



COMUNE DI PONSACCO

Piazza Valli, 8
Comune di Ponsacco (PI) - 56038
tel. 0587-738111
fax. 0587-733871

REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO COPERTO Località I Poggini

PROGETTO ESECUTIVO I STRALCIO

RELAZIONI

Fascicolo calcoli strutturali strutture in legno



CODICE:

RE_ST_02

REV.:

c

SCALA:

-

DATA:

20/11/2017

FILE:

Cartigli

PROGETTISTA E DL OPERE EDILI E STRUTTURALI RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI PROFESSIONALI

Ing. Cristiano Remorini
Via di Mezzo n°60
Calcinai (PI), 56012
Tel. 0587 488245
Fax. 0587 488245
Email. c.remorini@st-ingenium.it
Pec. cristiano.remorini@ingpec.eu

COLLABORATORI TECNICI

Ing. Roberto Pinelli
Arch. Nico Giusti
Ing. Annalisa Cini

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO

Arch. Andrea Giannelli

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
a	PRIMA EMISSIONE	06/09/2017	Ing. Roberto Pinelli	Ing. C. Remorini	Ing. C. Remorini
b	INTEGRAZIONE CONI	23/10/2017	Ing. Roberto Pinelli	Ing. C. Remorini	Ing. C. Remorini
c	COORDINATO CON PROGETTI IMPIANTI	07/11/2017	Ing. Roberto Pinelli	Ing. C. Remorini	Ing. C. Remorini



COMUNE DI PONSACCO

PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO COPERTO LOCALITÀ "I POGGINI"

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO RE_ST_02
REV. c

FASCICOLO CALCOLI STRUTTURALI STRUTTURE LIGNEE

SOMMARIO

1.	RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA	3
1.1.	Generalità e descrizione dell'opera	3
1.2.	Criteri di calcolo	4
1.3.	Normativa di riferimento	5
2.	RELAZIONE SUI MATERIALI	6
3.	PRESCRIZIONI TECNICHE E DI PRODUZIONE	8
4.	ANALISI DEI CARICHI	10
5.	VERIFICHE TRAVI	16
6.	DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO	22
6.1.	INTRODUZIONE	22
6.1.1.	Sistemi di riferimento	22
6.1.2.	Modellazione	23
6.1.3.	Normativa	23
6.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	23
6.3.	DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE	26
6.4.	DESCRIZIONE BEAM	26
6.4.1.	Configurazione elementi tipo BEAM	26
6.4.2.	Svincolamento interno elementi tipo beam	29
6.5.	RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI	32
6.6.	ANALISI MODALE	32
6.7.	ANALISI SISMICA	34
6.7.1.	Fattore di struttura per Sisma in Direzione X	34
6.7.2.	Fattore di struttura per Sisma in Direzione Y	34

6.7.3.	Condizioni sismiche dinamiche.....	34
6.7.4.	Parametri per calcolo spettri di risposta	35
6.7.5.	Spettri di risposta utilizzati	36
6.7.6.	Moltiplicatori calcolo automatico Masse.....	39
6.7.7.	Analisi dinamica.....	39
6.7.8.	Masse movimentate	39
6.7.9.	Autovalori.....	40
6.7.10.	Periodi spettri utilizzati nelle verifiche.....	41
7.	VERIFICHE	41
7.1.	VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS	41
7.1.1.	Descrizione set involuppi di verifica	41
7.1.2.	Verifiche S.L.U. legno.....	44
7.1.3.	Verifica di Resistenza “~Verifiche Legno Default_SL08 - Azioni Istantanee”	47
7.1.4.	Verifica di Instabilità “~Verifiche Legno Default_SL08 - Azioni Istantanee”	50
7.1.5.	Verifica di Resistenza “~Verifiche Legno Default_SL08 - Azioni di Breve Durata”	53
7.1.6.	Verifica di Instabilità “~Verifiche Legno Default_SL08 - Azioni di Breve Durata”	57
8.	VERIFICA COLLEGAMENTI.....	60

1. RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

1.1. GENERALITÀ E DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera in oggetto prevede la realizzazione di una struttura in legno lamellare in comune di Ponsacco, in provincia di Pisa e con destinazione d'uso sportivo.

Tipologia di struttura	Struttura in legno lamellare in appoggio su struttura in CA
Località	Ponsacco H _{s.l.m.} = 24 mslm
Pendenza	arco
Struttura portante in Legno	<p>La struttura, di pianta rettangolare con sviluppo massimo pari a 26.50 x 40.50 è composta da archi principali a due cerniere con sezione 14/76 in GL24h ed interasse 5,0 mt e travi puntoni di sezione 14/16 in GL24h, poste ad interasse medio di 3,4 mt. In corrispondenza dell'estradosso viene posta una trave banchina di sezione 16x32. La copertura finale viene realizzata mediante doppio telo, mentre la stabilità alle forze orizzontali viene affidata ad un sistema di croci di s. Andrea realizzate mediante l'utilizzo di tiranti in acciaio. Inoltre la struttura è stata calcolata con resistenza al fuoco pari a 15 min.</p> <p>Allo scopo di costruire un meccanismo statico di un sol pezzo e affinché sia trascurabile l'indebolimento prodotto dalle giunzioni, ove necessario, le parti strutturali vengono saldamente collegate tra di loro mediante idonei angolari e piastre metalliche. Si otterrà così un perfetto collegamento tra le varie parti della struttura che soddisferà pienamente la normativa antisismica vigente</p>

1.2. CRITERI DI CALCOLO

L'analisi strutturale viene effettuata per condizioni di carichi verticali e di sisma ai sensi del D.M. 14.01.2008, sempre con il metodo degli stati limite.

La valutazione delle sollecitazioni agenti sulla struttura per effetto del peso proprio e delle altre azioni dovute ai carichi permanenti ed accidentali che la interessano, è stata eseguita mediante i metodi classici derivanti dalla Scienza delle Costruzioni.

Più precisamente, sono state ritenute valide le ipotesi di base della teoria tecnica della trave per quanto riguarda gli elementi prismatici (travi e pilastri) che costituiscono i telai.

Si è proceduto ad un calcolo agli elementi finiti per la valutazione degli stati tensionali nelle parti strutturali staticamente indeterminate, discretizzando le stesse in elementi "beam" ed utilizzando un modello tridimensionale.

La struttura, calcolata mediante l'ausilio dei programmi di calcolo **ABIESBEAM** prodotto da Abies Engineering per la verifica dei collegamenti, e **CDS** prodotto dalla STS di Catania per la modellazione tridimensionale, verrà studiata considerando una pericolosità sismica come fornita dall'Allegato B delle suddette norme (Tabella dei parametri che definiscono l'azione sismica) nota la posizione del Comune all'interno del reticolo di riferimento oltrech  il periodo di ritorno T_R da considerare.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è quindi scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

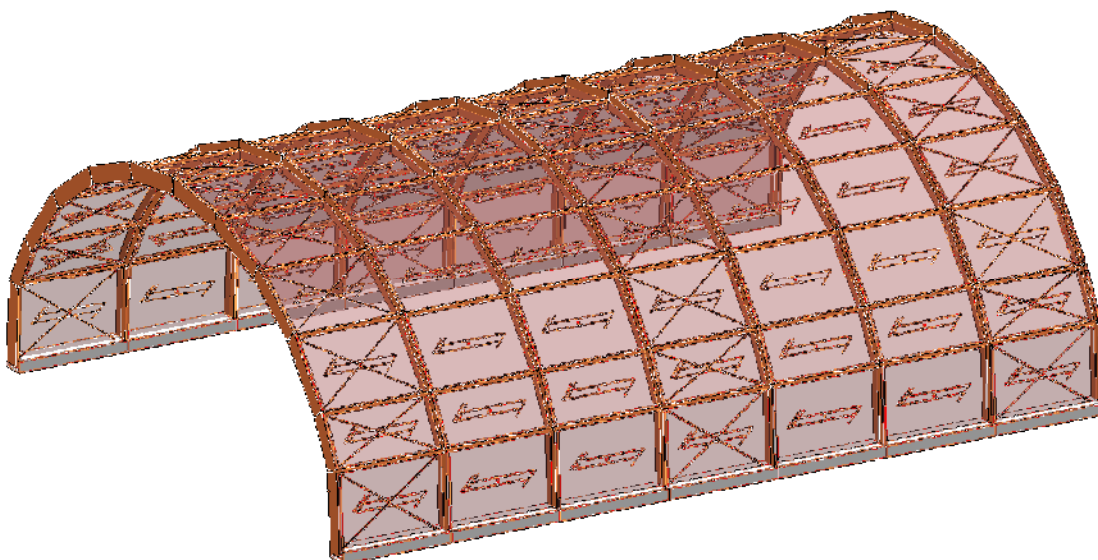
Il presente edificio, inoltre, rientra secondo il citato Decreto nella III classe d'uso (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, $C_u=1,5$), mentre si è considerato, a favore di sicurezza, un fattore di sicurezza $q=1.50$, valevole per strutture con scarsa capacità di dissipazione.

La classe d'uso considerata è la CLASSE III, e vita nominale 50 anni.

Nel caso in questione si fa riferimento al metodo semiprobabilistico agli stati limite.

In particolare l'esame strutturale viene effettuato per gli stati limiti ultimi SLU e di esercizio SLE.

L'analisi delle forze sismiche è stato svolto mediante un'analisi statica equivalente, vista la regolarità della struttura, non considerando il piano di solaio infinitamente rigido.



1.3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. del 14.01.2008

Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

- Ordinanze della Presidenza del Consiglio dei ministri n. 3274, n. 3316 ed allegati recanti "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";

- D.M. del 14.01.2008

Stati limite;

Azioni sulle costruzioni;

Costruzioni civili ed industriali	–	Costruzioni di legno;
Progettazioni per azioni sismiche	–	Requisiti nei confronti degli stati limite;
		Criteri generali di progettazione e modellazione;
		Costruzioni di legno;
		Allegati;

- Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture;
- Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio;
- Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno
 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.

2. RELAZIONE SUI MATERIALI

I materiali da porre in opera sono i seguenti:

- Calcestruzzo: per le opere in cemento armato si prevede l'impiego di un calcestruzzo classe di resistenza C25/30, in accordo con la tabella 3.1 della EN1992:2003;

Caratteristiche generali:

- Modulo elastico E		31200 N/mm ²
- Resistenza cilindrica a compressione f_{ck}	$0.83 \cdot R_{ck}$	24.9 N/mm ²

- Legno strutturale: Classe di resistenza GL24h secondo UNI EN 14080:2013
- Acciaio per carpenteria metallica S235.

		Classe di resistenza del legno lamellare incollato con sezione omogenea						
Valori di resistenza in N/mm ²	Simbolo	GL 20h	GL 22h	GL 24h	GL 26h	GL 28h	GL 30h	GL 32h
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,3	24	25,6
	$f_{t,90,g,k}$				0,5			
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,g,k}$				2,5			
Taglio e torsione	$f_{v,g,k}$				3,5			
Taglio trasversale (Rolling shear)	$f_{r,g,k}$				1,2			
Valori di rigidezza in N/mm ²								
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	8 400	10 500	11 500	12 100	12 600	13 600	14 200
	$E_{0,g,05}$	7 000	8 800	9 600	10 100	10 500	11 300	11 800
	$E_{90,g,mean}$				300			
	$E_{90,g,05}$				250			
Modulo di taglio	$G_{g,mean}$				650			
	$G_{g,05}$				540			
Modulo di taglio trasversale	$G_{t,g,mean}$				65			
	$G_{t,g,05}$				54			
Densità in kg/m ³								
Valore caratteristico della densità	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
Valore medio della densità	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490

Tabella 1: profili prestazionali per le diverse classi di resistenza del legno lamellare incollato con composizione sezionale omogenea

		Classe di resistenza del legno lamellare incollato con sezione combinata						
Valori di resistenza in N/mm ²	Simbolo	GL 20c	GL 22c	GL 24c	GL 26c	GL 28c	GL 30c	GL 32c
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t,90,g,k}$				0,5			
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	18,5	20	21,5	26	24	25,5	24,5
	$f_{c,90,g,k}$				2,5			
Taglio e torsione	$f_{v,g,k}$				3,5			
Taglio trasversale (Rolling shear)	$f_{r,g,k}$				1,2			
Valori di rigidezza in N/mm ²								
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	10 400	10 400	11 000	12 000	12 500	13 000	13 500
	$E_{0,g,05}$	8 600	8 600	9 100	10 000	10 400	10 800	11 200
	$E_{90,g,mean}$				300			
	$E_{90,g,05}$				250			
Modulo di taglio	$G_{g,mean}$				650			
	$G_{g,05}$				540			
Modulo di taglio trasversale	$G_{t,g,mean}$				65			
	$G_{t,g,05}$				54			
Densità in kg/m ³								
Valore caratteristico della densità	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
Valore medio della densità	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

Tabella 2: profili prestazionali per le diverse classi di resistenza del legno lamellare incollato con composizione sezionale combinata

3. PRESCRIZIONI TECNICHE E DI PRODUZIONE

Le presenti prescrizioni fanno parte integrante degli elaborati esecutivi e condizionano il calcolo degli elementi strutturali.

LEGNO

Le lamelle costituenti gli elementi incollati saranno in legno di abete rosso (*Picea abies*) di Classe S10 per GL24.

Le lamelle saranno tagliate nel senso delle fibre e successivamente perfettamente piallate ed avranno un'umidità del 12% +/- 3% per ambienti chiusi non riscaldati e del 15% +/- 3% per ambienti all'aperto.

Si intende per umidità di equilibrio in servizio quella umidità del legno e del materiale a base di legno presente nella costruzione ultimata dopo un certo tempo.

Per l'umidità del legno riferita al peso anidro valgono i seguenti lavori di umidità di equilibrio:

- in costruzioni chiuse da tutti i lati e riscaldate $9\pm3\%$
- in costruzioni chiuse da tutti i lati senza riscaldamento $12\pm3\%$
- in costruzioni coperte ma aperte ai lati $15\pm3\%$
- in costruzioni che sono esposte alle intemperie da tutti i lati $18\pm6\%$

Indipendentemente dal rispetto di tali prescrizioni, comunque, in fase d'esercizio non dovranno manifestarsi deformazioni e fessurazioni sulle travi a causa delle tensioni interne da coazione indotte da eccessive variazioni dell'umidità del legname.

Le lamelle saranno essiccate ad alta temperatura al fine di distruggere i parassiti animali e le loro uova contenute nel legno e per far loro acquistare maggiore resistenza e durezza.

Le lamelle saranno quindi incollate su una faccia con una quantità di colla pari a 0,5-0,7 mmq, stesa mediante incollatrice a fili, in modo da formare una superficie omogenea di colla sulla lamella.

Le lamelle saranno incollate di testa con giunto a pettine nel rispetto delle norme DIN 68140 "Giunzioni di elementi in legno: giunti a pettini (o digitiformi) per unioni longitudinali" o di normativa equivalente.

La pressione applicata trasversalmente alle lamelle durante l'incollaggio dovrà essere omogenea ed avere un valore di almeno 8.0 Kg/cmq.

Le dimensioni degli elementi saranno conformi ai requisiti minimi indicati in UNI EN 14080:2013.

La fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

COLLE

Le colle impiegate saranno a base di resine sintetiche chimicamente neutre a base di melammina tipo "Dynomel" atossiche.

Le colle usate devono aver superato le prove previste dalla DIN 68141 e DIN 68140.

La Ditta produttrice il legno lamellare dovrà essere in possesso del certificato di incollaggio tipo "A" rilasciato dall'Ottograf Institut di Stoccarda (F.M.P.A.; BESCHEINIGUNG A) rilasciato in conformità alle DIN 1052 paragrafo 12.

LEGNO LAMELLARE

La composizione mediante colla degli elementi (tavole) di abete, deve dar luogo a una qualità di legno lamellare di Classe GL24, Classe GL28, Classe GL30 o di Classe GL32 secondo le UNI EN 14080:2013. In tal senso, si precisa che i calcoli statici sono condotti per tensioni ammissibili corrispondenti alla Classe di resistenza di legno lamellare (GL24h) indicata specificatamente nel calcolo di ogni singolo elemento strutturale qui riportato.

CARPENTERIE E CONNESSIONI METALLICHE

Tutte le parti metalliche dovranno essere in acciaio galvanizzato o zincato a fuoco, oppure trattate con vernici antiruggine.

Le bullonerie, chioderie ed elementi in lamiera prestampata saranno trattati con zincatura elettrolitica.

Se non diversamente specificato si userà acciaio tipo S235 B.

Per le saldature si dovranno rispettare le prescrizioni UNI 10011/88 e successive integrazioni.

Se non specificato si intendono di seconda classe ad arco elettrico, a cordone d'angolo continuo con il lato di saldatura pari a 0,7 dello spessore minimo delle due piastre che si uniscono.

L'elettrodo darà di tipo basico di resistenza almeno uguale a quella del materiale da saldare.

I chiodi, bulloni e gli elementi zincati standard per la formazione dei giunti e dei collegamenti, saranno di produzione conforme alle norme DIN 1052.

I bulloni saranno di classe 8.8 e per i collegamento legno legno e legno acciaio si intendono CALIBRATI se non diversamente specificato (foro legno= diametro bullone ; foro acciaio= diametro bullone + 1mm.)

TRATTAMENTI PROTETTIVI

La trave finita sarà protetta da un trattamento impregnante all'acqua per la protezione di insetti, funghi e muffe.

4. ANALISI DEI CARICHI

La normativa fondamentale a cui far riferimento per la preventiva determinazione dei carichi è il Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008, n.29 ,s.o.n. 30): "Nuove norme tecniche per le costruzioni". Laddove la norma fa riferimento a "dati suffragati" non presenti nel nuovo testo è stata utilizzata la Circolare del Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n.156 (G.U. 16 settembre 1996, n.217, s.o.n. 151): "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

PESI PROPRI E PERMANENTI:

Pacchetto di copertura

Pesi permanenti considerati (telo)

10 kg/mq

+ peso proprio

CARICHI E SOVRACCARICHI:

Sovraccarichi variabili

Si riporta qui di seguito la Tabella 3.1. Il “Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici” del D.M. 14 gennaio 2008.

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 —	1,20 —	1,00 —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

Si è andato ad assumere quale sovraccarico variabile:

- per coperture accessibili per sola manutenzione, quello relativo alla categoria H1.

Pressione del vento

L'azione di pressione del vento può essere determinata secondo quanto previsto dalla normativa come di seguito riportato:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

q_b è la pressione cinetica di riferimento

C_e è il coefficiente di esposizione

C_p è il coefficiente di forma o aerodinamico

C_d è il coefficiente dinamico



Poiché la struttura dovrà essere realizzata nella regione Toscana (zona 3) a quota 24 m s.l.m., a distanza pari a 30 Km dalla costa (categoria IV) e in classe di rugosità del terreno 'B' si ottiene:

$$a_0 = 500m \quad k_r = 0,20 \quad z_{\min} = 5m \quad z_0 = 0,10m$$

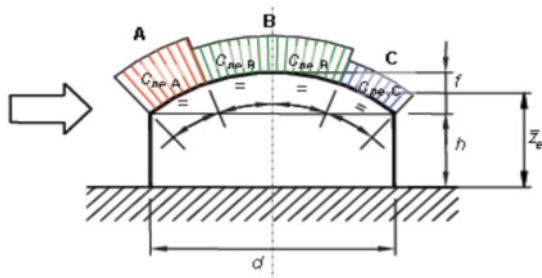
$$v_{b,0} = 28m/s$$

$$\rho = 1,25kg/m^3 \text{ (densità dell'aria)}$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,00^2 = 490N/m^2 = 0,50KN/m^2$$

copertura a volta cilindrica:

* altezza di riferimento: $h + f/2$



$$f / d = 0,46$$

$$h / d = 0,00$$

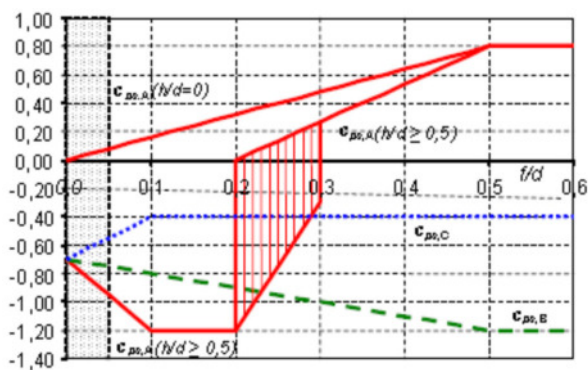


Figura G.16 – Coefficienti di pressione per coperture a volta cilindrica.

$$C_{pA+} = 0,70 \quad C_{pA+} = 0,70 \quad p =$$

$$C_{pA-} = 0,00 \quad C_{pA-} = 0,00 \quad p =$$

$$C_{pB} = -1,10 \quad C_{pB} = -1,10 \quad p =$$

$$C_{pC} = -0,40 \quad C_{pC} = -0,40 \quad p =$$

Carico da neve

Il carico della neve sulla copertura è valutato con:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t$$

dove:

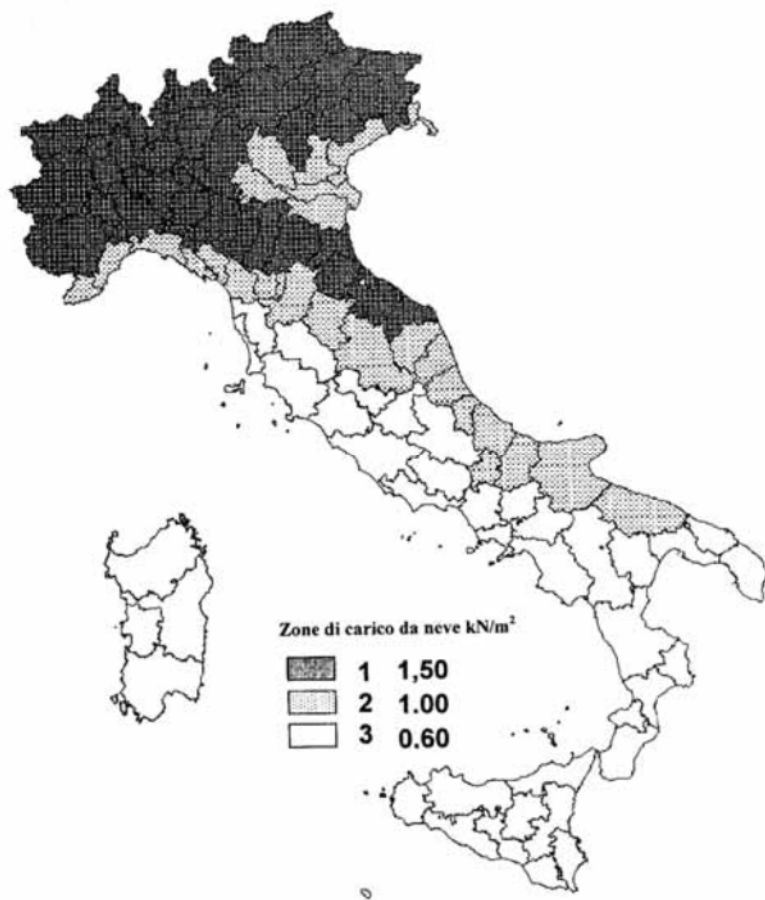
q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo;

C_e è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.



Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

In mancanza di adeguate indagini statistiche, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m s.l.m. sarà dato da valori non inferiori a quelli forniti dalla mappa delle 'Zone di carico da neve'.

La costruzione oggetto della relazione si trova in:

Zona III- ad una altitudine $a_s \approx 54.0$ m s.l.m. ($a_s < 200$ m), pertanto il valore caratteristico di riferimento del carico neve sarà:

$$q_{sk} = 0.6 \frac{kN}{m^2}$$

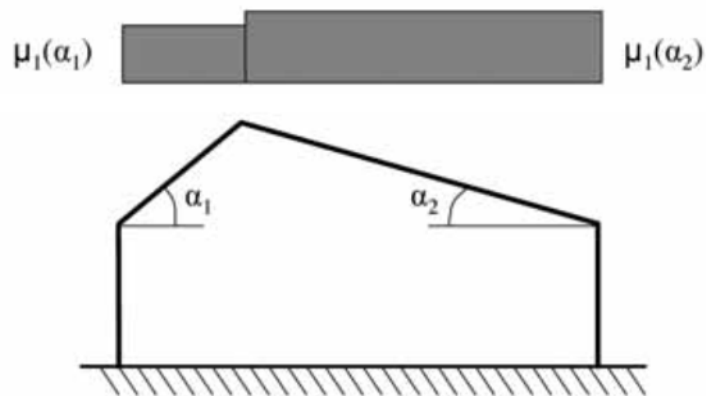
Il coefficiente di esposizione per classe di topografia 'Normale: aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi':

$$C_e = 1$$

Il coefficiente termico in assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato:

$$C_t = 1$$

I valori del coefficiente di forma riportati nella sottostante tabella si riferiscono alle coperture ad una o più falde:



Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Valori del coefficiente di forma

Nella copertura in esame:

$$\alpha = Var$$

$$\mu_i = 0.8$$

per cui:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t = 0,8 \cdot 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 0.48 \frac{KN}{m^2}$$

Carico Sismico:

Il peso sismico da considerare per il calcolo dell'azione sismica è dato dalla seguente formula (EN 1998:2004 – 3.2.4):

$$\Sigma G_{kj} + \Sigma \psi_{EI} Q_{kj}$$

Il valore del taglio sismico alla base da considerare per ciascuna direzione orizzontale in cui l'edificio verrà analizzato è dato invece dalla seguente espressione (EN 1998:2004 – 4.3.3.2.2):

$$F_b = S_d(T_1) \times W \times \lambda$$

con λ coefficiente pari a 1.0 essendo l'edificio ad un piano fuori terra altrimenti 0.85 con edifici con più di due piani.

Così come riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal, sarà possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame.

5. VERIFICHE TRAVI

VALORI DI PROGETTO:

Note le caratteristiche meccaniche di progetto, i valori da impiegare in fase di calcolo saranno dati una volta assunte:

CLASSI DI SERVIZIO

Le strutture devono essere assegnate ad una delle tre classi di servizio sotto elencate:

- Classe 1: umidità del legno in equilibrio con ambiente a 20°C e umidità relativa dell'aria non superiore al 65% se non per poche settimane all'anno; l'umidità media nel legno è minore del 12%.
- Classe 2: umidità del legno in equilibrio con ambiente a 20°C e umidità relativa dell'aria non superiore all'85% se non per poche settimane all'anno; l'umidità media nel legno è minore del 20%.
- Classe 3: condizioni climatiche che portino ad una umidità maggiore di quella di classe 2.

Nota: nelle varie strutture della medesima costruzione la classe di servizio assegnata può non essere la stessa.

VALORI DI CALCOLO DELLE RESISTENZE

Il valore di calcolo X_d di una proprietà del legno si calcola mediante la relazione:

$$X_d = k_{mod} X_k / \gamma_M$$

X_k valore caratteristico della proprietà del legno
 γ_M coeff. parziale di sicurezza
 k_{mod} coeff. di correzione, funzione della durata del carico e dell'umidità

Coefficiente γ_m		Valori di k_{mod} per legno massiccio e legno lamellare incollato			
<u>Stati limite ultimi</u>		Durata del carico	Classi di servizio		
			1	2	3
Combinazioni fondamentali					
legno lamellare	1,45	Permanente	0,60	0,60	0,60
legno massiccio	1,50	Lunga durata	0,70	0,70	0,55
pannelli di particelle o fibre	1,50	Media durata	0,80	0,80	0,65
compensato, pannelli di OSB	1,40	Breve durata	0,90	0,90	0,70
unioni	1,50	Istantaneo	1,00	1,00	0,90
combinazioni eccezionali	1,00				
<u>Stati limite di esercizio</u>	1,00				

Avremo pertanto:

$K_{\text{mod}} = 0,80$ (classe di servizio 1, condizione di carico di media durata);

$\gamma_m = 1,45$ (stato limite ultimo, combinazione di carico fondamentale);

$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_m}$	$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m}$
$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m}$	$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m}$
$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_m}$	

Le principali formule impiegate in fase di calcolo saranno:

Momento di Inerzia:

$$J_x = \frac{B \times H^3}{12}$$

$$J_y = \frac{B^3 \times H}{12}$$

Momento Resistente:

$$W_x = \frac{B \times H^2}{6}$$

$$W_y = \frac{B^2 \times H}{6}$$

Stati limite ultimi

Carico distribuito di progetto:

$$q_d = i \times (\gamma_g G_K + \gamma_q Q_{1k})$$

Le sollecitazioni sanno date:

$$M_{d-x} = \frac{q_d l^2 \cos \alpha}{8}$$

$$M_{d-y} = \frac{q_d l^2 \sin \alpha}{8}$$

$$T_{d-x} = \frac{q_d l \cos \alpha}{2}$$

$$T_{d-y} = \frac{q_d l \sin \alpha}{2}$$

$$\sigma_{m,x,d} = \frac{M_{d-x}}{W_x}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{d-y}}{W_y}$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$$\frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,d}} + k_m \times \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1,0 \quad \rightarrow \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

$$k_m \times \frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1,0 \quad \rightarrow \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

$k_m = 0,70$ per sezioni rettangolari

$$\tau_{d-x} = 1,50 \times \frac{T_{d-x}}{b \times h}$$

$$\tau_{d-y} = 1,50 \times \frac{T_{d-y}}{b \times h}$$

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{d-x}^2 + \tau_{d-y}^2}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1,0 \quad \rightarrow \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Stati limite di esercizio

Carichi distribuiti di progetto:

- carico di progetto azione rara: $q_d = i \times (G_k + Q_{1K})$

- carico di progetto azione frequente: $q_d = i \times (G_k + \Psi_{1,l} Q_{1K})$

- carico di progetto azione quasi permanente: $q_d = i \times (G_k + \Psi_{2,l} Q_{1K})$

Deformazioni istantanee:

$$u = \frac{5}{384} \times \frac{q_d \times l^4}{E \times I}$$

$U_{inst,r,T}$ Combinazione rara

$U_{inst,f,T}$ Combinazione frequente

$U_{inst,qp,T}$ Combinazione quasi permanente

Deformazioni finali:

$$u_{fin} = u_{inst,r,T} + u_{inst,qp,T} \times k_{def} \leq \frac{l}{200} \quad \rightarrow \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

$$k_{def} = 0,60$$

Verifiche di resistenza al fuoco:

Le strutture in legno hanno un buon comportamento al fuoco, se progettate con una sufficiente sezione resistente. Infatti il legno brucia lentamente, la carbonizzazione procede dall'esterno verso l'interno della sezione e progressivamente si forma uno strato di legno carbonizzato che involupa e 'isola' la parte centrale non ancora carbonizzata (la conducibilità termica del carbone è circa 5 volte inferiore a quella del legno). La rottura dell'elemento avviene per riduzione della sezione resistente quando la parte non ancora carbonizzata è talmente ridotta da non riuscire più ad assolvere la sua funzione portante, e non per decadimento delle caratteristiche meccaniche del materiale della sezione residua.

La copertura di progetto è stata calcolata con una resistenza al fuoco R60, il che significa che l'edificio in esame dovrà avere una stabilità al fuoco, per il generico elemento della costruzione portante o no, tale da conservare la propria resistenza meccanica in corrispondenza di un determinato incendio per 60 minuti.

Procediamo quindi al calcolo per lo stato limite ultimo della combinazione eccezionale:

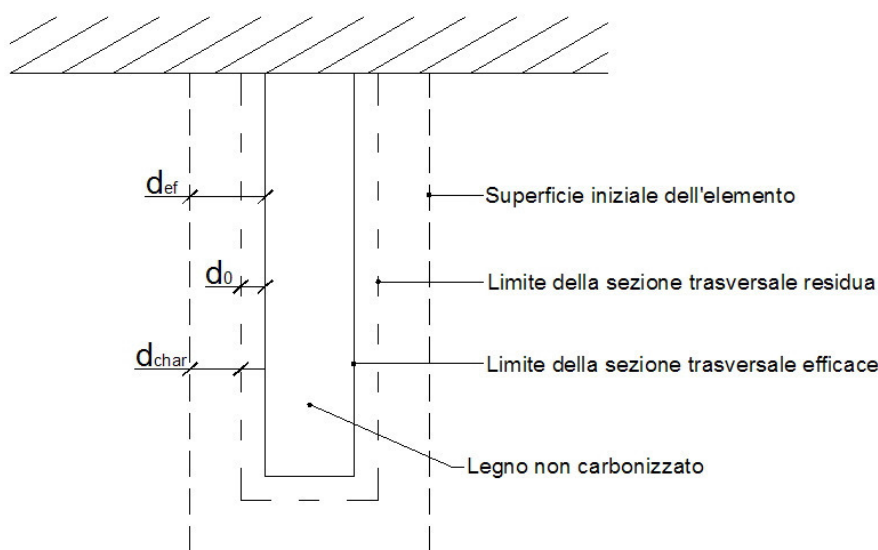
$$F_d = i \times (G_1 + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3})$$

La normativa europea (EN 1995 1-2) prevede tre metodologie di calcolo :

- mMetodo della sezione efficace;
- mMetodo della resistenza e rigidezza ridotte;
- mMetodi generali di calcolo, con riferimento ai modelli di carbonizzazione, al profilo della temperatura e del gradiente di umidità all'interno della sezione e alla resistenza e rigidezza del materiale legno in funzione della temperatura e dell'umidità. Si deve osservare che tale metodo si rivela di difficile applicabilità.

Noi procederemo utilizzando la prima metodologia di calcolo (metodo della sezione efficace) che prevede il calcolo di una sezione efficace ottenuta riducendo la sezione iniziale di una 'profondità di carbonizzazione efficace' d_{ef} così calcolata:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0$$



$d_{char,n}$: è la profondità di carbonizzazione 'ideale', $d_{char,n} = \beta_n \cdot t$, essendo β_n una velocità di carbonizzazione ideale, che include gli effetti (negativi) di fessurazioni e arrotondamento degli

spigoli il cui valore, riportato per le conifere in tabella 7.1 (ripresa da EN 1995-1-2):

$\beta_n = 0,70$ per legno lamellare in abete (tabella 7.1);

$t = 90$ è il tempo, espresso in minuti, per il quale l'edificio deve conservare la propria resistenza meccanica.

Materiale	β_n (mm/min)
a) Conifere e faggio Legno massiccio con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80 0,70
b) Latifoglie Legno massiccio o lamellare con massa volumica caratteristica di 290 kg/m^3 Legno massiccio o lamellare con massa volumica caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,70 0,55
c) LVL con massa volumica caratteristica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

Tabella 7.1 – Valori di velocità di carbonizzazione per legno e materiali derivati

k_0 è un coefficiente variabile tra 0 ed 1

$k_0 = 1$ per $t > 20$ minuti

$d_0 = 7 \text{ mm}$ valore massimo di differenza tra sezione residua ed efficace

Per avere una R15 si ha:

$$d_{ef} = 0,7 \cdot 15 + 1 \cdot 7 = 12,2 \text{ mm}$$

6. DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO

Di seguito sono descritti i dati geometrici e non del modello fisico-matematico utilizzato per il calcolo strutturale.

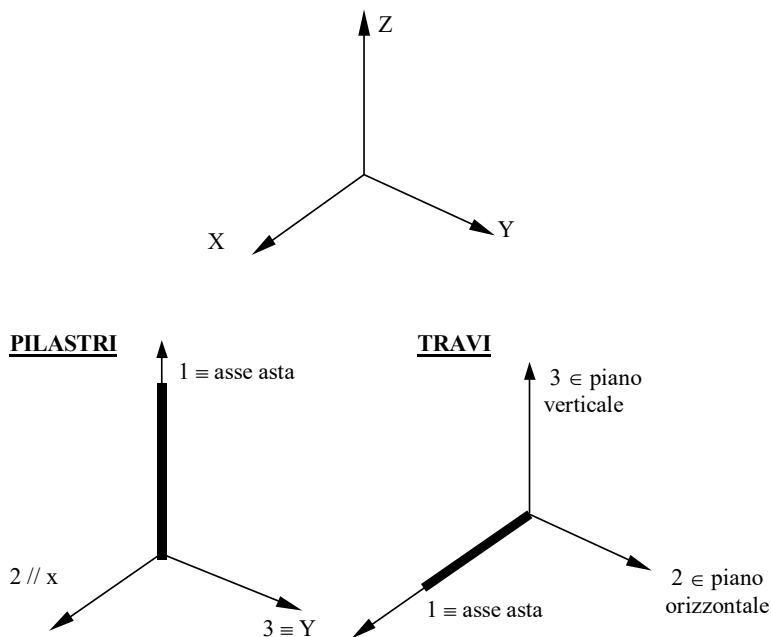
6.1. INTRODUZIONE

6.1.1. SISTEMI DI RIFERIMENTO

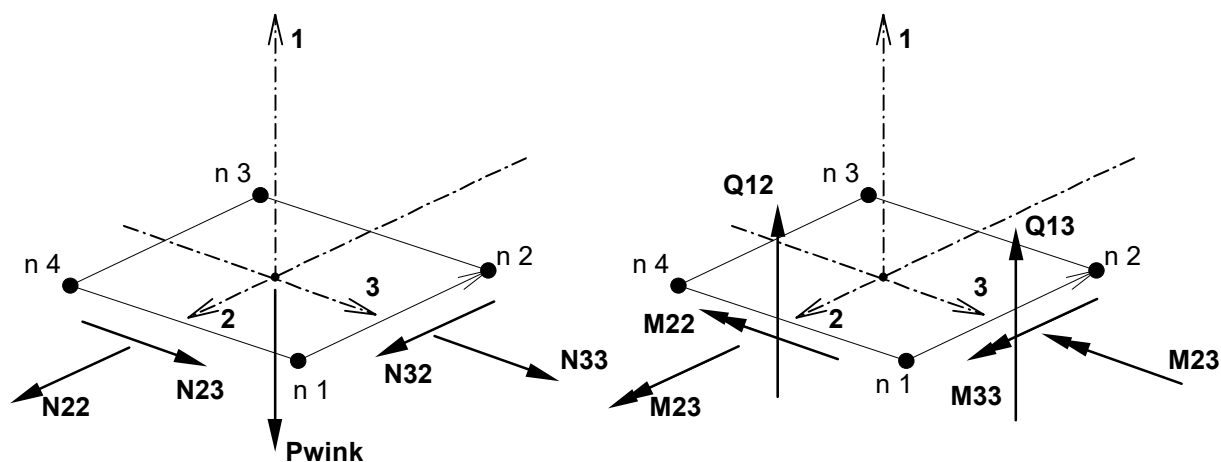
Il Sistema di Riferimento Globale XYZ è una Terna destrorsa cartesiana con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 degli Elementi tipo Beam è una Terna destrorsa Cartesiana con asse 1 avente la direzione dell'elemento, asse 2 definibile dall'utente e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 predefinito degli Elementi tipo Shell è una Terna destrorsa cartesiana con origine nel baricentro dell'Elemento, asse 1 avente la direzione della normale, asse 2 avente la direzione della congiungente i punti medi dei due lati N2-N3 e N1-N4 (N1,N2,N3,N4 sono i nodi che definiscono l'elemento) e asse 3 avente la direzione che completa la terna.



Riferimento locale aste e sezioni



Convenzioni di segno - sollecitazioni Shell

6.1.2. MODELLAZIONE

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti, la progettazione-verifica degli elementi strutturali sono state condotte utilizzando il programma CMP realizzato dalla Cooperativa Architetti e Ingegneri Progettazione di Reggio Emilia. Il solutore ad elementi finiti utilizzato è **XFINEST della Ce.A.S. di Milano**.

6.1.3. NORMATIVA

Per la progettazione e verifica degli elementi strutturali è stata utilizzata la seguente normativa:

Normativa italiana D.M. 14/01/2008 Stati Limite

Classe d'Uso: 3

Vita Nominale: 50 anni

6.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito vengono elencati i materiali usati nel modello:

DATI GENERALI

ID	= numero identificativo del materiale
E	= modulo di Elasticità
ν	= coefficiente di Poisson
G	= modulo di Elasticità Tangenziale
Ps	= peso specifico
α	= coefficiente di Dilatazione Termica
f_{yk}	= tensione caratteristica di snervamento
f_u	= resistenza ultima a trazione
ϵ_{ud}	= deformazione ultima
$\gamma_{M,c}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione
$\gamma_{M,t}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione
γ_M	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU
$\gamma_{M,ecc}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per situazioni eccezionali

DATI SPECIFICI PER CALCESTRUZZO

R_{ck}	= resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo
f_{ck}	= resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo

f_{ctk}	= resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo
f_{ctm}	= resistenza media di trazione del calcestruzzo
$f_{te,eff}$	= resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone l'insorgere delle prime fessure
γ_c	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo
α_{cc}	= coefficiente riduttivo per le resistenze a compressione di lunga durata
α_{ct}	= coefficiente riduttivo per le resistenze a trazione di lunga durata

DATI SPECIFICI PER ACCIAIO DA CARPENTERIA

f_y	= tensione di snervamento acciaio per spessori minori o uguali a 40mm
f_{y1}	= tensione di snervamento acciaio per spessori maggiori di 40mm
$\gamma_{M0,c}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione per acciaio da carpenteria (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)
$\gamma_{M0,t}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione per acciaio da carpenteria
γ_{M1}	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per acciaio da carpenteria per verifiche di instabilità (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

DATI SPECIFICI PER LEGNO STRUTTURALE

Cl.Serv.	= classe di servizio per materiali di tipo "legno strutturale"
$k_{mod,perm}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni permanenti
$k_{mod,lung}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di lunga durata
$k_{mod,med}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di media durata
$k_{mod,brev}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di breve durata
$k_{mod,ist}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni istantanee
k_{def}	= coefficiente per l'abbattimento delle caratteristiche di rigidità del legno strutturale per il calcolo delle deformazioni a lungo termine.
$f_{m,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a flessione.
$f_{t,0,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione parallela alla fibratura.
$f_{t,90,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione perpendicolare alla fibratura.
$f_{c,0,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione parallela alla fibratura.
$f_{c,90,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione perpendicolare alla fibratura.
$f_{v,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio in direzione perpendicolare alla fibratura (cioè quello che agisce in un piano perpendicolare alla fibratura stessa).
$f_{v,r,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio di rotolamento (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione perpendicolare alla fibratura).
$f_{v,b,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio da spacco (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione parallela alla fibratura stessa).
$E_{0,k}$	= modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione parallela alla fibratura.
$E_{90,k}$	= modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione perpendicolare alla fibratura.
ρ_k	= densità caratteristica del legno strutturale.

DATI SPECIFICI PER PANNELLI DI TAVOLE DI LEGNO MASSICCIO INCROCIATO (XLAM)

EA_2	= rigidità membranale dei pannelli XLam in direzione 2
EA_3	= rigidità membranale dei pannelli

EJ₂ XLam in direzione 3
= rigidezza flessionale dei pannelli XLam in direzione 2

EJ₃ = rigidezza flessionale dei pannelli XLam in direzione 3

GA_{v12} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 2 (cioè quella associata all'azione interna Q12 degli elementi Shell, vedi LINK-SOLLECITAZIONI SHELL).

GA_{v13} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 3 (cioè quella associata all'azione interna Q13 degli elementi Shell, vedi LINK-SOLLECITAZIONI SHELL).

GA_{v23} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio membranale (cioè quella associata all'azione interna N23 degli elementi Shell, vedi LINK-SOLLECITAZIONI SHELL).

NOME MATERIALE: GL24H

ID = 63

Proprietà reologiche:

$$E = 1.16e+005 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\nu = 7.056$$

$$G = 7200 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Parametri di verifica:

$$P_s = 4.2 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\alpha = 0 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

Tipologia del Materiale: Legno - Lamellare incollato

$$Cl.Serv. = 1$$

$$\gamma_{M0,t} = 1.45$$

$$\gamma_{M,ecc} = 1$$

$$k_{mod,perm} = 0.6$$

$$k_{mod,lung} = 0.7$$

$$k_{mod,med} = 0.8$$

$$k_{mod,brev} = 0.9$$

$$k_{mod,ist} = 1$$

$$k_{def} = 0.6$$

$$f_{m,k} = 240 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{t,0,k} = 165 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{t,90,k} = 4 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{c,0,k} = 240 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{c,90,k} = 27 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{v,k} = 27 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{v,r,k} = 27 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{v,b,k} = 27 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$E_{0,k} = 94000 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$E_{90,m} = 3900 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\rho_k = 38 \text{ (kgfs}^2\text{/m)}$$

NOME MATERIALE: S 355

ID = 30

Proprietà reologiche:

$$E = 2.1e+006 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\nu = 0.300$$

$$G = 8.0769e+005 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

$$P_s = 78.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio da Carpenteria

$$f_y = 3550 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_u = 5100 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{y1} = 3350 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Valori di progetto

$$\gamma_{M0,c} = 1.05$$

$$f_{cd} = 3381 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\gamma_{M0,t} = 1.05$$

$$f_{ctd} = 3381 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

$$\gamma_{M,ecc} = 1$$

6.3. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE

Il peso proprio degli Elementi tipo Beam e tipo Shell viene calcolato automaticamente in base alle caratteristiche dei materiali, alla geometria degli elementi e ai seguenti parametri:

CdC = Numero Condizione di Carico Elementare

mltX = Moltiplicatore del peso proprio in direzione X Globale

mltY = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Y Globale

mltZ = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Z Globale

Tipo = Tipo di Condizione di Carico (St = Statico, StEq = Sismico Statico Equivalente)

Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 = coefficienti di combinazione

Ψ_{2s} = coefficiente di combinazione sismica

ϕ = coefficiente per calcolo masse

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_{2s}	ϕ
CdC n. 1 P. propri	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
CdC n. 2 Tamp.e corn.	2	0	0	0	Permanente (St)	1	1	1	1	1
CdC n. 3 Accid. A	3	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
CdC n. 4 Accid. B	4	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1
CdC n. 5 Copertura	5	0	0	0	Tetti e coperture con neve (St)	0.5	0.2	0	0	1
CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	6	0	0	0	Magazzini, Archivi, Scale (St)	1	0.9	0.8	0.8	1
CdC n. 7 Accid. C	7	0	0	0	Vento (St)	0.6	0.2	0	0	0
CdC n. 8 Accid. D	8	0	0	0	Uff.pubbl.Scuole, Negozi (St)	0.7	0.7	0.6	0.6	1

6.4. DESCRIZIONE BEAM

6.4.1. CONFIGURAZIONE ELEMENTI TIPO BEAM

Al fine di consentire una più chiara interpretazione dei risultati di output dell'analisi, e quindi una maggiore possibilità di controllo dei medesimi, la modellazione è stata sviluppata in modo da assegnare a tutte le membrature sistemi di riferimento locale (in base al quale sono da leggere i risultati in termini di sollecitazioni) disposti secondo orientamenti logici. In particolare si è posta cura nel far sì che per default:

- tutte le aste aventi orientamento globale prevalente secondo l'asse globale X o Y [TRAVI su X o su Y] siano caratterizzate da asse locale 1 diretto secondo l'asse geometrico del Beam e asse locale 3 in direzione dell'asse globale Z (piano di flessione verticale = piano 1-3)
- tutte le aste aventi orientamento globale prevalente secondo l'asse globale Z [PILASTRI] siano caratterizzate da asse locale 1 diretto secondo l'asse globale Z positivo e asse locale 3 in direzione dell'asse globale y positivo.

L'orientamento di default di cui sopra è associato automaticamente per valori di n1, n2 e Ang di cui sotto pari a 0.

Per modificare l'impostazione di default occorre specificare un valore diverso da zero per n1 e n2 e/o Ang.

In particolare, in base ai valori di n1 e n2, l'asse locale 2, (con Ang = 0) è così definito:

- n1 = "Asse +X" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale X
n1 = "Asse +Y" e n2 = 0: l'asse ha la direzione dell'asse globale Y
n1 = "Asse +Z" e n2 = 0: l'asse ha la direzione dell'asse globale Z
n1 = "Asse -X" e n2 = 0: l'asse ha la direzione dell'asse globale -X
n1 = "Asse -Y" e n2 = 0: l'asse ha la direzione dell'asse globale -Y
n1 = "Asse -Z" e n2 = 0: l'asse ha la direzione dell'asse globale -Z
n1 = "Str7 Y" e n2 = 0: gli assi sono definiti utilizzando la convenzione di default di Straus7 considerando l'asse Y di Straus coincidente con l'asse Z di CMP: se l'asse 1 (del Beam in CMP) ha direzione coincidente con l'asse globale X (di CMP) la direzione di 3 è sempre quella positiva dell'asse Z. In tutti gli altri casi la direzione dell'asse 3 ha è ottenuto dal prodotto vettoriale fra l'asse globale X e il vettore definito dai nodi di inizio e fine Beam.
n1 = "Str7 X" e n2 = 0: gli assi sono definiti utilizzando la convenzione di default di Straus7 considerando l'asse X di Straus coincidente con l'asse Z di CMP: se l'asse 1 (del Beam in CMP) ha direzione coincidente con l'asse globale Y (di CMP) la direzione di 3 è sempre quella positiva dell'asse X. In tutti gli altri casi la direzione dell'asse 3 ha è ottenuto dal prodotto vettoriale fra l'asse globale Y e il vettore definito dai nodi di inizio e fine Beam.
n1 = "Str7 Z" e n2 = 0: gli assi sono definiti utilizzando la convenzione di default di Straus7 considerando l'asse Z di Straus coincidente con l'asse Z di CMP: se l'asse 1 (del Beam in CMP) ha direzione coincidente con l'asse globale Z (di CMP) la direzione di 3 è sempre quella positiva dell'asse Y. In tutti gli altri casi la direzione dell'asse 3 ha è ottenuto dal prodotto vettoriale fra l'asse globale Z e il vettore definito dai nodi di inizio e fine Beam.
n1 = 0 e n2 <> 0: in tal caso il valore assegnato a n2 è il numero di un nodo del modello. L'asse locale 3 è ottenuto dal prodotto vettoriale tra l'asse dell'asta e l'asse NI-n2 (NI = primo nodo di definizione Beam)
n1 <> 0 e n2 <> 0: l'asse ha la direzione della congiungente n1 e n2

Se Ang <> 0 allora n1 e n2 definiscono l'asse di riferimento rispetto al quale l'asse 2 forma un angolo Ang.

La geometria e le altre caratteristiche degli elementi Beam costituenti il modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli:

- Beam = Numero dell'Elemento Beam
N1 = Numero Nodo Iniziale dell'Elemento Beam
N2 = Numero Nodo Finale dell'Elemento Beam
Sez. = Nome Sezione associata all'Elemento
n1 = primo nodo di individuazione asse locale di riferimento
n2 = secondo nodo di individuazione asse locale di riferimento
Ang. = angolo asse locale 2 rispetto asse locale di riferimento, positivo se antiorario (rotazione attorno all'asse locale 1 sul piano definito dall'asse di riferimento e l'asse locale 3)
Fase No = indica il numero delle fasi in cui il Beam non esiste

Beam	N1	N2	Direzione asse 2 (n1 n2)	Ang (°)
1	1	2	Asse +X 0	90 Sez.: 14/76 [Rettangolare 14x76 cm]
2	2	3	Asse +Y 0	0 Sez.: 14/76 [Rettangolare 14x76 cm]
3	3	4	Asse +Y 0	0 Sez.: 14/76 [Rettangolare 14x76 cm]
4	4	5	Asse +Y 0	0 Sez.: 14/76 [Rettangolare 14x76 cm]

95	103	19	Asse +X 0	90 Sez.: 14/76 [Rettangolare 14x76 cm]
96	104	20	Asse +X 0	90 Sez.: 14/76 [Rettangolare 14x76 cm]
111	11	84	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
112	84	85	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
113	85	86	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
114	86	87	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
115	87	88	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
116	88	89	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
117	89	90	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
118	10	77	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
119	77	78	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
120	78	79	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
121	79	80	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
122	80	81	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
123	81	82	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
124	82	83	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
125	9	70	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
126	70	71	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
127	71	72	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
128	72	73	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
129	73	74	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
130	74	75	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
131	75	76	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
132	8	63	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
133	63	64	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
134	64	65	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
135	65	66	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
136	66	67	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
137	67	68	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
138	68	69	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
139	7	56	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
140	56	57	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
141	57	58	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
142	58	59	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
143	59	60	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
144	60	61	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
145	61	62	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
146	6	49	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
147	49	50	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
148	50	51	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
149	51	52	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
150	52	53	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
151	53	54	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
152	54	55	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
153	5	42	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
154	42	43	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
155	43	44	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
156	44	45	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
157	45	46	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
158	46	47	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
159	47	48	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
160	4	35	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
161	35	36	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
162	36	37	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
163	37	38	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
164	38	39	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
165	39	40	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
166	40	41	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
167	3	28	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
168	28	29	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
169	29	30	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
170	30	31	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
171	31	32	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
172	32	33	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
173	33	34	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
174	2	21	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
175	21	22	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
176	22	23	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
177	23	24	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
178	24	25	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
179	25	26	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
180	26	27	Asse -X 0	0 Sez.: 14/16 [Rettangolare 14x16 cm]
181	1	14	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
182	14	15	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
183	15	16	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
184	16	17	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
185	17	18	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
186	18	19	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]
187	19	20	Asse -X 0	90 Sez.: 16/32 [Rettangolare 16x32 cm]

6.4.2. SVINCOLAMENTO INTERNO ELEMENTI TIPO BEAM

Beam = Numero dell'Elemento Beam
 N = codice Svincolamento Sforzo Normale
 T2 = codice Svincolamento Taglio Asse 2
 T3 = codice Svincolamento Taglio Asse 3

MT	= codice Svincolamento Rotazione attorno all'Asse 1
M13	= codice Svincolamento Rotazione attorno all'Asse 2
M12	= codice Svincolamento Rotazione attorno all'Asse 3
Fase	= Fase di appartenenza

Beam	Nodo Iniziale	Nodo finale	Fase
11		M13 M12	
12	M13 M12		
83		M13 M12	
84		M13 M12	
85		M13 M12	
86		M13 M12	
87		M13 M12	
88		M13 M12	
89		M13 M12	
90	M13 M12		
91	M13 M12		
92	M13 M12		
93	M13 M12		
94	M13 M12		
95	M13 M12		
96	M13 M12		
111	M13 M12	M13 M12	
112	M13 M12	M13 M12	
113	M13 M12	M13 M12	
114	M13 M12	M13 M12	
115	M13 M12	M13 M12	
116	M13 M12	M13 M12	
117	M13 M12	M13 M12	
118	M13 M12	M13 M12	
119	M13 M12	M13 M12	
120	M13 M12	M13 M12	
121	M13 M12	M13 M12	
122	M13 M12	M13 M12	
123	M13 M12	M13 M12	
124	M13 M12	M13 M12	
125	M13 M12	M13 M12	
126	M13 M12	M13 M12	
127	M13 M12	M13 M12	
128	M13 M12	M13 M12	
129	M13 M12	M13 M12	
130	M13 M12	M13 M12	
131	M13 M12	M13 M12	
132	M13 M12	M13 M12	
133	M13 M12	M13 M12	
134	M13 M12	M13 M12	
135	M13 M12	M13 M12	
136	M13 M12	M13 M12	
137	M13 M12	M13 M12	
138	M13 M12	M13 M12	
139	M13 M12	M13 M12	
140	M13 M12	M13 M12	
141	M13 M12	M13 M12	
142	M13 M12	M13 M12	
143	M13 M12	M13 M12	
144	M13 M12	M13 M12	
145	M13 M12	M13 M12	
146	M13 M12	M13 M12	
147	M13 M12	M13 M12	
148	M13 M12	M13 M12	
149	M13 M12	M13 M12	
150	M13 M12	M13 M12	
151	M13 M12	M13 M12	
152	M13 M12	M13 M12	
153	M13 M12	M13 M12	
154	M13 M12	M13 M12	
155	M13 M12	M13 M12	
156	M13 M12	M13 M12	
157	M13 M12	M13 M12	
158	M13 M12	M13 M12	
159	M13 M12	M13 M12	
160	M13 M12	M13 M12	
161	M13 M12	M13 M12	
162	M13 M12	M13 M12	
163	M13 M12	M13 M12	
164	M13 M12	M13 M12	
165	M13 M12	M13 M12	
166	M13 M12	M13 M12	
167	M13 M12	M13 M12	
168	M13 M12	M13 M12	
169	M13 M12	M13 M12	
170	M13 M12	M13 M12	

171	M13 M12	M13 M12
172	M13 M12	M13 M12
173	M13 M12	M13 M12
174	M13 M12	M13 M12
175	M13 M12	M13 M12
176	M13 M12	M13 M12
177	M13 M12	M13 M12
178	M13 M12	M13 M12
179	M13 M12	M13 M12
180	M13 M12	M13 M12
181	M13 M12	M13 M12
182	M13 M12	M13 M12
183	M13 M12	M13 M12
184	M13 M12	M13 M12
185	M13 M12	M13 M12
186	M13 M12	M13 M12
187	M13 M12	M13 M12

6.5. RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI

Vengono di seguito indicate le risultanti dei carichi applicati nelle CdC elementari statiche:

CdC = Condizione di Carico Elementare

Descrizione = Descrizione tipologia CdC

Fx, Fy, Fz = forza risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Mx, My, Mz = momento calcolato rispetto all'origine e risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Fase = viene indicato (se presente) la fase a cui la CdC appartiene

CdC	Descrizione	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)	Fase
1	CdC n. 1 P. propri	-3.041e-15	9.1508e-32	-265.39988	-4644.4980	3421.37048	5.1585e-14	
2	CdC n. 2 Tamp.e corn.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
3	CdC n. 3 Accid. A	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
4	CdC n. 4 Accid. B	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
5	CdC n. 5 Copertura	-2.194e-14	1.7532e-31	-451.19830	-7895.9702	5816.56874	3.9989e-13	
6	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
7	CdC n. 7 Accid. C	271.316182	-3.138e-15	591.009217	10342.6613	-7818.8780	-4748.0332	
8	CdC n. 8 Accid. D	0.	0.	0.	0.	0.	0.	

6.6. ANALISI MODALE

Di seguito sono descritti tutti i parametri utilizzati per l'analisi modale.

Metodo di calcolo utilizzato: WILSON dell'iterazione del sottospazio

Matrici di Massa: CONSISTENT matrice di massa completa

Sequenza di STURM Abilitata

Moto Rigido non consentito

Tolleranza per calcolo autovalori 0

Numero Massimo di iterazioni per il calcolo autovalori 24

L'analisi modale è stata svolta considerando il modello nella fase 1.

Di seguito sono indicati i periodi per ogni modo di vibrare estratto

LANCIO N°1:

n. Modo	Periodo (Secondi)
1	0.51552
2	0.5081
3	0.5079
4	0.48346
5	0.483
6	0.42052
7	0.1841
8	0.18191
9	0.1819
10	0.17296
11	0.17274
12	0.15596
13	0.10555
14	0.092398
15	0.09218
16	0.091026
17	0.091026
18	0.090416
19	0.089945
20	0.089849
21	0.086805
22	0.081839
23	0.078206
24	0.072866
25	0.06917
26	0.060151
27	0.058117
28	0.057608
29	0.056802
30	0.056106
31	0.056106
32	0.055552
33	0.054577
34	0.053803
35	0.050249
36	0.047753
37	0.045681
38	0.044102
39	0.038495
40	0.03739
41	0.037337
42	0.037027
43	0.036874
44	0.036874
45	0.036583
46	0.035693
47	0.034934
48	0.034606
49	0.033997
50	0.032155
51	0.031916
52	0.031454
53	0.029639
54	0.028077
55	0.026819

n. Modo	Periodo (Secondi)
56	0.026784
57	0.026746
58	0.026698
59	0.026621
60	0.026535

6.7. ANALISI SISMICA

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

PARAMETRI DEL DM 14/01/2008:

Categoria suolo di fondazione: C

Categoria Topografica: T1

Coeff.smorzam.equivalente ξ : 5

Fattore di struttura q_x , q_y per sismi in dir.x e y (orizzontali) e q_z (verticali): 1, 1, 2

Classe di duttilità: Bassa

Percentuale eccentricità accidentale centro di massa: 0.05

NOTA: Le distribuzioni di masse che generano l'eccentricità accidentale comprendono anche il peso proprio.

6.7.1. FATTORE DI STRUTTURA PER SISMA IN DIREZIONE X

Il valore di q_x è stato imposto a $q_x = 1$.

6.7.2. FATTORE DI STRUTTURA PER SISMA IN DIREZIONE Y

Il valore di q_y è stato imposto a $q_y = 1$.

6.7.3. CONDIZIONI SISMICHE DINAMICHE

La presente analisi numerica prevede l'esame delle condizioni di carico sismiche corrispondenti alle seguenti tipologie di azioni indicate in tabella:

CdC = numero della condizione di carico dinamica

Lancio = ad ogni lancio corrisponde una distribuzione delle masse differente; tutte le CdC di tipo sismico statico equivalente sono analizzate in un unico lancio statico del solutore, mentre per le CdC dinamiche ad ogni lancio corrisponde un lancio dinamico del solutore.

Nome = nome della CdC dinamica

Tipo = indica la direzione ed eventualmente il tipo di CdC sismica

SottoTipo: indica il tipo di stato limite:

- SLO, SLD, SLV, SLC sono gli stati limite del par.3.2.1 DM 14/01/2008
- SLD 2/3 è lo spettro di risposta con $\eta = 2/3$ per le verifiche di resistenza a SLU (combinaz.eccetz.) secondo il par.7.3.7.1 DM 14/01/2008

Spettro di risposta = definisce il coefficiente di risposta in funzione del periodo

a_g/g = questo valore indica l'accelerazione di picco del suolo, espressa in $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$

Dy = indica che si tratta di una CdC dinamica

Molt.X , Molt.Y , Molt.Z: moltiplicatori per applicare lo spettro di risposta alle varie direzioni.

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	ag/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
1	1	Sisma SLD X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 14/1/2008 SLD X	0.0665	1	0	0
			SottoTipo: SLD					
6	1	Sisma SLV X Dx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 14/1/2008 SLV X	0.155	1	0	0
			SottoTipo: SLV					
2	2	Sisma SLD X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 14/1/2008 SLD X	0.0665	1	0	0
			SottoTipo: SLD					
7	2	Sisma SLV X Sx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 14/1/2008 SLV X	0.155	1	0	0
			SottoTipo: SLV					
3	3	Sisma SLD Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 14/1/2008 SLD Y	0.0665	0	1	0
			SottoTipo: SLD					
8	3	Sisma SLV Y Dx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 14/1/2008 SLV Y	0.155	0	1	0
			SottoTipo: SLV					
4	4	Sisma SLD Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 14/1/2008 SLD Y	0.0665	0	1	0
			SottoTipo: SLD					
9	4	Sisma SLV Y Sx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 14/1/2008 SLV Y	0.155	0	1	0
			SottoTipo: SLV					
5	5	Sisma SLD Z	Sisma SLE Z (Dy)	~DM 14/1/2008 SLD Z	0.0665	0	0	-1
			SottoTipo: SLD					
10	5	Sisma SLV Z	Sisma SLU Z (Dy)	~DM 14/1/2008 SLV Z	0.155	0	0	-1
			SottoTipo: SLV					

6.7.4. PARAMETRI PER CALCOLO SPETTRI DI RISPOSTA

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il par.3.2 del DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

P_{VR} probabilità di superamento nel periodo di ritorno
 T_R periodo di ritorno
 ag/g accelerazione orizzontale massima del suolo
 F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
 T_c^* valore base per calcolo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Collocazione del sito: Longitudine = 10.6302°, Latitudine = 43.6096°

SLO:

$P_{VR}=81\%$, $T_R= 45$ anni, $ag/g = 0.0527$ sec, $F_o = 2.5112$, $T_c^*= 0.2443$ sec

SLD:

$P_{VR}=63\%$, $T_R= 75$ anni, $ag/g = 0.0665$ sec, $F_o = 2.4891$, $T_c^*= 0.2532$ sec

SLV:

$P_{VR}=10\%$, $T_R= 712$ anni, $ag/g = 0.155$ sec, $F_o = 2.498$, $T_c^*= 0.2756$ sec

6.7.5. SPETTRI DI RISPOSTA UTILIZZATI

--- SPETTRO PER PUNTI ~DM 14/1/2008 SLV Z

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	0.531
2	0.05	0.664
3	0.15	0.664
4	0.35	0.285
5	0.55	0.2
6	0.75	0.2
7	0.95	0.2
8	1	0.2
9	1.2	0.2
10	1.4	0.2
11	1.6	0.2
12	1.8	0.2
13	2	0.2
14	2.2	0.2
15	2.4	0.2
16	2.6	0.2
17	2.8	0.2
18	3	0.2
19	3.2	0.2
20	3.4	0.2
21	3.6	0.2
22	3.8	0.2
23	4	0.2

--- SPETTRO PER PUNTI ~DM 14/1/2008 SLV Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.468
2	0.148	3.666
3	0.443	3.666
4	0.643	2.526
5	0.843	1.926
6	1.043	1.557
7	1.243	1.306
8	1.443	1.125
9	1.643	0.988
10	1.843	0.881
11	2.043	0.795
12	2.22	0.731
13	2.42	0.615
14	2.62	0.525
15	2.82	0.453
16	3.02	0.395
17	3.22	0.348
18	3.42	0.308
19	3.62	0.275
20	3.82	0.247
21	4	0.225

--- SPETTRO PER PUNTI ~DM 14/1/2008 SLV X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.468
2	0.148	3.666
3	0.443	3.666
4	0.643	2.526
5	0.843	1.926
6	1.043	1.557
7	1.243	1.306
8	1.443	1.125
9	1.643	0.988
10	1.843	0.881
11	2.043	0.795
12	2.22	0.731
13	2.42	0.615
14	2.62	0.525
15	2.82	0.453
16	3.02	0.395
17	3.22	0.348
18	3.42	0.308
19	3.62	0.275
20	3.82	0.247
21	4	0.225

--- SPETTRO PER PUNTI ~DM 14/1/2008 SLD Z

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	0.348
2	0.05	0.867
3	0.15	0.867
4	0.35	0.371
5	0.55	0.236
6	0.75	0.173
7	0.95	0.137
8	1	0.13
9	1.2	0.09
10	1.4	0.066
11	1.6	0.051
12	1.8	0.04
13	2	0.032
14	2.2	0.027
15	2.4	0.023
16	2.6	0.019
17	2.8	0.017
18	3	0.014
19	3.2	0.013
20	3.4	0.011
21	3.6	0.01
22	3.8	0.009
23	4	0.008

--- SPETTRO PER PUNTI ~DM 14/1/2008 SLD Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.139	3.734
3	0.418	3.734
4	0.618	2.526
5	0.818	1.909
6	1.018	1.534
7	1.218	1.282
8	1.418	1.101
9	1.618	0.965
10	1.818	0.859
11	1.866	0.837
12	2.066	0.683
13	2.266	0.568
14	2.466	0.479
15	2.666	0.41
16	2.866	0.355
17	3.066	0.31
18	3.266	0.273
19	3.466	0.243
20	3.666	0.217
21	3.866	0.195
22	4	0.182

--- SPETTRO PER PUNTI ~DM 14/1/2008 SLD X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.139	3.734
3	0.418	3.734
4	0.618	2.526
5	0.818	1.909
6	1.018	1.534
7	1.218	1.282
8	1.418	1.101
9	1.618	0.965
10	1.818	0.859
11	1.866	0.837
12	2.066	0.683
13	2.266	0.568
14	2.466	0.479
15	2.666	0.41
16	2.866	0.355
17	3.066	0.31
18	3.266	0.273
19	3.466	0.243
20	3.666	0.217
21	3.866	0.195
22	4	0.182

6.7.6. MOLTIPLICATORI CALCOLO AUTOMATICO MASSE

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle masse:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff.SLE = moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff.SLU = moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CdC	Coeff.SLE	Coeff.SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	0.3	0.3	1	1	1
4	0.3	0.3	1	1	1
5	0	0	1	1	1
6	0.8	0.8	1	1	1
7	0	0	1	1	1
8	0.6	0.6	1	1	1

6.7.7. ANALISI DINAMICA

METODO DI COMBINAZIONE MODALE:

- CQC nel calcolo della risposta sismica, i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati tenendo conto del segno delle singole componenti modali. La generica componente U_i delle risposte sismiche è data da una combinazione quadratica delle componenti U_{ij} ($j=1, N.\text{modi}$) in cui i coefficienti di combinazione fra due modi distinti dipendono dai coefficienti di smorzamento dei due modi e dal rapporto fra le due frequenze. Se non vengono assegnati smorzamenti modali, i risultati forniti da questo metodo coincidono con quelli del metodo RMS.

6.7.8. MASSE MOVIMENTATE

La massa movimentata è calcolata in percentuale sulla massa totale applicata ai gradi di libertà dei nodi non vincolati.

A seguito sono descritte le percentuali di masse movimentate:

LANCIO N°1:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.51552	31.842	31.842	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.5081	31.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.5079	49.247	17.405	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.48346	68.234	18.986	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.483	88.920	20.687	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.42052	88.920	0.000	57.046	57.046	0.000	0.000
7	0.1841	88.920	0.000	57.046	0.000	6.932	6.932
8	0.18191	88.920	0.000	57.046	0.000	6.932	0.000
9	0.1819	88.920	0.000	57.046	0.000	12.813	5.881
10	0.17296	88.920	0.000	57.046	0.000	23.882	11.069
11	0.17274	88.920	0.000	57.392	0.347	23.893	0.011
12	0.15596	88.920	0.000	57.392	0.000	23.893	0.000
13	0.10555	88.920	0.000	87.339	29.947	23.893	0.000
14	0.092398	88.920	0.000	88.314	0.975	23.893	0.000
15	0.09218	91.357	2.437	88.314	0.000	23.893	0.000
16	0.091026	91.357	0.000	88.314	0.000	23.893	0.000
17	0.091026	93.697	2.339	88.314	0.000	23.893	0.000
18	0.090416	95.906	2.209	88.314	0.000	23.893	0.000
19	0.089945	95.917	0.011	88.314	0.000	23.893	0.000
20	0.089849	96.004	0.087	88.509	0.195	23.947	0.054
21	0.086805	96.004	0.000	88.509	0.000	23.947	0.000
22	0.081839	97.617	1.614	88.509	0.000	23.947	0.000
23	0.078206	97.617	0.000	88.520	0.011	23.947	0.000
24	0.072866	97.617	0.000	89.310	0.791	23.947	0.000
25	0.06917	97.617	0.000	89.310	0.000	23.947	0.000
26	0.060151	97.617	0.000	89.451	0.141	23.947	0.000
27	0.058117	97.639	0.022	92.267	2.816	23.947	0.000

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
28	0.057608	97.661	0.022	94.877	2.610	23.947	0.000
29	0.056802	97.661	0.000	94.877	0.000	26.524	2.578
30	0.056106	97.661	0.000	94.877	0.000	26.524	0.000
31	0.056106	97.661	0.000	94.877	0.000	29.016	2.491
32	0.055552	97.661	0.000	94.877	0.000	32.113	3.098
33	0.054577	97.661	0.000	95.191	0.314	32.146	0.032
34	0.053803	97.661	0.000	95.462	0.271	32.189	0.043
35	0.050249	97.661	0.000	96.610	1.148	32.189	0.000
36	0.047753	97.661	0.000	96.610	0.000	33.445	1.256
37	0.045681	97.661	0.000	96.675	0.065	33.445	0.000
38	0.044102	97.661	0.000	96.675	0.000	33.445	0.000
39	0.038495	97.661	0.000	98.592	1.917	33.445	0.000
40	0.03739	97.661	0.000	98.592	0.000	33.445	0.000
41	0.037337	98.094	0.433	98.592	0.000	33.445	0.000
42	0.037027	98.560	0.466	98.592	0.000	33.445	0.000
43	0.036874	98.560	0.000	98.592	0.000	33.445	0.000
44	0.036874	98.950	0.390	98.592	0.000	33.445	0.000
45	0.036583	98.950	0.000	98.592	0.000	33.445	0.000
46	0.035693	98.950	0.000	98.603	0.011	33.445	0.000
47	0.034934	98.950	0.000	98.625	0.022	33.445	0.000
48	0.034606	98.950	0.000	99.296	0.672	33.445	0.000
49	0.033997	98.982	0.032	99.296	0.000	33.445	0.000
50	0.032155	99.231	0.249	99.296	0.000	33.445	0.000
51	0.031916	99.242	0.011	99.296	0.000	33.445	0.000
52	0.031454	99.242	0.000	99.296	0.000	33.445	0.000
53	0.029639	99.253	0.011	99.296	0.000	33.445	0.000
54	0.028077	99.253	0.000	99.307	0.011	33.575	0.130
55	0.026819	99.253	0.000	99.740	0.433	33.608	0.032
56	0.026784	99.253	0.000	99.740	0.000	36.846	3.238
57	0.026746	99.253	0.000	99.740	0.000	36.922	0.076
58	0.026698	99.253	0.000	99.773	0.032	36.987	0.065
59	0.026621	99.253	0.000	99.773	0.000	39.651	2.664
60	0.026535	99.253	0.000	99.946	0.173	39.673	0.022

6.7.9. AUTOVALORI

Di seguito sono indicati gli autovalori trovati:

LANCIO N°1:

numero autovalori: 60

n°	Autovalore
1	148.546
2	152.919
3	153.041
4	168.907
5	169.226
6	223.244
7	1164.77
8	1193.06
9	1193.11
10	1319.62
11	1323.02
12	1623.01
13	3543.65
14	4624.22
15	4646.09
16	4764.58
17	4764.61
18	4829.15
19	4879.89
20	4890.33
21	5239.31

n°	Autovalore
22	5894.44
23	6454.79
24	7435.46
25	8251.28
26	10911.2
27	11688.5
28	11895.6
29	12235.6
30	12541.1
31	12541.1
32	12792.5
33	13253.6
34	13637.8
35	15635
36	17312.1
37	18918.2
38	20297.5
39	26641.7
40	28239.5
41	28319.2
42	28795.7

n°	Autovalore
43	29034.4
44	29034.7
45	29498.9
46	30987.6
47	32349.4
48	32964.9
49	34157.8
50	38182.2
51	38756.5
52	39902.6
53	44940.2
54	50080.7
55	54888.6
56	55029.3
57	55186.4
58	55384.3
59	55707.8
60	56066.8

6.7.10. PERIODI SPETTRI UTILIZZATI NELLE VERIFICHE

Nell'esecuzione delle verifiche, qual'ora queste li richiedano, i periodi degli spettri utilizzati sono, in secondi:

Periodi fondam. $T1_x$, $T1_y$, $T1_z$ (per sisma in dir.x,y,z): 0.51552, 0.42052, 0.17296

Periodo T_c per sismi x,y: 0.442768

Periodo T_c per sismi z: 0.15

7. VERIFICHE

7.1. VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS

A seguito verranno indicate le verifiche più gravose per ogni sezione base o armatura

7.1.1. DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA

Di seguito sono descritti i set inviluppi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “~SL08 DEFAULT_SL08 - AZIONI Istantanee”

E' costituito dai seguenti inviluppi:

- INVILUPPI S.L.U. SECONDO IL DM 14/01/2008

Descrizione Inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV”

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee STR SLV 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	CdC n. 7 Accid. C	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.5

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee STR SLV 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	CdC n. 7 Accid. C	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee STR SLV 3”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	CdC n. 7 Accid. C	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	5	-1	1

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “~SL08 DEFAULT_SL08 - AZIONI DI BREVE DURATA”

E’ costituito dai seguenti involuppi:

- INVILUPPI S.L.U. SECONDO IL DM 14/01/2008

Descrizione Involuppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV 2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV 3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell'involucro “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV”

Descrizione involucro “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_1”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_2”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

Descrizione involucro “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_3”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

7.1.2. VERIFICHE S.L.U. LEGNO

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 involucro che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involucro che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involucro che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involucro che determina il taglio 1-2 massimo positivo

- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
- 23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
- 24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V₁₂, V₁₃ = tagli agenti in direzione 2 e 3

M₁₂, M₁₃ = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi di cui al §4.4.8 del D.M. 14/01/2008 completato con la sezione 6 della EN1995-1-1:2009.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CIDur = indica la classe di durata considerata per il carico

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a trazione (§4.4.8.1.1), compressione (§4.4.8.1.3), flessione (§4.4.8.1.6), tensoflessione (§4.4.8.1.7) o pressoflessione (§4.4.8.1.8).

CoeffVT = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (§4.4.8.1.9), torsione (§4.4.8.1.10) e taglio-torsione (§4.4.8.1.11).

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITA':

Le verifiche di instabilità sono condotte considerando sempre la sezione base, considerando le formule (6.23), (6.24), (6.33) e (6.35) dell'Eurocodice.

Se richiesto dall'Utente queste sono ulteriormente generalizzate tenere conto della flessione deviata e dell'interazione tra instabilità a carico di punta e instabilità flesso-torsionale, secondo le indicazioni contenute nelle N.I.Co.Le e nelle DIN 1052:2004.

Si considerano pertanto le seguenti disuguaglianze:

$$(A) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1.0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1.0$$

$$(B) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1.0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1.0$$

$$(C) \quad \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} \leq 1.0$$

$$(D) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} \right)^2 \leq 1.0$$

L'applicazione diretta delle formule dell'EC5 equivale a considerare coefficienti k_{crit} unitari nelle disuguaglianze (A) e (B).

CIDur = indica la classe di durata considerata per il carico

Appr. = indica se è stato considerato alla lettera l'approccio secondo l'EC5 (codice EC) oppure se è stata adottata la forma "generalizzata" secondo N.I.Co.Le. (codice DIN)

Coeff = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione, flessione e pressoflessione (§§6.3.2 e 6.3.3 modificati).

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (Coeff>1)

7.1.3. VERIFICA DI RESISTENZA “~VERIFICHE LEGNO DEFAULT_SL08 - AZIONI Istantanee”

Tipo Verifica: verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 14/01/2008.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**LEGNO**

Unità di misura lunghezze: m

Unità di misura sforzi Normali e Tagli: kN

Unità di misura dei Momenti: kNm

Unità di misura delle Tensioni: kgf/cm²

BEAM N.15 - SEZIONE “14/76 [RETTANGOLARE 14X76 CM]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 1
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 11.3793 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.86207 (kgf/cm ²)

Ver	Dist (m)	N (kN) Cl.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffMN:							
2	2.34	88.73 Istantaneo	-0.25	5.79 0.96	0.08 0.0457	245.87	0.00

BEAM N.92 - SEZIONE “14/76 [RETTANGOLARE 14X76 CM]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 1
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 11.3793 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.86207 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) Cl.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffVT:							
2	0.00	76.89	0.18	70.43	0.00	0.00	0.00
		Istantaneo		0.0635	0.5346		

BEAM N.114 - SEZIONE "16/32 [RETTANGOLARE 16X32 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 1
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 11.3793 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.86207 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) Cl.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffMN:							
2	2.40	4.76	0.03	0.00	0.87	0.00	0.00
		Istantaneo		0.0468	0.0004		

BEAM N.132 - SEZIONE "14/16 [RETTANGOLARE 14X16 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 1
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 11.3793 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.86207 (kgf/cm ²)

Ver	Dist (m)	N (kN) CL.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffMN:							
1	0.00	-23.31 Istantaneo	0.00	0.31 0.0629	0.00 0.0235	0.00	0.00

BEAM N.166 - SEZIONE "14/16 [RETTANGOLARE 14X16 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 1
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 11.3793 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.86207 (kgf/cm ²)

Ver	Dist (m)	N (kN) CL.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffVT:							
8	5.00	-1.34 Istantaneo	0.00	-0.24 0.0000	0.00 0.0321	-0.00	0.00

BEAM N.182 - SEZIONE "16/32 [RETTANGOLARE 16X32 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 1
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 11.3793 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.86207 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) Cl.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo							
1	5.00	-5.94 Istantaneo	-0.54	0.00 0.0000	-0.00 0.0465	0.00	0.00

7.1.4. VERIFICA DI INSTABILITÀ “~VERIFICHE LEGNO DEFAULT_SL08 - AZIONI Istantanee”

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**LEGNO**

Unità di misura lunghezze: m

Unità di misura sforzi Normali e Tagli: kN

Unità di misura dei Momenti: kNm

Unità di misura delle Tensioni: kgf/cm²

BEAM N.22 - SEZIONE “14/76 [RETTANGOLARE 14X76 CM]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1

coefficiente correttivo, k_{mod}	= 1
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 11.3793 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.86207 (kgf/cm ²)

PARAMETRI PER VERIFICA DI STABILITÀ:

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 3.40053 m

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	3.40053 m	3.40053 m	3.40053 m
Lunghezze libere di inflessione	3.40053 m	3.40053 m	3.40053 m
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam(nodo 23)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam(nodo 30)	presente	presente	presente

Snellezza sbandamento piano 12: 84.1414

Snellezza sbandamento piano 13: 15.4997

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	Cl.Dur	Appr.	Coeff
Massimo Coeff:							
2	1.70	78.60	0.44	245.87	Istantaneo	CNR	0.95*

BEAM N.132 - SEZIONE "14/16 [RETTANGOLARE 14X16 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 1
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 16.5517 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 11.3793 (kgf/cm ²)

resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.86207 (kgf/cm²)

PARAMETRI PER VERIFICA DI STABILITÀ:

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 5 m

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	5 m	5 m	5 m
Lunghezze libere di inflessione	5 m	5 m	5 m
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam(nodo 8)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam(nodo 63)	presente	presente	presente

Snellezza sbandamento piano 12: 123.718

Snellezza sbandamento piano 13: 108.253

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	Cl.Dur	Appr.	Coeff
Massimo Coeff:							
1	2.50	-23.31	0.00	0.38	Istantaneo	CNR	0.3015

BEAM N.186 - SEZIONE "16/32 [RETTANGOLARE 16X32 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 1
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 11.3793 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 16.5517 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.86207 (kgf/cm²)

PARAMETRI PER VERIFICA DI STABILITÀ:

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 5 m

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	5 m	5 m	5 m
Lunghezze libere di inflessione	5 m	5 m	5 m
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam(nodo 18)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam(nodo 19)	presente	presente	presente

Snellezza sbandamento piano 12: 108.253

Snellezza sbandamento piano 13: 54.1266

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	Cl.Dur	Appr.	Coeff
Massimo Coeff:							
1	2.50	-7.29	0.67	0.00	Istantaneo	CNR	0.0576

7.1.5. VERIFICA DI RESISTENZA “~VERIFICHE LEGNO DEFAULT_SL08 - AZIONI DI BREVE DURATA”

Tipo Verifica: verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 14/01/2008.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**LEGNO**

Unità di misura lunghezze: m

Unità di misura sforzi Normali e Tagli: kN

Unità di misura dei Momenti: kNm

Unità di misura delle Tensioni: kgf/cm²

BEAM N.16 - SEZIONE “14/76 [RETTANGOLARE 14X76 CM]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 0.9
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 10.2414 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.67586 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) Cl.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffMN:							
1	0.00	-72.74	-0.01	5.09	-0.00	-91.98	0.00
		Breve Durata		0.4603	0.0428		

BEAM N.93 - SEZIONE "14/76 [RETTANGOLARE 14X76 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 0.9
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 10.2414 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.67586 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) Cl.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffVT:							
1	3.51	-68.89	-0.00	-26.34	-0.00	-91.98	0.00
		Breve Durata		0.4601	0.2216		

BEAM N.111 - SEZIONE "16/32 [RETTANGOLARE 16X32 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 0.9
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 10.2414 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.67586 (kgf/cm ²)

Ver	Dist (m)	N (kN) CL.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffVT:							
2	5.00	2.74	-0.70	0.00	-0.00	0.00	0.00
		Breve Durata		0.0052	0.0122		

BEAM N.114 - SEZIONE "16/32 [RETTANGOLARE 16X32 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 0.9
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 10.2414 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.67586 (kgf/cm ²)

Ver	Dist (m)	N (kN) CL.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffMN:							
2	2.40	4.76	0.03	0.00	0.87	0.00	0.00
		Breve Durata		0.0520	0.0005		

BEAM N.118 - SEZIONE "14/16 [RETTANGOLARE 14X16 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 0.9
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 10.2414 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.67586 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) CL.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffVT:							
2	5.00	1.34	0.00	-0.31	0.00	-0.00	0.00
		Breve Durata		0.0058	0.0122		

BEAM N.177 - SEZIONE "14/16 [RETTANGOLARE 14X16 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$ = 1
 coefficiente correttivo per flessione N, k_h = 1
 coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr} = 1
 coefficiente correttivo, k_{mod} = 0.9
 coefficiente parziale, γ_M = 1.45
 resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$ = 10.2414 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$ = 14.8966 (kgf/cm²)
 resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$ = 1.67586 (kgf/cm²)

Ver	Dist (m)	N (kN) CL.Dur.	V12 (kN)	V13 (kN) CoeffMN	M12 (kNm) CoeffVT	M13 (kNm)	MT (kNm)
Massimo CoeffMN:							
2	2.40	2.29	0.00	0.01	0.00	0.38	0.00
		Breve Durata		0.0529	0.0005		

7.1.6. VERIFICA DI INSTABILITÀ “~VERIFICHE LEGNO DEFAULT_SL08 - AZIONI DI BREVE DURATA”

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**LEGNO**

Unità di misura lunghezze: m

Unità di misura sforzi Normali e Tagli: kN

Unità di misura dei Momenti: kNm

Unità di misura delle Tensioni: kgf/cm²

BEAM N.93 - SEZIONE “14/76 [RETTANGOLARE 14X76 CM]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 0.9
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 10.2414 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.67586 (kgf/cm ²)

PARAMETRI PER VERIFICA DI STABILITÀ:

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 3.50964 m

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta “(A)”:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	3.50964 m	3.50964 m	3.50964 m
Lunghezze libere di inflessione	3.50964 m	3.50964 m	3.50964 m
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam(nodo 101)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam(nodo 17)	presente	presente	presente

Snellezza sbandamento piano 12: 86.8411

Snellezza sbandamento piano 13: 15.997

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	Cl.Dur	Appr.	Coeff
Massimo Coeff:							
1	1.75	-73.13	-0.00	-91.98	Breve Durata	CNR	0.5576

BEAM N.111 - SEZIONE "16/32 [RETTANGOLARE 16X32 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 0.9
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 10.2414 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.67586 (kgf/cm ²)

PARAMETRI PER VERIFICA DI STABILITÀ:

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 5 m

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	5 m	5 m	5 m
Lunghezze libere di inflessione	5 m	5 m	5 m
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam(nodo 11)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam(nodo 84)	presente	presente	presente

Snellezza sbandamento piano 12: 108.253

Snellezza sbandamento piano 13: 54.1266

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	Cl.Dur	Appr.	Coeff
Massimo Coeff:							
2	2.50	2.74	0.87	0.00	Breve Durata	CNR	0.0429

BEAM N.150 - SEZIONE "14/16 [RETTANGOLARE 14X16 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

PARAMETRI SPECIFICI PER LE VERIFICHE DEL LEGNO STRUTTURALE:

coefficiente correttivo per flessione M12, $k_{h,12}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione M13, $k_{h,13}$	= 1
coefficiente correttivo per flessione N, k_h	= 1
coefficiente correttivo per fessurazione a taglio, k_{cr}	= 1
coefficiente correttivo, k_{mod}	= 0.9
coefficiente parziale, γ_M	= 1.45
resistenza di progetto a flessione, $f_{m,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a trazione, $f_{t,0,d}$	= 10.2414 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a compressione, $f_{c,0,d}$	= 14.8966 (kgf/cm ²)
resistenza di progetto a taglio, $f_{v,d}$	= 1.67586 (kgf/cm ²)

PARAMETRI PER VERIFICA DI STABILITÀ:

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 5 m

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	5 m	5 m	5 m
Lunghezze libere di inflessione	5 m	5 m	5 m
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam(nodo 52)	presente	presente	presente
Ritegno per lo sbandamento fine Beam(nodo 53)	presente	presente	presente

Snellezza sbandamento piano 12: 123.718

Snellezza sbandamento piano 13: 108.253

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	Cl.Dur	Appr.	Coeff
Massimo Coeff:							
1	2.50	-3.17	0.00	0.38	Breve Durata	CNR	0.0826

8. VERIFICA COLLEGAMENTI

PARTICOLARI DI FISSAGGIO

Normativa di riferimento : **EC5**

Classe di resistenza legno : **BS11-GL24H**

Compatibilmente con la geometria del nodo, i principali sistemi di fissaggio saranno realizzati mediante, chiodi, viti e bulloni, di cui, qui di seguito si andranno a riportare le specifiche di fissaggio (nella determinazione della resistenza di calcolo delle connessioni si farà riferimento al singolo connettore):

Collegamenti chiodati:

I chiodi sono il mezzo di unione più antico e semplice e si usano per lo più in presenza di spessori ridotti.

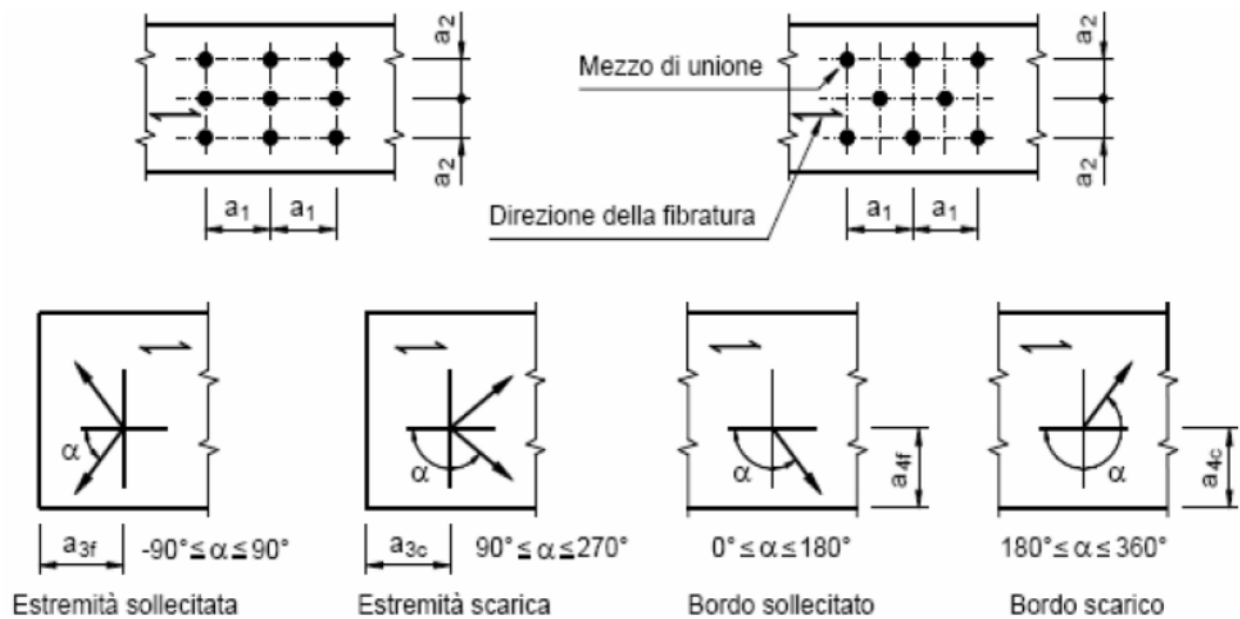
I chiodi qui impiegati sono del tipo ad aderenza migliorata.

In accordo alla normativa utilizzata, questi saranno impiegati in maniera sfalsata, sia su una stessa linea della faccia in modo da non interessare la stessa fibratura del legno come pure nelle chiodature delle due facce, così da non interferire con la penetrazione del gambo nella stessa zona rendendola più vulnerabile alla fessurazione.

Si ricorda inoltre, che le distanze impiegate fra i chiodi saranno conformi:

Tabella B.5-Interassi e distanze da bordi ed estremità, valori minimi per chiodi.

Interasse o distanza (fig. 3.21)	Angolo α fra forza e direzione della fibratura	Interasse e distanze da bordi ed estremità, valori minimi		
		Senza prefuratura		Con prefuratura
		$\rho_k \leq 420 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	$420 \leq \rho_k \leq 500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	
a_1 (parallelo alla fibratura)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \left\lfloor \cos \alpha \right\rfloor) d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 7 \left\lfloor \cos \alpha \right\rfloor) d$	$(7 + 8 \left\lfloor \cos \alpha \right\rfloor) d$	$(4 + 3 \left\lfloor \cos \alpha \right\rfloor) d$
a_2 (ortogonale alla fibratura)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 d$	$7 d$	$(3 + \left\lfloor \sin \alpha \right\rfloor) d$
$a_{1,r}$ (estremità sollecitata)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha) d$	$(15 + 5 \cos \alpha) d$	$(7 + 5 \cos \alpha) d$
$a_{1,s}$ (estremità scarica)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10 d$	$15 d$	$7 d$
$a_{1,r}$ (bordo sollecitato)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 2 \sin \alpha) d$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 2 \sin \alpha) d$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(3 + 2 \sin \alpha) d$
		$d \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \sin \alpha) d$	$d \geq 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \sin \alpha) d$	$d \geq 5 \text{ mm:}$ $(3 + 4 \sin \alpha) d$
$a_{1,s}$ (bordo scarico)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 d$	$7 d$	$3 d$



Collegamenti con spinotti e viti:

Le distanze adottate in progetto sono conformi:

Interasse o distanza (fig. 3.21)	Angolo α fra forza e direzione della fibratura	Interasse e distanze da bordi ed estremità, valori minimi
a_1 (parallelo alla fibratura)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 + 2 \cos \alpha) d$
a_2 (ortogonale alla fibratura)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$
$a_{3,f}$ (estremità sollecitata)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max \left\{ \begin{array}{l} 7d \\ 80\text{mm} \end{array} \right.$
$a_{3,c}$ (estremità scarica)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max \left\{ \begin{array}{l} (a_{3,f} \sin \alpha) d \\ 3d \end{array} \right.$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$3d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max \left\{ \begin{array}{l} (a_{3,f} \sin \alpha) d \\ 4d \end{array} \right.$
$a_{4,f}$ (bordo sollecitato)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max \left\{ \begin{array}{l} (2 + 2 \sin \alpha) d \\ 3d \end{array} \right.$
$a_{4,c}$ (bordo scarico)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

- Verifica piede arco

Dall'analisi tridimensionale si ottiene una forza orizzontale pari a 40.40 kN

Il collegamento viene realizzato mediante 3 bulloni 16/160

Resistenza dei bulloni:

Il collegamento in esame è del tipo "Connessioni acciaio - legno" in accordo con il punto 8.2.3 dell'Eurocodice 5.

Normativa: Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14-01-2008

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di connessione: acciaio-legno a due sezioni resistenti

Classe di durata dei carichi = breve

Spessore strato 1 = 120 mm

Spessore piastra = 5 mm

Angolo sforzo-fibre = 90°

Tipo di connettore: Bullone 16 x 180 mm

Lunghezza = 180 mm

Diametro bullone = 16 mm

Diametro rondella = 56 mm

Spessore rondella = 6 mm

Resistenza trazione $f_u = 510.0 \text{ N/mm}^2$

Numero bulloni = 3; Passo bulloni = 200 mm

RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO $F_{v,rk} = 9000.6 \text{ daN}$

Classe di servizio legname = 1

Coefficiente di correzione $K_{mod} = 0.9$

Coefficiente di sicurezza parziale = 1.5

RESISTENZA DI PROGETTO A TAGLIO $F_{v,rd} = 5400.4 \text{ daN}$

VERIFICA PIASTRA DI ANCORAGGIO

Di seguito sono descritti i set involuipi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “~SL08 DEFAULT_SL08 - AZIONI DI BREVE DURATA”

E’ costituito dai seguenti inviluppi:

- INVILUPPI S.L.U. SECONDO IL DM 14/01/2008

Descrizione Inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata STR SLV_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

VERIFICHE S.L.U.

VERIFICA SHELL DI RESISTENZA “~PRESSOFLESS.NO CA SLU”

Tipo Verifica: SLU (DM 14/01/2008)

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL08 Default_SL08 - Azioni di Breve Durata”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~ACCIAIO

RESISTENZA DI CALCOLO A TRAZIONE E COMPRESSIONE PER SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (kgf/cm²)	fd a Compressione (kgf/cm²)
n.28	S 235	2238.1	2238.1

DESCRIZIONE RISULTATI VERIFICHE

VALORI PER SPESSORE SHELL: 0.8 CM

Armatura di estradosso:

Armatura di intradosso:

n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	CoeffMN
53	2	0.00	-0.00	0.00

VALORI PER SPESSORE SHELL: 0.5 CM

Armatura di estradosso:

Armatura di intradosso:

n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	CoeffMN
33	2	-337.83	0.00	0.30

VALORI PER SPESSORE SHELL: 1.2 CM

Armatura di estradosso:

Armatura di intradosso:

n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	CoeffMN
6	3	-34.48	-0.03	0.02

- Verifica collegamento giunto di continuità

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di giunto: a ripristino con piastra metallica interna

Sezione trave = 140x720 mm

Tipo di connessione: acciaio-legno 2 sezioni resistenti

Spessore strato 1 = 60 mm

Spessore strato 2 = 60 mm

Tipo di connettore: Spinotto 16 x 120 mm

Resistenza trazione acciaio spinotti $f_u = 400.0 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio $F_{v,rk} = 2968.9 \text{ daN}$

Resistenza di progetto a taglio $F_{v,rd} = 1781.3 \text{ daN}$

Sollecitazioni di progetto:

$M = 4842 \text{ daNm}$ $N = 9401 \text{ daN}$ $T = 1791 \text{ daN}$

Classe di durata dei carichi = breve

Coefficiente di correzione $K_{mod} = 0.9$

Coefficienti di sicurezza parziale:

$\gamma_{M \text{ unioni}} = 1.50$; $\gamma_{M \text{ legno}} = 1.45$; $\gamma_{M \text{ acciaio}} = 1.05$

VERIFICHE GIUNTO

Numero file parallele alle fibre per ogni bordo: 2

Elementi per fila: 5

Sforzo massimo a taglio = 1825.6 daN

Verifica tensioni longitudinali trave: 0.73

Verifica tensioni tangenziali trave: 0.28

Verifica tensioni longitudinali piastra: 0.36

Verifica tensioni tangenziali piastra: 0.026

Verifica a rifollamento piastra: 0.15

Collegamento puntone-arco

Normativa: Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14-01-2008

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di scarpa: 161 x 160 ad ali interne

Spessore lamiera scarpa = 2 mm

Tipo di chiodi = Anker 4 x 60

Classe di durata dei carichi = istantanei vento

Coefficiente di correzione $K_{mod} = 1.0$

Coefficienti di sicurezza parziale:

$\gamma_{M \text{ unioni}} = 1.50$; $\gamma_{M \text{ legno}} = 1.45$; $\gamma_{M \text{ acciaio}} = 1.05$

Sollecitazioni di progetto: $T = 413 \text{ daN}$

Resistenza laterale caratteristica chiodi: 152.8 daN

Resistenza laterale di progetto chiodi: 101.8 daN

Resistenza assiale caratteristica chiodi: 131.4 daN

Resistenza assiale di progetto chiodi: 87.6 daN

Verifica connessione su trave secondaria:

Numero chiodi resistenti trave secondaria: 12

Sforzo laterale su singolo chiodo: 34.4 daN

VERIFICA A SFORZO LATERALE: 0.33

Verifica connessione su trave principale:

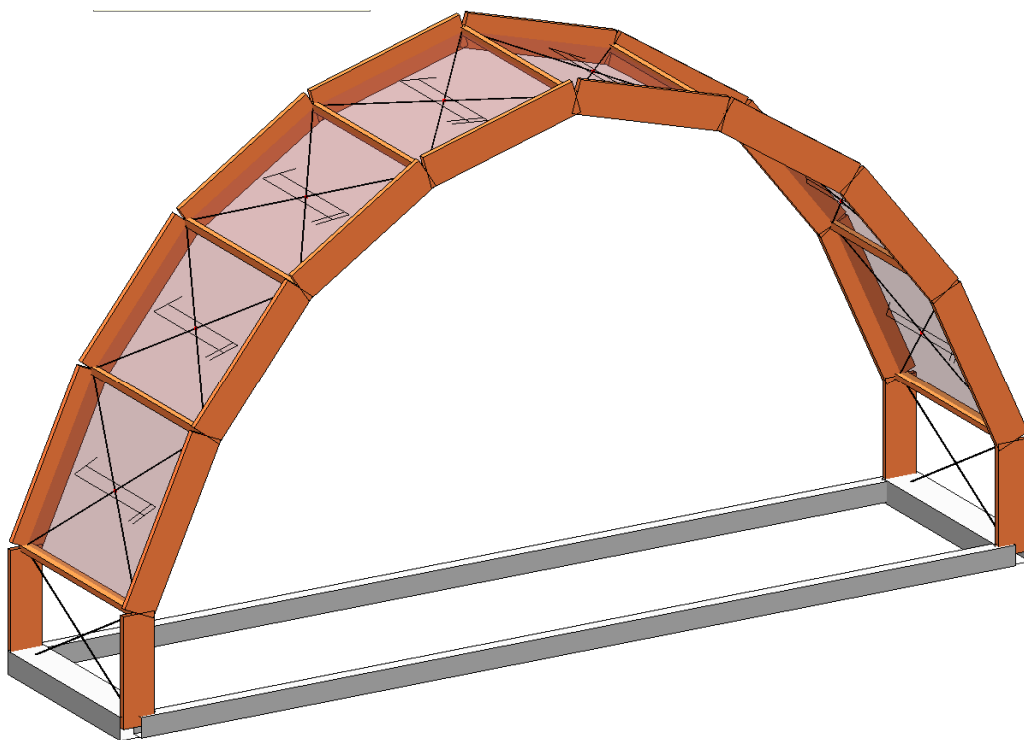
Numero di chiodi di parete: 22

Sforzo laterale di progetto su singolo chiodo: 18.7 daN

Sforzo assiale di progetto su singolo chiodo: 13.7 daN

VERIFICA PER AZIONI COMBinate: 0.058

Verifica controventi di parete e di copertura



VERIFICHE

VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS

A seguito verranno indicate le verifiche più gravose per ogni sezione base o armatura

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA

Di seguito sono descritti i set involuppi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “SL08 DEFAULT_SL08 - AZIONI ISTANTANEE”

E' costituito dai seguenti involuppi:

- INVILUPPI S.L.U. SECONDO IL DM 14/01/2008

Descrizione Involuppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	CdC n. 7 Accid. C	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	CdC n. 7 Accid. C	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

Descrizione inviluppo “~SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee STR SLV_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1.3
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0	1.05
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	CdC n. 7 Accid. C	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0	1.05

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3

Descrizione involuppo “~SL08 Default SL08 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1 P. propri	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2 Tamp.e corn.	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3 Accid. A	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 4St	CdC n. 4 Accid. B	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5St	CdC n. 5 Copertura	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	CdC n. 6 Scale e Pianerottoli	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	CdC n. 8 Accid. D	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	5	-1	1

VERIFICHE S.L.U. ACCIAIO

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 involuppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involuppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involuppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involuppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo
- 18 involuppo che determina S1 massimo positivo
- 19 involuppo che determina S2 massimo negativo

20 involucro che determina S2 massimo positivo

21 involucro che determina S3 massimo negativo

22 involucro che determina S3 massimo positivo

23 involucro che determina S4 massimo negativo

24 involucro che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V₁₂, V₁₃ = tagli agenti in direzione 2 e 3

M₁₂, M₁₃ = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi poste in 4.2 DM14/01/2008 e cap.6 EN1993-1-1:2005.

In base alla classe della sezione (par.4.2.3.1 DM2008) si adotta la seguente metodologia di verifica:

Sezioni compatte: Classi 1-2, verifica plastica

Sezioni moderatamente snelle: Classe 3, verifica elastica

Sezioni snelle: Classe 4, non verificate; possono essere forzate ad essere considerate come sezioni di classe 3, con conseguente verifica elastica.

Le sezioni snelle sono soggette a fenomeni di imbozzamento locali, pertanto devono essere effettuate analisi locali sui singoli elementi costituenti la sezione (EN 1993-1-5), tali verifiche non sono eseguite in automatico da CMP.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CoeffRes = coeff.di sfruttamento di resistenza pari, per le classi 1 e 2, al massimo tra CoeffMN, CoeffV e CoeffT, mentre per le classi 3 e 4 è calcolato come rapporto tensionale elastico (eq.4.2.5 par.4.2.4.1.2 DM2008 e par.6.2.1(5) EC3).

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a pressoflessione deviata (par.4.2.4.1.2 DM2008 e par.6.2.1(5,7) EC3))

CoeffV = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (par.4.2.4.1.2 DM2008 e par.6.2.6 EC3); le verifiche di resistenza al taglio sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali coeffV è calcolato come la somma del rapporto tra taglio agente e resistente in direzione 2 e 3, e le sezioni di classe 3 e 4, per le quali coeffV è calcolato come rapporto tensionale.

CoeffT = coefficiente di sfruttamento di resistenza a torsione (par. 4.2.4.1.2 DM2008 e par.6.2.7 EC3)

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2008)

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITA':

Per le verifiche di instabilità si usa sempre la sezione base.

CoeffN = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione (par.4.2.4.1.3.1 DM2008 e par.6.3.1 EC3)

CoeffNM12, CoeffNM13 = coefficiente di sfruttamento d'instabilità flessotorsionale piano 12 e 13 (par.4.2.4.1.3.2 DM2008 ed eq.6.61 e 6.62 par.6.3.3 EC3); per i fattori di interazione viene applicato l'Annex B dell'EC3.

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2008)

Lrif = lunghezza di riferimento per le verifiche di instabilità su cui si valuta la forma del diagramma del momento sia per il piano di sbandamento 12 e sia 13.

Per il momento M_{cr} del par.4.2.4.1.3.2 DM2008 (e par.6.3 EC3), poiché non è specificato come calcolarlo, si è adottato il metodo del par.4.3 del BS 5950-1:2000.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffN>1, CoeffNM12>1, CoeffNM13>1)

VERIFICA DI RESISTENZA “~ACCIAIO SLU”

Tipo Verifica: verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 14/01/2008.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Iniluppo di Verifica utilizzato: “SL08 Default_SL08 - Azioni Istantanee”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **tutto il modello**

RESISTENZA MATERIALI PER SEZIONI DI CLASSE 1-2-3-4 PER VERIFICHE SLU (T = SPESSORE SEZIONE)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (kgf/cm ²)	fy (t>40mm) (kgf/cm ²)	γ _{M0}
n.28	S 235	2350	2150	1.05
n.30	S 355	3550	3350	1.05

Per la gerarchia delle resistenze a taglio per le travi $\gamma_{Rd} = 1$, per i pilastri $\gamma_{Rd} = 1.1$ (par.7.4.4.1 e par.7.4.4.2 DM 2008).

Per la gerarchia delle resistenze delle travi di fondazione $\gamma_{Rd} = 1.1$ (eq.4.30, par.4.4.2.6(8) EC8, e par.7.2.5 DM2008).

Per le verifiche di duttilità flessionale nodi trave-pilastro $\gamma_{Rd} = 1.1$ (eq.7.4.4, par.7.4.42 DM 2008)

Il CoeffV, per le sezioni di classe 1 e 2 e differenti da tubolari e a doppio T è valutato anche con il rapporto tensionale tangenziale elastico.

Unità di misura lunghezze: m

Unità di misura sforzi Normali e Tagli: kN

Unità di misura dei Momenti: kNm

Unità di misura delle Tensioni: kgf/cm²

BEAM N.194 - SEZIONE "CONTROVENTO 12 [CIRCOLARE Ø1 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffRes:								
1	6.04	-14.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.5737	0.5737	0.0000	0.0000	1			
Massimo CoeffMN:								
1	6.04	-14.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.5737	0.5737	0.0000	0.0000	1			

BEAM N.205 - SEZIONE "CONTROVENTO 16 [CIRCOLARE Ø2 CM]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffRes:								
1	0.00	-21.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.4881	0.4881	0.0000	0.0000	1			
Massimo CoeffMN:								
1	0.00	-21.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.4881	0.4881	0.0000	0.0000	1			

BEAM N.210 - SEZIONE "CONTROVENTO 20 [CIRCOLARE Ø0 M]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

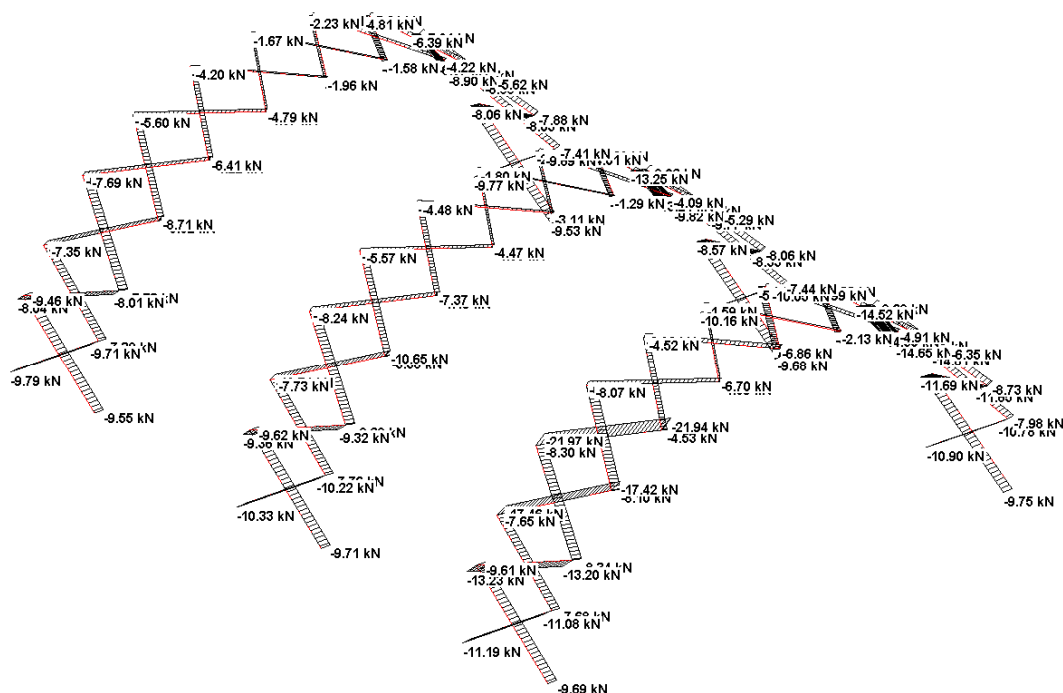
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffRes:								
2	0.00	12.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.1138	0.1138	0.0000	0.0000	1			
Massimo CoeffMN:								
2	0.00	12.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.1138	0.1138	0.0000	0.0000	1			

Verifica ancoraggi controventi



VERIFICA ANCORAGGIO PRIMO CONTROVENTO Fi 20

N su controvento Fi 16/180 = 11.19 kN

Componendo la forza normale per l'angolo ottengo la forza di taglio a cui deve resistere il collegamento:

$T_d = 12.09$

Ogni bullone M16 deve resistere quindi a $12.09 \text{ kN} / 4 = 3.02 \text{ kN}$.

Si riporta il calcolo della resistenza a taglio di un bullone M16:

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di connessione: acciaio-legno a due sezioni resistenti

Classe di durata dei carichi = istantanei vento

Spessore strato 1 = 100 mm

Spessore piastra = 6 mm

Angolo sforzo-fibre = 0°

Tipo di connettore: Bullone 16 x 180 mm

Lunghezza = 150 mm

Diametro bullone = 16 mm

Diametro rondella = 56 mm

Spessore rondella = 6 mm

Resistenza trazione $f_u = 800.0 \text{ N/mm}^2$

RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO $F_{v,rk} = 4187.9 \text{ daN}$

Classe di servizio legname = 1

Coefficiente di correzione $K_{mod} = 1.0$

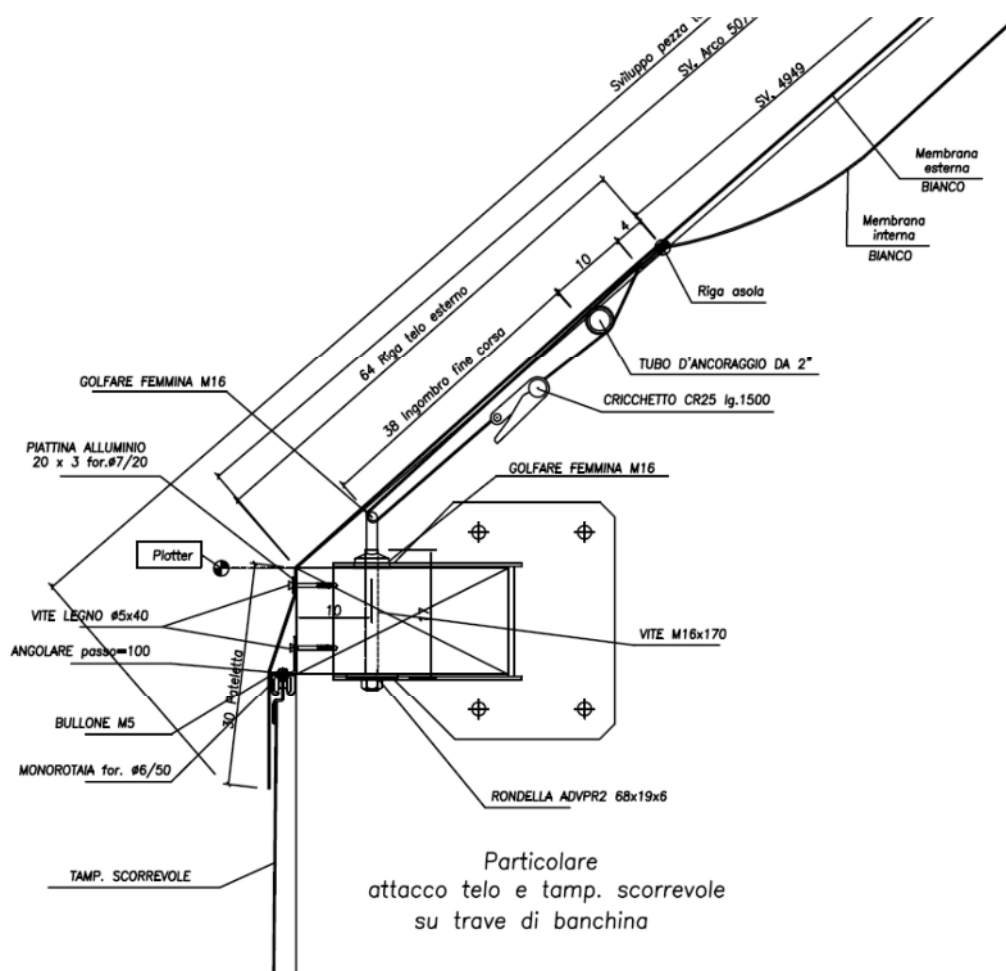
Coefficiente di sicurezza parziale = 1.5

RESISTENZA DI PROGETTO A TAGLIO $F_{v,rd} = 2791.9 \text{ daN}$

Il ch  porta ad una verifica ampiamente soddisfatta.

Ancoraggio del telo di copertura

Secondo quanto trasmesso dalla ditta realizzatrice del telo, PLASTEKO di Milano, l'ancoraggio viene eseguito secondo il seguente dettaglio tipo.



Su ogni ancoraggio abbiamo una forza di trazione pari a 600 daN, che deve essere assorbita dalla rondella per schiacciamento presente nel golfare M16 di fissaggio.

L'area della rondella risulta essere:

$$14519.36 \text{ mmq} - 1133.54 \text{ mm} = 13385.82 \text{ mmq.}$$

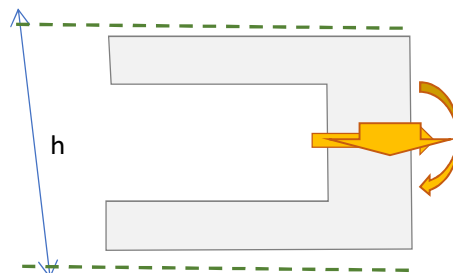
La forza agente è 6000N, che porta ad avere una pressione di progetto pari a 0.44 N/mmq.

Verifica giunto di continuità

COLLEGAMENTO DI CONTINUITA' - lama interna

azioni agenti su lama

Azione assiale	N =	62,0	kN
Momento flettente	M =	180,0	kNm
Taglio	V =	21,0	kN
Mom di trasporto	V * e =	6,62	kNm
Mom totale su G	M + Ve =	186,62	kNm



caratteristiche giunto (parametri riferiti a singola flangia)

altezza trave	h =	0,76	m	i colonne	a ₁ =	80	mm
numero colonne perni	n _c =	5		i righe	a ₂ =	50	mm
numero righe perni	n _r =	3		bar. giunto	X _G =	200	mm
diametro perni	d =	16	mm	bar. giunto	Y _G =	380	mm
classe perni (res traz)	f _{u,k} =	800	MPa	n. perni	n =	36	

azioni su perno maggiormente sollecitato (il più distante dal CIR della configurazione di perni)

$$F_{M,i \max} = M_{\text{tot}} \frac{r}{\sum r_i^2}$$

$$F_{V,i} = \frac{V}{n}$$

$$F_{N,i} = \frac{N}{n}$$

raggio max	r _{max} =	385,9	mm
	Σr ² =	3,55	m ²

F _{V,i}	F _{N,i}	F _{M,i,max}	β _{FM}
kN	kN	kN	°
0,6	1,7	20,3	58,8

$$F_{F,\max} = F_{V,i} + F_M \cos \beta$$

$$F_{H,\max} = F_{N,i} + F_M \sin \beta$$

F _{V,max}	F _{H,max}	F _{α,max}	α
kN	kN	kN	°
11,1	19,0	22,0	30,2

capacità unione a gambo cilindrico: unione a 2 sezioni resistenti

semispessore legno	t ₁ =	70	mm
spessore lama interna	t =	10	mm
coefficiente sicurezza	y _m =	1,50	
coeff di esposizione	k _{mod} =	1,00	



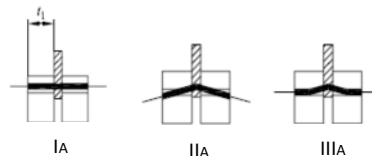
spaz. minim

spinotti

 $\alpha =$

30,2

a ₁ mm	a ₂ mm	a _{3,t} mm	a _{3,c} mm	a _{4,t} mm	a _{4,t} mm
76	48	112	56	48	48
80	50	115	80	50	50

**capacità portante**modo rottura I_A R_k = 27,52 kNmodo rottura II_A R_k = 17,48 kNmodo rottura III_A R_k = 25,97 kNCapacità connettore R_d = 23,30 kNk₉₀ = 1,6densità ρ_{g,k} = 410 kg/m³

inclinaz. α = 30,2 °

res rifoll f_{h,α,1,k} = 24,57 MPamom plast M_{y,k} = 324282 NmmF_{d,max} = 22,0 kNF_d/R_d = 95 %

verificato

capacità portante lungo la riga più sollecitatamax somma tagli riga ΣV_i = 114,29 kNmax somma res riga ΣR_d = 101,29 kNF_d/R_d = 113 %

non verificato

res rifoll f_{h,0,1,k} = 28,24 MPaperni allin. n_{allineati} = 6spaziatura a₁ = 80 mmnumero eff. n_{eff} = 3,9**capacità portante lungo la colonna più sollecitata**max somma tagli col ΣV_i = 64,75 kNmax somma res col ΣR_k = 56,67 kNF_d/R_d = 114 %

non verificato

res rifoll f_{h,90,1,k} = 17,76 MPaperni allin. n_{allineati} = 3spaziatura a₂ = 50 mmnumero eff. n_{eff} = 3,0**verifica di resistenza a flessione della piastra metallica**azione flettente M_d = 180,00 kNmclasse acciaio lama f_{y,k} = 355 MPatensione rottura f_{t,k} = 510 MPaaltezza piastra h_p = 710 mmmodulo di resistenza W_{pl} = 1512 cm³modulo richiesto W_{min} = 634 cm³F_d/R_d = 42 %

verificato

coeff. sic γ_{M0} = 1,05coeff. sic γ_{M2} = 1,25

$$\frac{0,9 A_f f_{yk}}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

2917 2881

se si verifica è possibile trascurare la presenza dei fori in zona tesa

eventuale interazione Momento Taglio

F_d/R_d = 42 %

verificato

verifica di resistenza a taglio della piastra metallicaazione tagliente V_{Ed} = 21,00 kNresistenza taglio f_{vd} = 195 MPa

eventuale riduzione ρ = 1,0

$$V_{Ed} = \frac{A_v f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad t_d = \frac{3V}{2A_v} \quad \rho = \left[\frac{2V_{Ed}}{V_{Ed}} - 1 \right]^2$$

$$F_d/R_d = 1 \%$$

verificato

verifica di resistenza a presso-flessione della piastra

azione compressione	$N_{Ed} =$	62,00 kN
resistenza compress	$N_{Rd} =$	2880,57 kN
res flessione ridotta	$M_{N,Rd} =$	429,29 kNm

$$F_d/R_d = 42 \%$$

verificato

verifica di resistenza a tenso-flessione della piastra

azione trazione	$N_{Ed} =$	62,00 kN
resistenza trazione	$N_{Rd} =$	2880,57 kN
res flessione ridotta	$M_{N,Rd} =$	429,29 kNm

$$F_d/R_d = 42 \%$$

verificato

verifica di resistenza a trazione flangia

azione assiale	$N_{Ed,f} =$	327 kN
altezza flangia	$h_{f,net} =$	102 mm
braccio di coppia	$b_c =$	608 mm

$$F_d/R_d = 75 \%$$

verificato

verifica taglio bullone (2 piani di taglio)

resistenza a taglio	$F_{V,Rd} =$	154,34 kN
rifollamento su piatto	$F_{b,Rd} =$	130,56 kN

$$F_d/R_d = 17 \%$$

verificato

verifica resistenza perno (1 piano di taglio)

resistenza a taglio	$F_{V,Rd} =$	154,34 kN
rifollamento su piatto	$F_{b,Rd} =$	97,37 kN

$$F_d/R_d = 23 \%$$

verificato

distanza min bordi	$e =$	28,78 mm
--------------------	-------	----------

se il taglio V_{ed} è inferiore al 50% della resistenza di calcolo M_{Rd} della sezione può non essere ridotta di tramite il valore $(1-\rho)A_v$

$$N_{Rd} = \frac{Af_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} + \left[\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \right]^2 \leq 1$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(N_{Ed} / N_{pl,Rd} \right)^2 \right]$$

eventuale interazione Momento Comp Taglio

$$F_d/R_d = 42 \%$$

verificato

$$\min \left\{ \begin{array}{l} N_{pl,Rd} = \frac{Af_{yk}}{\gamma_{M0}} \\ N_{u,Rd} = \frac{0.9A_{nt}f_{tk}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right.$$

eventuale interazione Momento Traz Taglio

$$F_d/R_d = 42 \%$$

verificato

$$N_{Ed,tot} = N_{Ed} + \frac{M_{Ed}}{b_c}$$

$$N_{Rd} = \frac{Af_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$k = 2,50$$

$$\alpha = 0,67$$

$$F_{v,Rd} = 0.6 f_{up} A / \gamma_{M2}$$

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,Rd} = 0.6 f_{up} A / \gamma_{M2}$$

$$F_{b,Rd} = 1.5 f_{yk} A / \gamma_{M2}$$

equivale a 1,8 d

$$2\tau[(e-1/2)\phi]t = f_b \phi t$$