concrete bolts shall be in accordance with an ETA based on ETAG 001

4 Attestation and verification of constancy of performance (AVCP)

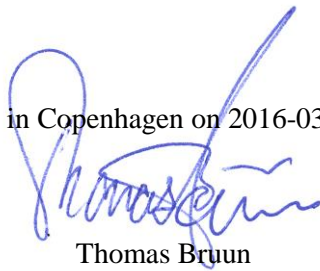
4.1 AVCP system

According to the decision 97/638/EC of the European Commission¹, as amended, the system(s) of assessment and verification of constancy of performance (see Annex V to Regulation (EU) No 305/2011) is 2+.

5 Technical details necessary for the implementation of the AVCP system, as foreseen in the applicable EAD

Technical details necessary for the implementation of the AVCP system are laid down in the control plan deposited at ETA-Danmark

Issued in Copenhagen on 2016-03-03 by



Thomas Bruun
Managing Director, ETA-Danmark