



DREAMERS

Design REsearch, implementation And Monitoring of Emerging technologies for a new generation of Resilient Steel buildings

REALIZZAZIONE EDIFICIO C3 - Campus di Fisciano

PROGETTO ESECUTIVO

Architettonico	Arch. Roberto Borriello Arch. Vincenzo Paolillo
Sistema di facciata e sistemazione esterne	Arch. Federico Florena (tiarstudio s.r.l.)
Impianti Idrici - Scarico e Antincendio	Ing. Alessandro Vitale Ing. Alfonso Pisano
Impianti Elettrici e Speciali	Ing. Roberto Campagna Ing. Michele Petrocelli
Impianti Meccanici	Ing. Fabrizio Fiorenza
Consulenza Impianti Meccanici	Ing. Rocco Carfagna Ing. Giuseppe Sorrentino Arch. Aniello De Martino Ing. Valentino Vitale
Impianti Gas Tecnici	Ing. Valentino Vitale
Impianti Rete Dati	Ing. Salvatore Ferrandino Dott. Vincenzo Agosti
Strutture	Prof. Ing. Vincenzo Piluso Prof. Ing. Massimo Latour Prof. Ing. Elide Nastri Prof. Ing. Gianvittorio Rizzano
Computi e Stime	Arch. Aniello De Martino Geom. Michele Lalopa P.I. Giovanni D'Aniello
Pratiche VV.F., acustica ed ASL	Ing. Carmelo Montefusco
Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e manutenzione opera	Ing. Alfredo Landi
Collaudatore statico e tecnico-amministrativo	Prof. Ing. Rosario Montuori
Responsabile del Procedimento:	Ing. Nicola Galotto

Firmato digitalmente da: Vincenzo Piluso
Luogo: Fisciano
Data: 10/03/2023 13:12:40

RELAZIONE

DESCRIZIONE ELABORATO

R 15.1

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE – CORPO EDIFICIO

REV. N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ELABORATO DA:
--------	------	------------------------	---------------

RIF. PRATICA:	VERIFICA PROGETTO (art. 26 D.Lgs. 50/2016)
DATA: Febbraio 2023	UNITA' DI VERIFICA: Ing. Pantaleone Aufiero Geom. Giovanni Soldà



INDICE

PREMESSA	0
1. NORME DI RIFERIMENTO	2
2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	3
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
4. METODO DI CALCOLO.....	9
5. ANALISI DEI CARICHI	11
<i>Pesi propri di elementi strutturali, non strutturali e sovraccarichi accidentali</i>	<i>11</i>
<i>Azione della neve</i>	<i>12</i>
<i>Azione del vento</i>	<i>14</i>
<i>Azione sismica.....</i>	<i>17</i>
6. COMBINAZIONI DI CARICO	20
7. SOLAIO COMPOSTO (TIPO COFRADAL260)	21
<i>Prima fase: getto del calcestruzzo</i>	<i>23</i>
<i>Seconda fase: sezione composta in esercizio</i>	<i>30</i>
8. TRAVI SECONDARIE DI TIPO CoSFB (Composite Slim Floor Beam).....	57
<i>Trave CoSFB HEB300_cutoff.....</i>	<i>58</i>
<i>Trave CoSFB HEB240_cutoff_n.1</i>	<i>65</i>
<i>Trave CoSFB HEB240_cutoff_n.2</i>	<i>73</i>
9. PROGETTO DEI TELAI SISMO-RESISTENTI	81
<i>Progetto dei telai sismo-resistenti in accordo alla Teoria del Controllo del Meccanismo Plastico (TPMC)</i>	<i>81</i>
<i>Calcolo delle forze sismiche di progetto ad ogni livello</i>	<i>84</i>
<i>Procedura di progetto</i>	<i>87</i>
<i>Progetto dei telai sismo-resistenti in accordo all'Eurocodice 8 ed alle NTC2018</i>	<i>90</i>
<i>Verifiche</i>	<i>92</i>
<i>Soluzione</i>	<i>93</i>
10. VERIFICA DELLE CONNESSIONI.....	97
<i>Connessioni FREEDAM</i>	<i>97</i>
<i>Connessioni a squadretta</i>	<i>113</i>
11. MODELLO DI CALCOLO GLOBALE DELL'EDIFICIO	130
Modellazione con SAP2000.....	130
Modellazione con AdvanceDesign	148

Modellazione con OpenSees	159
12. FONDAZIONI.....	170
13. CONCLUSIONI	195
14. Appendice	196

PREMESSA

Con la presente *Relazione di Calcolo Strutturale* si illustrano i metodi di calcolo e di verifica strutturale relativi al progetto di un edificio da realizzare in Fisciano (SA) presso via della Tecnica del Campus dell'Università degli Studi di Salerno. Le motivazioni che hanno condotto al progetto di tale struttura si basano sull'intenzione di UNISA di ampliare ulteriormente i servizi offerti alla comunità accademica tramite nuovi uffici, sale riunione e conferenza, e dotando il Campus di Fisciano di un laboratorio medico. L'investimento in tale soluzione ha fornito l'opportunità di rendere la costruzione in esame il prototipo per l'applicazione di innovative connessioni trave-colonna in acciaio, denominate FREEDAM (Figura 1), studiate presso la stessa Università nell'ambito di un omonimo progetto di ricerca europeo.

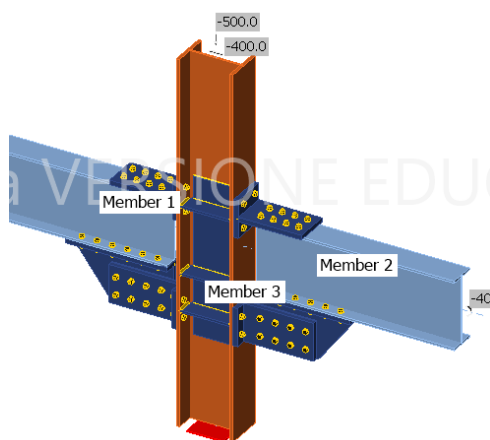


Figura 1 – Connessione FREEDAM

Inoltre, è stato recentemente finanziato un nuovo progetto di ricerca europeo, denominato DREAMERS, che ha proprio lo scopo di applicare la strategia dei nodi FREEDAM ad una struttura in scala reale in modo da dimostrare l'effettiva possibilità di costruire un edificio esente da danni, senza trascurare tutte le problematiche legate ad architettura, sostenibilità ed interazione con gli elementi non strutturali.

La necessità di costruire società resilienti richiede l'adozione di tecnologie in grado di evitare l'impatto di eventi avversi sulle persone, come quelli che si verificano in caso di terremoti intensi. La tecnologia FREE from DAMage sviluppata durante il progetto di ricerca FREEDAM si adatta esattamente a questo obiettivo e, durante il progetto DREAMERS, sarà implementata in un edificio dimostrativo fornendo un esempio in scala reale in un contesto operativo rilevante.

In tale ottica la possibilità di rendere l'edificio C3 il fabbricato pilota nell'utilizzo di connessioni FREEDAM permette di pervenire a molteplici obiettivi:

- rendere la struttura in esame rilevante non solo sotto il profilo funzionale, ma anche scientifico;

- realizzare una struttura sismicamente resiliente costituita da tre livelli (per una superficie complessiva di circa 750 m²) e provvista di connessioni ad attrito che garantiscano notevoli miglioramenti prestazionali rispetto alle altre tecnologie disponibili nell'ambito delle costruzioni in acciaio;
- ottimizzare la progettazione dell'edificio non solo da un punto di vista strutturale ma anche architettonico, impiantistico, energetico e di sostenibilità con conseguenti miglioramenti prestazionali e minori spese da sostenere;
- essendo la progettazione di tale opera parte di una ricerca europea, è possibile monitorare con più attenzione tutte le fasi relative alla vita della struttura;
- l'edificio pilota sarà parzialmente finanziato dai fondi resi disponibili dal progetto di ricerca DREAMERS, con un ovvio risparmio per l'Ateneo per la realizzazione di un'opera che comunque aveva in programma di eseguire.

Tutti i calcoli e le verifiche in oggetto sono conformi alla normativa vigente, ed in particolare al D.M. 17/01/2018 e alle specificazioni della Circolare n.7 del 21/01/2019.

Nei seguenti paragrafi vengono affrontati tutti gli aspetti di carattere strutturale connessi al progetto dell'opera in esame.

1. NORME DI RIFERIMENTO

La progettazione, il calcolo delle sollecitazioni e la verifica delle strutture sono condotti nel rispetto delle prescrizioni della normativa vigente ed in particolare delle seguenti norme:

- **Legge 05/11/1971 n. 1086:** *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- **Legge 02/02/1974 n. 64:** *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.*
- **D.P.R. 06/06/2001 n.380:** *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.*
- **D.M. 17/01/2018:** *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.*
- **Circolare 21/01/2019 n.7:** *Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.*
- **Eurocodice 2:** *Progettazione delle strutture di calcestruzzo*
- **Eurocodice 3 – Parte 1-1:** *Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.*
- **Eurocodice 3 – Parte 1-2:** *Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.*
- **Eurocodice 3 – Parte 1-4:** *Progettazione delle strutture di acciaio. Criteri supplementari per acciai inossidabili.*
- **Eurocodice 3 – Parte 1-8:** *Progettazione delle strutture di acciaio. Progettazione dei collegamenti*
- **Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Regole generali - Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture.*

2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

L'edificio pilota sarà realizzato nel cuore del Campus dell'Università di Salerno (Figura 2), nei pressi della mensa, molto frequentata dalla collettività universitaria. Il lotto interessato ha delle dimensioni in pianta di circa 45 m x 140 m (Figura 3).

Il nuovo edificio rientra nella pianificazione strategica di opere che si intende costruire nel prossimo triennio all'interno del Campus. Tale struttura sarà realizzata a partire dal 2023 dall'Università degli Studi di Salerno, che rappresenta il committente.



Figura 2 – Vista aerea del Campus ed individuazione del lotto su cui sarà realizzato l'edificio pilota



Figura 3 – Lotto su cui sarà realizzato l'edificio pilota

L'edificio da realizzare è sviluppato su un piano terra, adibito in parte ad area esterna coperta per posti auto e in parte a locali di ricerca, un primo piano, destinato a laboratori di analisi e ricerca, un secondo piano adibito ad uffici e la copertura.

L'edificio ha una altezza complessiva fuori terra di 12 m. Il piano terra ha una forma rettangolare di dimensioni circa 14,80m x 25,40m pari ad una superficie di 375,92 m² di cui circa 164 m² adibiti a posti auto esterni coperti.

Il primo piano, la cui superficie utile presenta forma rettangolare di 376 m², è adibito a laboratorio di analisi. Nel dettaglio esso ospita un locale per preparazione dei campioni, uno per analisi dei dati, laboratorio di analisi, sala pesatura e servizi igienici.

Il secondo piano, invece, è adibito per la maggior parte ad uffici, sala riunioni e servizi igienici.

La struttura orizzontale dell'edificio è composta da solai composti prefabbricati acciaio-calcestruzzo di tipo Cofradal 260, soluzione proposta da Arcelor Mittal. La scelta di tale sistema composto è stata dettata dalla sua facile e rapida realizzazione, dalle ottime performance di isolamento acustico e acustico e termico, nonché un'ottima resistenza al fuoco.

Invece, la struttura portante verticale dell'edificio è composta da:

- telai sismo-resistenti (evidenziati in rosso in Figura 4, Figura 5 e Figura 6) equipaggiati con connessioni trave-colonna dotate di dissipatori ad attrito di tipo "Freedom" (Figura 7);
- telai pendolari (evidenziati in nero in Figura 4 e Figura 5) concepiti in modo da sostenere la maggior parte dei carichi gravitazionali e che non contribuiscono a sostenere le azioni orizzontali.

In Figura 4 e Figura 5 si indicano le orditure dei solai.

Per ogni ulteriore chiarimento si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

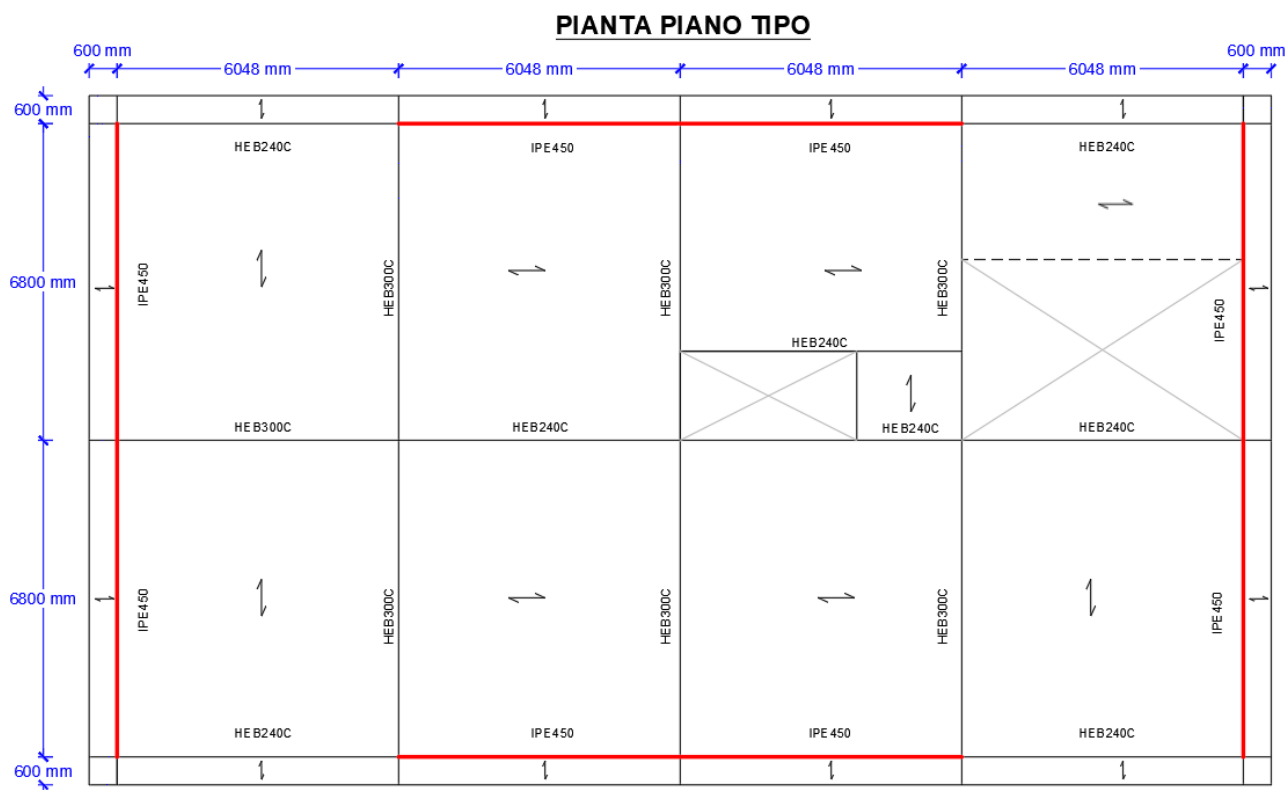


Figura 4 – Orditura solai (livelli 1 e 2)

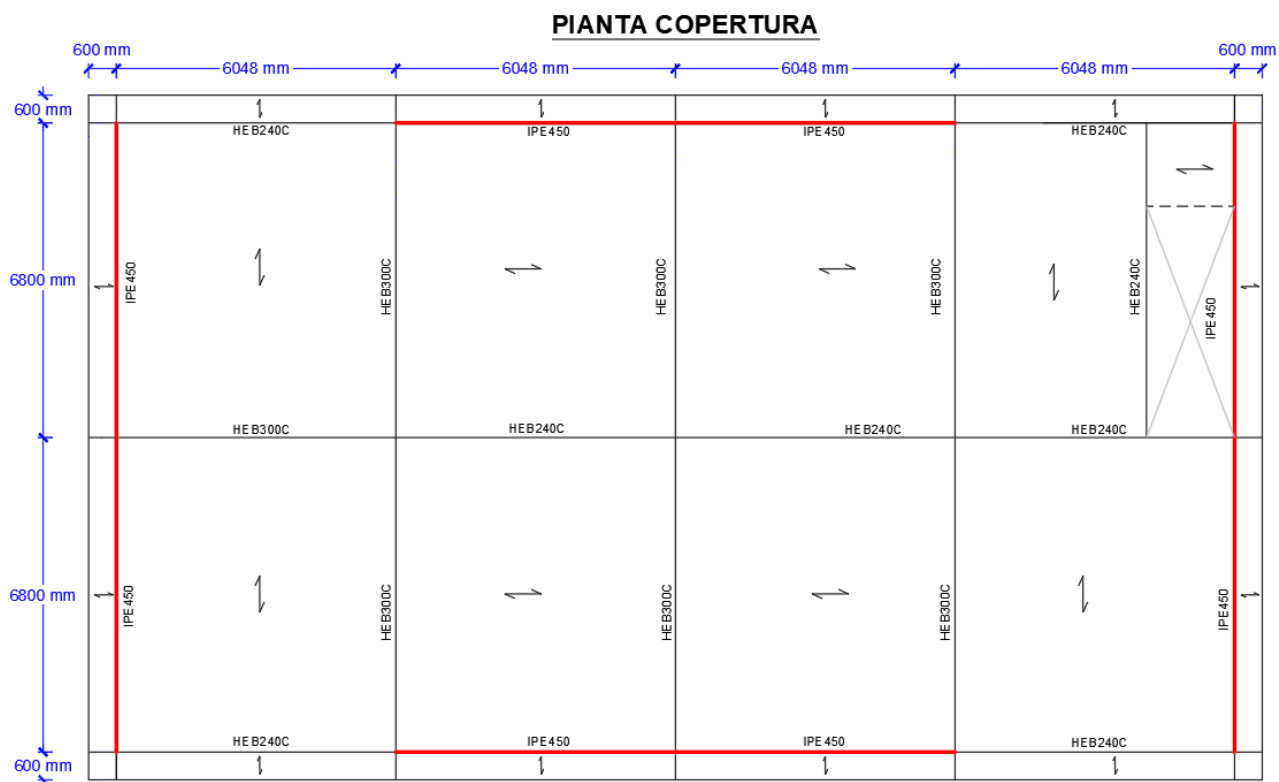


Figura 5 – Orditura solai (livello 3)



Figura 6 – 3D del modello strutturale

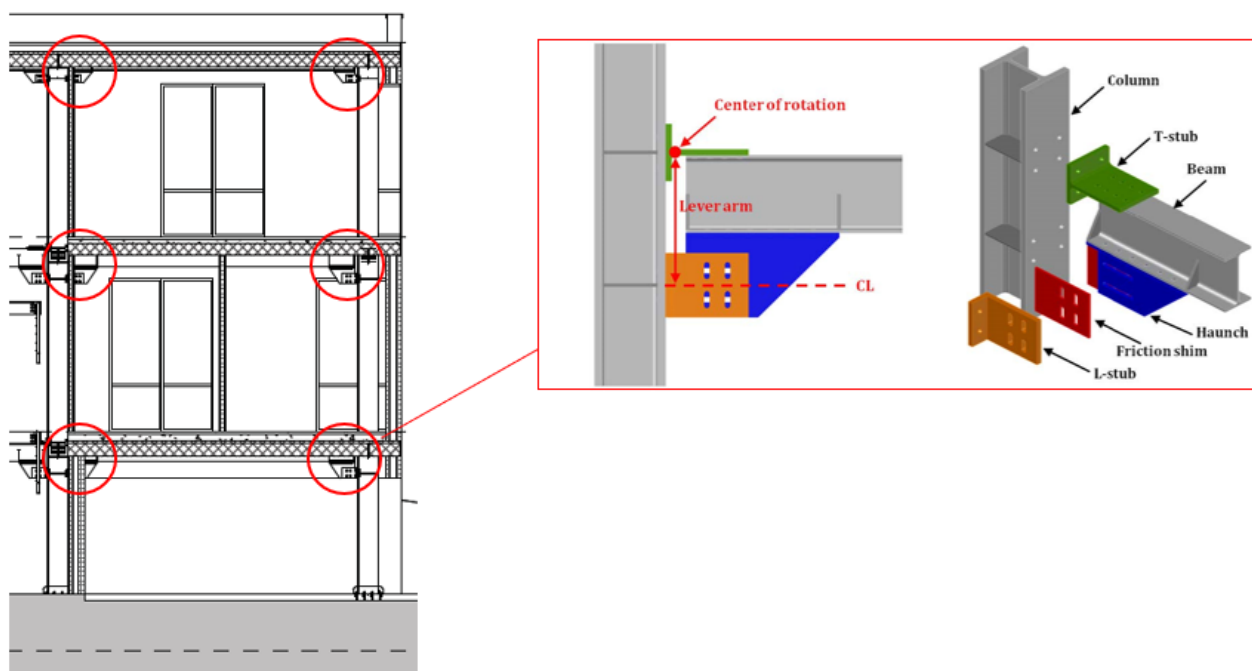


Figura 7 – Nodi FREEDAM

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Trattandosi di un edificio di nuova costruzione, le proprietà meccaniche dei materiali da assumere nel calcolo vengono fissate come da progetto.

Calcestruzzo per fondazioni

Classe di resistenza C25/30 conforme alle NTC 2018

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 30$ MPa

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 25$ MPa

Modulo elastico medio $E_{cm} = 31476$ MPa

Calcestruzzo per solai composti

Classe di resistenza C35/45 conforme alle NTC 2018

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 45$ MPa

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 35$ MPa

Modulo elastico medio $E_{cm} = 34077$ MPa

Acciaio in barre da c.a. e reti elettrosaldate

Tipo B450C conforme al D.M. 17-01-2018

Resistenza caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450$ MPa

Resistenza caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540$ MPa

Modulo elastico $E_y = 210000$ MPa

Acciaio per carpenterie

Tipo S355 JR conforme alla UNI EN 10025

Resistenza caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 355$ MPa

Resistenza caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 510$ MPa

Modulo elastico $E_s = 210000$ MPa

Acciaio per carpenterie

Tipo S275 JR conforme alla UNI EN 10025

Resistenza caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 275$ MPa

Resistenza caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 430$ MPa

Modulo elastico $E_s = 210000 \text{ MPa}$

In accordo al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17/01/2018, il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è assunto conforme al modello rettangolo (*stress-block*) tra i valori di deformazione $\varepsilon_{c4} = 0.07\%$ ed $\varepsilon_{cu} = 0.35\%$.

In accordo al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17/01/2018, il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è assunto di tipo elastico-perfettamente plastico.

4. METODO DI CALCOLO

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata eseguita considerando le disposizioni di carico più gravose ed avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite in accordo con le normative vigenti.

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per l'analisi e la verifica delle strutture sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Di seguito si elencano e descrivono i software adottati per l'analisi e le verifiche della struttura.

VCASLU e Profili v6

Software di libera distribuzione per le verifiche delle sezioni in c.a. e di profili in acciaio, sviluppati dal prof. Ing. P. Gelfi del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università di Brescia. Consentono di eseguire verifiche, sia con il metodo delle tensioni ammissibili che degli stati limite, per sollecitazioni di presso-tensoflessione retta o deviata.

CoSFB v1.8

Software di libera distribuzione per le verifiche delle sezioni in composte acciaio-calcestruzzo, sviluppato da Arcelor Mittal. Consente di eseguire verifiche sia in condizioni ultime che di esercizio con riferimento alla soluzione di travi secondarie di cui si è fatto ricorso nel progetto di tale struttura.

Advance Design 2022

La modellazione numerica è stata realizzata per mezzo del software commerciale agli elementi finiti Advance Design 2022 (Lic. n°. 207548-IT-BZC6CHG).

Tale software ha permesso di eseguire l'analisi strutturale conducendo le verifiche sugli elementi in acciaio appartenenti ai telai sismo-resistenti, e di progettare le armature necessarie alle travi di fondazione, in accordo alla procedura riportata in Figura 8.

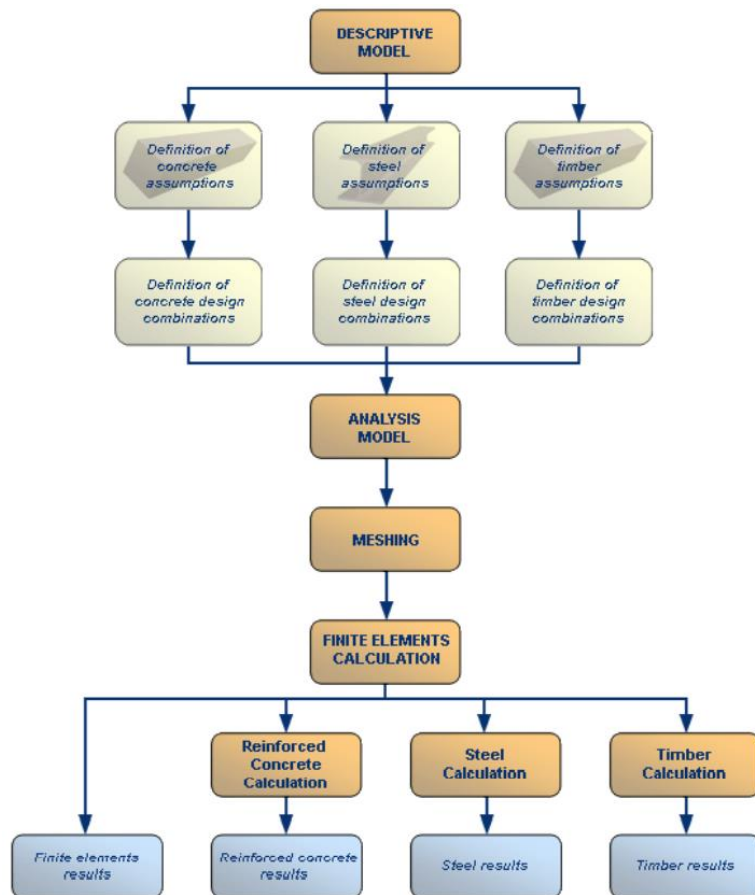


Figura 8 – Modellazione in Advance design

SAP2000 v.23

La modellazione numerica è stata realizzata per mezzo del software commerciale agli elementi finiti SAP2000 v.23. In maniera analoga ad Advance Design, tale software ha permesso di eseguire l'analisi strutturale conducendo le verifiche sugli elementi in acciaio appartenenti ai telai sismo-resistenti, e di progettare le armature necessarie alle travi di fondazione.

OpenSees

Tale software open source ha permesso la modellazione e l'analisi dinamica non lineare dei telai sismo-resistenti della struttura in esame.

IDEAStatica

È un software utilizzato per lo studio del comportamento locale delle connessioni in acciaio, garantendo l'interoperabilità con Advance Steel, Advance Design e SAP2000.

5. ANALISI DEI CARICHI

Sono stati individuati i seguenti casi di carico:

- peso proprio di elementi strutturali, non strutturali e sovraccarichi accidentali;
- azioni da neve;
- azioni da vento;
- azione da sisma.

Pesi propri di elementi strutturali, non strutturali e sovraccarichi accidentali

I carichi verticali agenti sulle strutture sono costituiti dai pesi propri delle parti strutturali, dai carichi permanenti non strutturali e dai carichi variabili.

Di seguito vengono riportati i carichi agenti ai diversi livelli; tuttavia, nei prossimi paragrafi si darà giustificazione dei carichi adoperati.

- Solaio di primo livello:

Permanente strutturale: $G_1 = 325 \text{ daN/m}^2$

Permanente non strutturale: $G_2 = 185 \text{ daN/m}^2$

Accidentale: $Q = 300 \text{ daN/m}^2$

- Solaio secondo livello, (uffici):

Permanente strutturale: $G_1 = 325 \text{ daN/m}^2$

Permanente non strutturale: $G_2 = 185 \text{ daN/m}^2$

Accidentale: $Q = 300 \text{ daN/m}^2$

- Solaio di copertura:

Permanente strutturale: $G_1 = 325 \text{ daN/m}^2$

Permanente non strutturale: $G_2 = 220 \text{ daN/m}^2$

Accidentale: $Q = 50 \text{ daN/m}^2$

- Pannelli di rivestimento:

Permanente non strutturale: $G_2 = 450 \text{ daN/m}$ (piano tipo)

Permanente non strutturale: $G_2 = 112 \text{ daN/m}$ (copertura)

- Scala e sbalzi:

Accidentali: $Q = 400 \text{ daN/m}^2$

Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture viene calcolato in ottemperanza al paragrafo 3.4 delle NTC2018 ricorrendo ad una formulazione derivata da indagini statistiche che hanno permesso di definire:

- il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo per un periodo di ritorno di 50 anni,

q_{sk} ;

- il fattore di forma μ_i , che tiene conto dell'influenza esercitata dalla conformazione della copertura;

il coefficiente di esposizione C_E , che tiene conto dell'esposizione dell'area ai venti (variabile da 0.9 a 1.1);

- il coefficiente termico C_t , che tiene conto dell'azione di scioglimento della neve a causa di particolari condizioni.

I precedenti parametri si combinano nell'equazione:

$$q_s = q_{sk} \mu_i C_E C_t$$

Il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose. In assenza di specifici studi locali per la previsione dell'altezza del manto nevoso e della sua densità, il carico di riferimento della neve al suolo associato ad un periodo di ritorno pari a 50 anni, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni proposte dalle NTC2018 con riferimento alle tre zone in cui il territorio nazionale è stato suddiviso (Figura 9).

Zona I - Alpina

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza:

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Zona I - Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Zona III

Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo:

$$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Figura 9 – Stralcio del paragrafo 3.4.2 delle NTC2018

Dalla Figura 9 si osserva che la provincia di Salerno ricade in Zona III e pertanto, siccome la quota del sito di riferimento sul livello del mare è $a_s = 320 \text{ m}$, il valore caratteristico del carico di neve al suolo è pari a $0,74 \text{ kN/m}^2$.

$$q_{sk} = 0,51[1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 = 0,74 \text{ kN/m}^2$$

Dal momento che la copertura è piana, il coefficiente di forma è da assumersi uguale a 0,8 (Tabella 1).

Tabella 1 - Valori del coefficiente di forma in funzione dell'inclinazione della falda

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Siccome la costruzione sorge nel Campus, si considera un coefficiente di esposizione unitario in accordo alla Tabella 2.

Tabella 2 - Valori del coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C _E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti	0,9
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	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

In assenza di studi specifici anche il coefficiente termico è posto pari ad 1.

Pertanto, il carico da neve, riferito alla proiezione della falda sul piano orizzontale, è uguale a $0,59 \text{ kN/m}^2$.

$$q_s = q_{sk} \mu_i C_E C_t = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

Azione del vento

Innanzitutto, va definita la pressione esterna sulle pareti. Questa dipende dalla categoria di esposizione del sito. Per individuare tale categoria occorre specificare la zona in cui ricade la costruzione (zona 3, come si evince in Tabella 3) e la classe di rugosità del terreno (B, in accordo alla Tabella 4).

Tabella 3 – Individuazione della zona di appartenenza

Zona	Descrizione	v _{b,0} [m/s]	a ₀ [m]	k _s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 4 – Classe di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

Considerando che la struttura ricade in una zona climatica 3 con classe di rugosità B, a 320 m sul livello del mare e ad una distanza dalla costa minore di 30 km, consultando la Figura 10 si individua una categoria di esposizione del sito di tipo III (Tabella 5).

Tabella 5 – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La categoria di esposizione permette di individuare i parametri K_r , z_0 e z_{min} . Siccome $a_s < a_0$, il coefficiente di altitudine $c_a = 1$. Inoltre, assumendo un periodo di ritorno T_R di 50 anni, la velocità di riferimento del vento v_r risulta essere uguale a 27 m/s. La pressione cinetica di riferimento, q_r , risulta essere uguale a 0,46 kN/m².

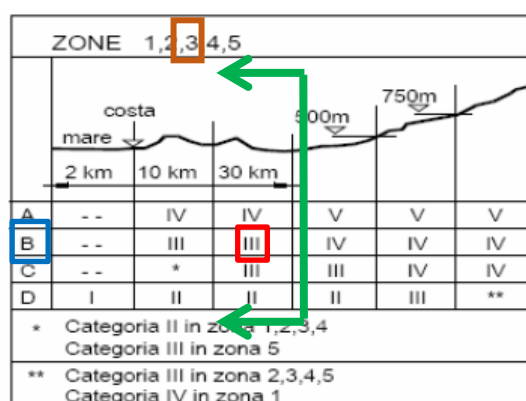


Figura 10 – Definizione della categoria di esposizione

Invece il coefficiente di esposizione vale:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] = 2,26$$

Con riferimento al paragrafo 3.3.9 delle NTC2018, il coefficiente dinamico c_d può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

La valutazione del coefficiente di pressione esterna, invece, dipende dalla tipologia e dallo sviluppo in pianta ed in elevazione della struttura ed occorre differenziare i coefficienti per le pareti e per la copertura sia in direzione longitudinale che trasversale.

Con riferimento alle pareti occorre applicare le formulazioni riportate in Tabella 6, tenendo conto che il rapporto $h/d = 0,81$ per vento che spira in direzione trasversale e $h/d = 0,47$ per vento che spira in direzione longitudinale (Figura 11).

Tabella 6 – Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Faccia sopravento	Facce laterali	Faccia sottovento
$h/d \leq 1$: $c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$ $h/d > 1$: $c_{pe} = 0,8$	$h/d \leq 0,5$: $c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$ $h/d > 0,5$: $c_{pe} = -0,9$	$h/d \leq 1$: $c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$ $1 < h/d \leq 5$: $c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

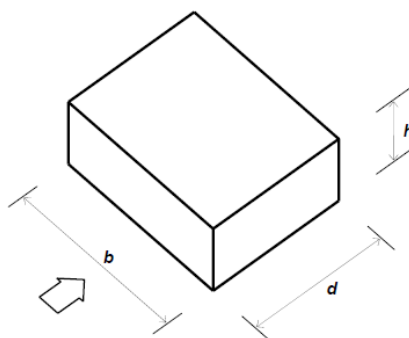


Figura 11 – Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare

Invece i coefficienti globali per la copertura si definiscono in accordo allo schema in Figura 12 ed ai parametri in Tabella 7, sia per vento agente in direzione longitudinale che trasversale.

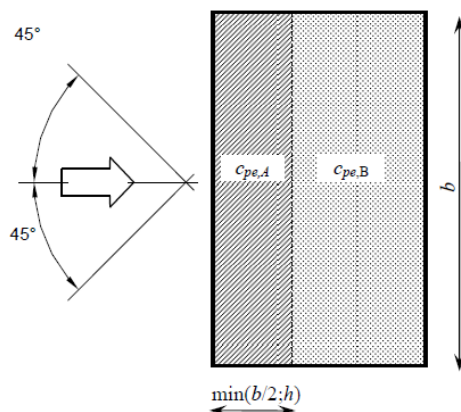


Figura 12 – Schema di riferimento per le coperture piane

Tabella 7 – Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per coperture piane

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ ed h :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$

Dal momento che la struttura in esame è una costruzione stagna, è sempre prevista l'applicazione sia delle pressioni esterne che interne. Come specificato nella circolare esplicativa delle NTC2018, nel caso in cui non si disponga di valutazioni accurate del coefficiente di pressione interna, è possibile assumere i valori $c_{pi} = +0,2$ e $c_{pi} = -0,3$, considerando il caso che di volta in volta conduce alla situazione maggiormente gravosa. Per ottenere le pressioni agenti sulle pareti, occorre moltiplicare i coefficienti di pressione ora definiti per la pressione cinetica di riferimento, il coefficiente di esposizione ed il coefficiente dinamico.

Azione sismica

L'edificio DREAMERS rispetta le seguenti caratteristiche:

- le dimensioni in pianta sono di 14,40 m x 25,5 m (il rapporto tra i lati, λ , è inferiore a 4);
- il solaio composto acciaio-calcestruzzo assicura un comportamento rigido all'impalcato;
- la simmetria geometrica della struttura e l'uniforme distribuzione delle masse permettono di minimizzare l'eccentricità tra il baricentro delle masse ed il baricentro delle rigidezze;
- sia la rigidezza laterale che la massa dei singoli piani dovrebbero mantenersi costanti o ridursi progressivamente, senza brusche variazioni, dalla base alla sommità dell'edificio;
- ci si aspetta che il rapporto tra la resistenza effettiva di piano e la resistenza richiesta vari in maniera proporzionale tra piani adiacenti.

Sulla base delle precedenti motivazioni in grado di giustificare la regolarità della costruzione in pianta e in elevazione di masse e rigidezze, è stato possibile eseguire delle analisi statiche lineari, modali e statiche non lineari. A tale scopo, in accordo alle NTC-2018 è stato possibile definire gli spettri di progetto con riferimento ai diversi Stati Limite in corrispondenza della località (Comune di Fisciano) in cui la struttura sarà realizzata. In particolare, gli spettri (Tabella 8 e Figura 13) sono stati individuati con riferimento ad un suolo di tipo B ed una classe topografica T1 ed una classe d'uso III (Tabella 9).

Tabella 8 – Parametri relativi agli spettri di progetto

	IO	DL	LS	CP
$a_g (g) =$	0.053	0.065	0.148	0.182
$F_0 =$	2.361	2.405	2.527	2.591
$T_C^* (s) =$	0.313	0.338	0.431	0.448
$S_S =$	1.200	1.200	1.200	1.200
$C_c =$	1.388	1.367	1,302	1.291
$S_T =$	1.000	1.000	1.000	1.000
$q =$	1.000	1.000	1.000	1.000
$S =$	1.200	1.200	1.200	1.200
$h =$	1.000	1.000	1.000	1.000
$T_B (s) =$	0.145	0.154	0.187	0.193
$T_C (s) =$	0.434	0.462	0.561	0.579
$T_D (s) =$	1.810	1.862	2.191	2.326

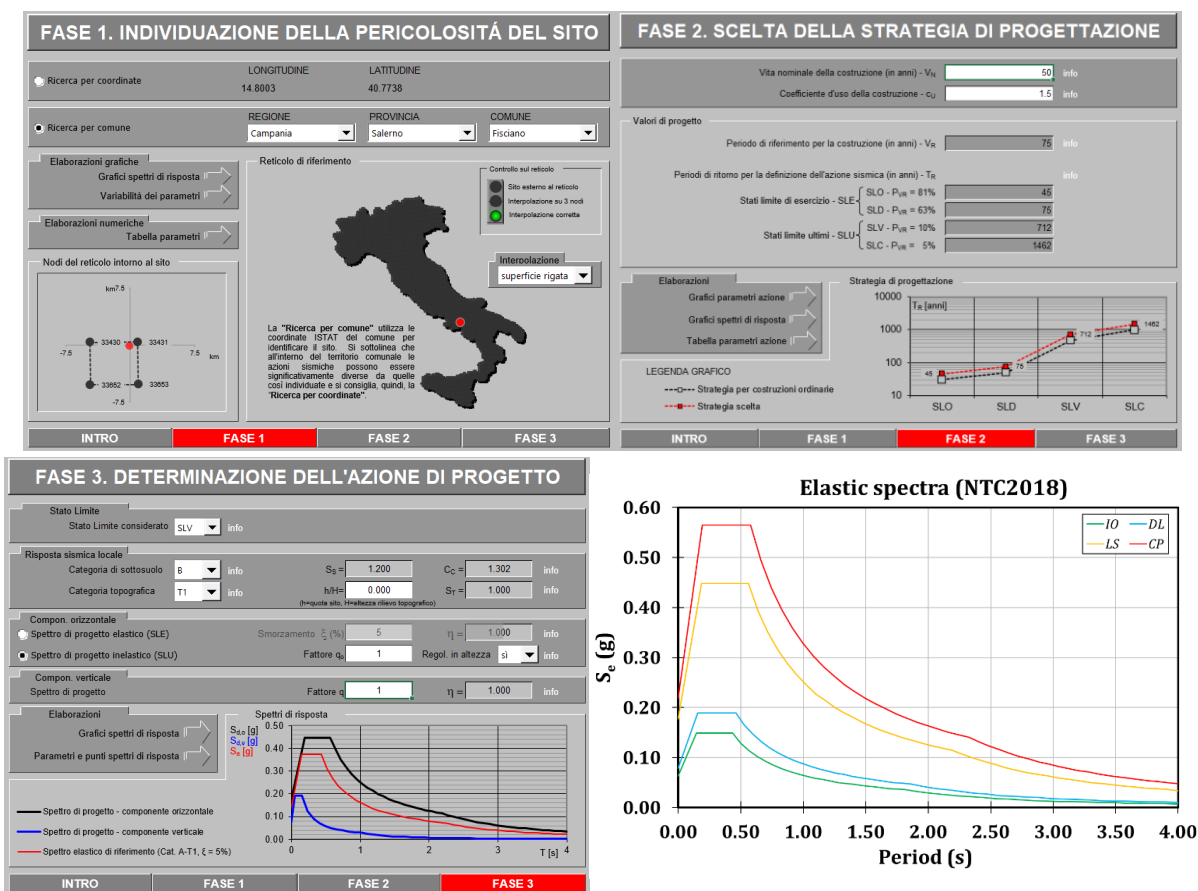


Figura 13 – Spettri elastici di risposta in accordo alle NTC2018

Tabella 9 – Classi d'uso e fattori di importanza secondo l'EC8 e le NTC2018

Classe d'uso	Strutture	Fattore di importanza (EC8)	Fattore di importanza (NTC2018)
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0.8	0.7
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1.0	1.0
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1.2	1.5
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	1.4	2.0

6. COMBINAZIONI DI CARICO

Per la definizione delle combinazioni di carico di progetto si adotta la seguente nomenclatura:

- G_1 = carico permanente strutturale;
- G_2 = carico permanente non strutturale;
- Q_1 = carico variabile;
- E_X = sisma orizzontale longitudinale;
- E_Y = sisma orizzontale trasversale;

Le combinazioni di carico allo stato limite ultimo considerate per le verifiche di sicurezza globali sono le seguenti:

I) $\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_Q Q_1$ (comb. fondamentale)

II) $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_1 + E_X + 0.3 E_Y$

III) $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_1 + 0.3 E_X + E_Y$

I coefficienti di combinazione, come dedotto dal D.M. 17/01/2018, per ogni tipo di carico, sono riportati in Tabella 10 con riferimento alle verifiche STR (A1) di cui all'Approccio 1. I coefficienti ψ_2 sono riportati in Tabella 2.

Tabella 10 - Coefficienti parziali di sicurezza per combinazioni agli SLU

carico	condizione	coefficiente	valore
permanente strutturale	favorevole	γ_{G1}	1.00
	sfavorevole		1.30
permanente non strutturale	favorevole	γ_{G2}	0.80
	sfavorevole		1.50
carichi variabili	favorevole	γ_Q	0.00
	sfavorevole		1.50

Con riferimento alle verifiche agli stati limite di esercizio, le combinazioni di carico da considerare sono le seguenti:

X) $G_1 + G_2 + Q_1$ (comb. rara)

XI) $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_1$ (comb. frequente)

XII) $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_1$ (comb. quasi permanente)

I coefficienti di combinazione ψ_1 sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11 - Coefficienti di combinazione ψ_1 e ψ_2

carico variabile	ψ_1	ψ_2
Impalcati uffici	0.7	0.6
Copertura	0.5	0.2

7. SOLAIO COMPOSTO (TIPO COFRADAL260)

I solai composti sono molto sfruttati nella costruzione di strutture in acciaio poiché essi permettono di realizzare rapidamente edifici economici e leggeri. Tali solai sono realizzati con profili in lamiera d'acciaio completati con un getto di calcestruzzo realizzato in situ, una rete in acciaio ed eventualmente barre di rinforzo.

Il ruolo della lamiera d'acciaio è duplice:

- 1) in fase di costruzione essa agisce quale cassaforma e permette di gettare il calcestruzzo direttamente in sito ricorrendo ad un numero limitato di puntelli o, in certi casi, è possibile eseguire le lavorazioni anche in loro assenza;
- 2) in fase di esercizio, dopo la conclusione delle fasi di presa ed indurimento del calcestruzzo (convenzionalmente di 28 giorni), l'acciaio ed il calcestruzzo danno vita ad una sezione trasversale monolitica nella quale la connessione tra acciaio e calcestruzzo è garantita principalmente tramite adesione o attrito.

Nella seconda fase la lamiera d'acciaio agisce come armatura tesa attivata dalla presenza di momenti positivi. L'acciaio aggiuntivo è necessario normalmente per prevenire ritiro, limitare la formazione di fessure, o per attenuare gli effetti termici, e nel caso di schema di solaio continuo su più appoggi è necessario per fornire resistenza allo per momenti negativi agenti.

Con riferimento alla struttura DREAMERS, il solaio composto è progettato ricorrendo alla soluzione Cofradal 260 proposta da Arcelor Mittal per coprire una luce di 6.80 m (Figura 14).

La soluzione fornita dal Cofradal 260 (Figura 15) permette di realizzare un solaio composto prefabbricato due volte più leggero di un tradizionale impalcato latero-cementizio. Tale sistema composto è pronto per essere installato e completato con un getto di calcestruzzo; inoltre, esso permette di combinare le seguenti caratteristiche: ridotto peso, isolamento acustico e termico ed ottima resistenza al fuoco.

In Tabella 12 si riporta una sintesi dei pesi propri strutturali, non strutturali ed accidentali con cui sono state definite le azioni agenti su un impalcato tipo (livelli 1 e 2 dell'edificio DREAMERS).

La combinazione dei casi di carico precedentemente definiti deve essere eseguita con riferimento ai coefficienti parziali di sicurezza in accordo alla normativa italiana (NTC 2018) o alle regole previste dall'Eurocodice 0 e dall'Eurocodice 1. In pratica, come anticipato, ci sono due condizioni di lavoro da considerare: costruzione (la lamiera grecata rappresenta il solo elemento resistente ed assume anche il ruolo di cassaforma) e servizio (il solaio si comporta come una sezione composta acciaio-calcestruzzo).



Figura 14 – Pianta del piano tipo

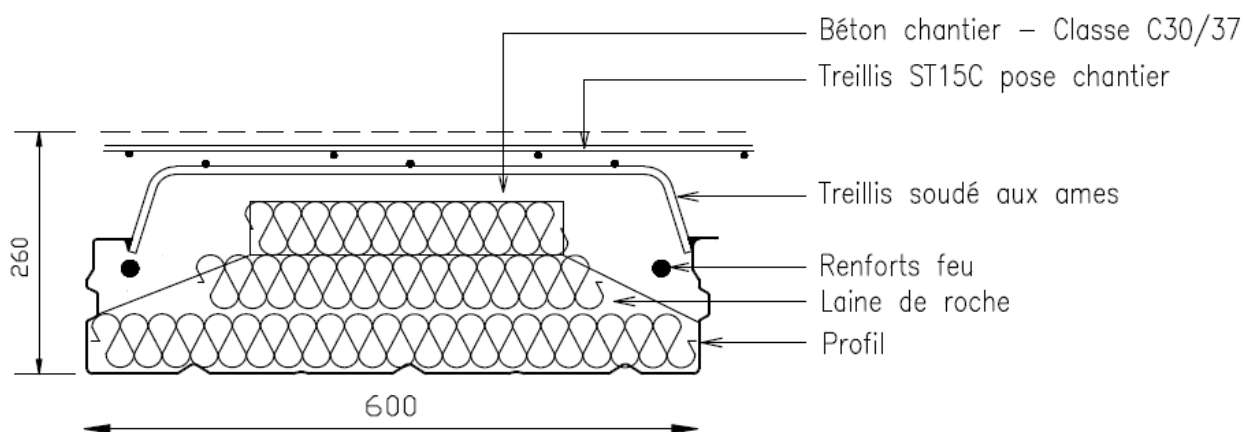


Figura 15 – Cofradal 260

Tabella 12 – Carichi

Solaio composto (Cofradal 260 S320GD, $t=1.00$ mm) =	3.25	kN/m ²
$G_{k,1}$ =	3.25	kN/m²
Controsoffitti =	0.10	kN/m ²
Isolamento termico =	0.05	kN/m ²
Massetto (spessore 5 cm) =	0.50	kN/m ²
Pavimento =	0.40	kN/m ²
Carico equivalente dovuto ai tramezzi =	0.80	kN/m ²
$G_{k,2}$ (piano tipo) =	1.85	kN/m²

Controsoffitti =	0.10	kN/m ²
Barriera al vapore e PVC per fissaggio =	0.20	kN/m ²
Massetto (spessore medio 15 cm) =	0.90	kN/m ²
Calcestruzzo e ghiaia =	1.00	kN/m ²
G_{k,2} (copertura) =	2.20	kN/m²
Q_k (Uffici) =	3.00	kN/m²

Prima fase: getto del calcestruzzo

Le azioni che possono essere applicate contemporaneamente sull'impalcato durante la fase di maturazione del calcestruzzo generalmente sono:

- 1) peso proprio della lamiera e del calcestruzzo non ancora indurito;
- 2) carichi agenti in fase di costruzione, che includono anche il peso del personale e delle attrezzature da lavoro;
- 3) peso di casseforme aggiuntive e di elementi portanti;
- 4) eventualmente carichi dovuti all'accumulo di calcestruzzo (maggiore spessore della soletta in calcestruzzo a causa dell'eccessiva inflessione della lamiera).

I carichi definiti in fase di costruzione sono regolati dalla sezione 4.11.2 dell'Eurocodice 1 parte 1.6 e devono essere considerati come dei carichi accidentali. I valori caratteristici raccomandati con riferimento a tali azioni durante la maturazione del calcestruzzo possono variare, con riferimento sia allo schema strutturale che alla luce della campata, tra 0.75 kN/m² e 1.5 kN/m² su un'area di 3 m x 3 m, mentre sono assunti uguali a 0.75 kN/m² nella parte rimanente (Figura 16). Il peso del calcestruzzo deve essere calcolato coerentemente con il suo spessore assumendo un peso per unità di volume di 25 kN/m³.

Table 4.2 : Recommended characteristic values of actions due to construction loads during casting of concrete

Action	Loaded area	Load in kN/m ²
(1)	Outside the working area	0,75 covering Q_{ca}
(2)	Inside the working area 3 m x 3 m (or the span length if less)	10 % of the self-weight of the concrete but not less than 0,75 and not more than 1,5 Includes Q_{ca} and Q_{cf}
(3)	Actual area	Self-weight of the formwork, load-bearing element (Q_{cc}) and the weight of the fresh concrete for the design thickness (Q_{cf})

Figura 16 – Carichi riferiti alla fase di costruzione

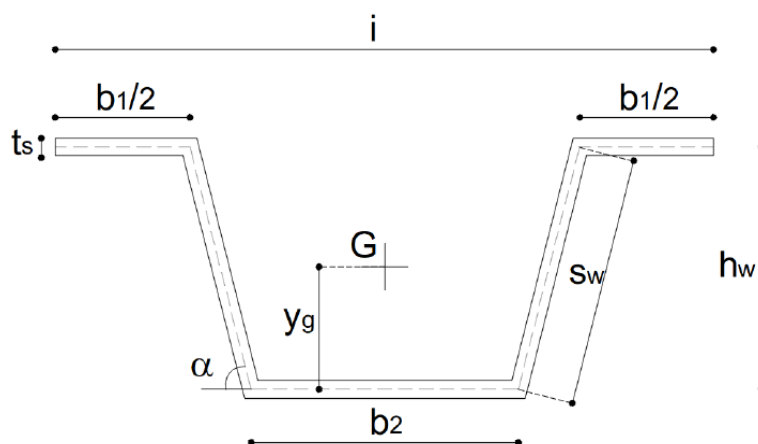


Figura 17 – Parametri geometrici che caratterizzano il singolo modulo della lamiera grecata

In accordo alla rappresentazione schematica di un modulo della lamiera grecata riportata in Figura 17, si riportano in Tabella 13 i principali parametri geometrici della lamiera.

Tabella 13 - Proprietà geometriche e meccaniche

b₁ (mm) =	30.00	Larghezza del piatto superiore
b₂ (mm) =	600.00	Larghezza del piatto inferiore
i = b_{wave} (mm) =	600.00	Interasse
h_w (mm) =	140.00	Altezza della lamiera
tol. (%) =	0.00	Tolleranza
t_s (mm) =	1.00	Spessore della lamiera
n. bays =	3	Suddivisioni create dai puntelli
L_{span} (mm) =	2266.67	Luci
t_c (mm) =	120.00	Altezza della soletta
α (°) =	90°	Angolo tra anima e direzione orizzontale
s_w (mm) =	140.00	Lunghezza dell'anima

Si assume di utilizzare due puntelli intermedi in fase di costruzione e, per tale ragione, l'impalcato è progettato in accordo ad uno schema di trave semplicemente appoggiata con luce pari a 2.267 m. Nei calcoli riportati di seguito si assume $l = 2.267$ m.

Peso del calcestruzzo: $G_{k,conc} = 3.131$ kN/m

Peso della lamiera grecata: $G_{k,s} = 0.119$ kN/m

Peso dei macchinari: $Q_{k,m} = 1.5$ kN/m

Pertanto, i carichi di progetto riferiti alla combinazione fondamentale ed alla combinazione caratteristica sono:

ULS – Combinazione fondamentale: $Q_{d,SLU} = 1.3(G_{k,conc} + G_{k,s}) + 1.5 \cdot Q_{k,m} = 6.48 \frac{kN}{m}$

SLS – Combinazione caratteristica: $Q_{d,SLS} = G_{k,conc} + G_{k,s} + Q_{k,m} = 4.75 \frac{kN}{m}$

I momenti flettenti in uno schema di trave continua su quattro appoggi possono essere massimizzati in accordo a due diverse combinazioni di carico: una massimizza il momento negativo in corrispondenza dei supporti, mentre l'altra massimizza il momento flettente positivo nelle campate. La prima combinazione di carico prevede di incrementare i carichi caratteristici in corrispondenza delle campate adiacenti al supporto su cui si vogliono massimizzare le sollecitazioni. Invece, con la seconda combinazione di carico si massimizzano i carichi agenti in maniera alternata sulle campate. Le massime azioni derivanti da tali schemi limite sono:

1 – Carichi applicati per massimizzare momenti (negativi) e tagli agli appoggi

Massimo momento negativo: $M_{1max-,ULS} = Q_{d,uls}l^2/8 = 4.16 \text{ kNm}$

Massimo momento positivo: $M_{1max+,ULS} = Q_{d,uls}l^2/16 = 2.08 \text{ kNm}$

Taglio massimo: $V_{max,ULS} = 0.625Q_{d,uls}l = 9.17 \text{ kN}$

2 – Carichi applicati per massimizzare i momenti positivi in campata

Massimo momento negativo: $M_{1max-,ULS} = Q_{d,uls}l^2/16 = 2.08 \text{ kNm}$

Massimo momento positivo: $M_{1max+,ULS} = Q_{d,uls}l^2/10 = 3.33 \text{ kNm}$

Taglio massimo: $V_{max,ULS} = \frac{9Q_{d,uls}l}{16} = 8.26 \text{ kN}$

Le proprietà geometriche della lamiera sono calcolate come riportato di seguito:

$$y_G = \frac{b_1 t_s h_w + t_s s_w h_w}{t_s (b_1 + b_2 + 2s_w)} = 26.15 \text{ mm}$$

$$A_g = t_s (b_1 + b_2 + 2s_w) = 940 \text{ mm}^2$$

$$I_g = b_1 t_s \left(\frac{h_w}{2}\right)^2 + b_2 t_s \left(\frac{h_w}{2}\right)^2 + 2 \frac{t_s s_w^3}{12} \sin^2 \alpha + 2 \frac{t_s^3 s_w}{12} \cos^2 \alpha = 1794924 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,g} = \frac{2I_g}{h_w} = 40937 \text{ mm}^3$$

Considerando che, in tale caso, tutti gli elementi che compongono la sezione trasversale della lamiera sono interni, in accordo con la Tabella 5.2 (Tabella 14) dell'Eurocodice 3 parte 1.1, la classificazione procede come di seguito:

Flangia superiore: $b_1/t\varepsilon = 35.01$ - Classe 2

Flangia inferiore: $b_2/t\varepsilon = 700.15$ - Classe 4

Anima: $s_w/t\varepsilon = 163.37$ - Classe 4

Pertanto, la sezione appartiene alla classe 4 ed occorre applicare il metodo della larghezza efficace per determinare le proprietà della sezione efficace. A tale scopo, occorre prima valutare la snellezza relativa dei piatti. Le flange sono soggette a compressione uniforme ($\psi=1$), mentre lo stato tensionale dell'anima va determinato sulla base delle proprietà della sezione considerando l'area effettiva delle flange e l'area lorda dell'anima.

Tabella 14 - Tabella 5.2 dell'Eurocodice 3 parte 1.1

prEN 1993-1-1 : 2003 (E)

Table 5.2 (sheet 1 of 3): Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Internal compression parts			
Class	Part subject to bending	Part subject to compression	Part subject to bending and compression
Stress distribution in parts (compression positive)			
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	when $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	when $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	when $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ when $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275
	ϵ	1,00	0,92
			355
			420
			460
			0,81
			0,75
			0,71

*) $\psi \leq -1$ applies where either the compression stress $\sigma < f_y$ or the tensile strain $\epsilon_y > f_y/E$

Momento flettente positivo (sagging)

Flangia superiore:

$$\bar{\lambda} = \frac{b_1/t}{28,4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 0,616$$

$$\rho = \min \left\{ \frac{\bar{\lambda} - 0.055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}^2}; 1 \right\} = 1$$

$$b_{eff,1} = \rho b_1 = 30 \text{ mm}$$

La distribuzione delle tensioni sull'anima può essere definita a partire dalla conoscenza del baricentro della sezione lorda considerando solo l'area effettiva della flangia superiore:

$$y_{G'_f} = \frac{b_{eff,1} t_s h_w + t_s s_w h_w}{t_s (b_1 + b_2 + 2s_w)} = 26.15 \text{ mm}$$

$$\psi = -\frac{y_{G'_f}}{(h_w - y_{G'_f})} = -0.23$$

Di conseguenza, l'area efficace dell'anima si valuta come segue:

Anima:

$$\bar{\lambda} = \frac{s_w/t}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 1.84$$

$$\rho = \min \left\{ \frac{\bar{\lambda} - 0.055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}^2}; 1 \right\} = 0.5$$

$$s_{eff,w} = \rho s_w = 69.78 \text{ mm}$$

In conclusione, la sezione efficace ha le seguenti proprietà:

$$y_{G'_{inf}} = \frac{b_{eff,1} t_s h_w + t_s s_w h_w}{t_s (b_1 + b_2 + 2s_w)} = 26.15 \text{ mm} \rightarrow y_{G'_{sup}} = h_w - y_{G'_{inf}} = 113.85 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = t_s (b_{eff,1} + b_2 + 2s_w) = 910 \text{ mm}^2$$

$$I_{eff,G'} = b_{eff,1} t_s y_{G'_{sup}}^2 + b_2 t_s y_{G'_{inf}}^2 + 2 \frac{t_s s_w^3}{12} \sin^2 \alpha + 2 t_s s_w \left(\frac{h_w}{2} - y_{G'_{inf}} \right)^2 = 1794924 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,inf,eff} = \frac{I_{eff,G'}}{y_{G'_{inf}}} = 68629 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,sup,eff} = \frac{I_{eff,G'}}{y_{G'_{sup}}} = 15766 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,eff} = \min\{W_{el,inf}; W_{el,sup}\} = 15766 \text{ mm}^3$$

I rapporti tra i parametri efficaci e lordi della lamiera sono:

$$\frac{A_{eff}}{A_g} = 1$$

$$\frac{I_{eff,G'}}{I_g} = 1$$

$$\frac{W_{el,eff}}{W_{el,g}} = 0.385$$

La traslazione verso il basso del baricentro è uguale a:

$$\Delta y_G = y_G - y_{G'_{inf}} = 0 \text{ mm}$$

La verifica della lamiera grecata a flessione si può ottenere calcolando il modulo elastico riferito alla larghezza di 1 m:

$$W_{el,eff,1m} = W_{el,eff} \frac{1000}{i} = 26277 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = W_{el,eff,1m} \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 8.41 \text{ kNm} \geq |M_{max,ULS}| = 3.33 \text{ kNm}$$

Occorre verificare la deformabilità della lamiera riferendosi alle proprietà efficaci dei parametri della sezione lorda e controllando che l'inflessione, con riferimento alla combinazione con i carichi caratteristici, non ecceda 1/10 della profondità della soletta per evitare accumuli di calcestruzzo, oppure deve essere inferiore a $L/180$. Lo schema con calcestruzzo non indurito su una campata, mentre le altre sono scariche, rappresenta la condizione più severa. Con riferimento a tale schema, la massima inflessione risulta:

$$I_{eff,G',1m} = I_{eff,G'} \frac{1000}{i} = 2991540 \text{ mm}^3$$

$$d = \frac{1}{110} \frac{Q_{d,SLS}(l)^4}{EI_{eff,G'}} = 1.81 \leq d_{max,SLS} = 12.59 \text{ mm}$$

Le precedenti verifiche vanno accompagnate con le verifiche a taglio:

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot s_w/t \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} = 1.891$$

La tensione di progetto è definita in accordo alla Tabella 6.1 dell'Eurocodice 3 parte 1.3. con riferimento al caso in esame, data la snellezza dell'anima, la tensione di progetto per le verifiche a taglio è stata fissata in $0.58f_{yk}$ (equivalente a $f_{yk}/\sqrt{3}$). Pertanto, la resistenza a taglio della lamiera è:

$$V_{w,Rd} = \frac{2 \left(\frac{55}{\sin \alpha} t_s f_{bv} \right)}{\gamma_{M0}} \frac{1000}{i} = 27.98 \text{ kN} \geq V_{max,ULS} = 9.17 \text{ kN}$$

Momento flettente negativo (hogging)

Flangia inferiore:

$$\bar{\lambda} = \frac{b_2/t}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 12.327$$

$$\rho = \min \left\{ \frac{\bar{\lambda} - 0.055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}^2}; 1 \right\} = 0.08$$

$$b_{eff,1} = \rho b_1 = 47.81 \text{ mm}$$

La distribuzione delle tensioni sull'anima può essere definita a partire dalla conoscenza del baricentro della sezione lorda considerando solo l'area effettiva della flangia superiore:

$$y_{G'_f} = \frac{b_{eff,1} t_s h_w + t_s s_w h_w}{t_s (b_1 + b_2 + 2s_w)} = 66.52 \text{ mm}$$

$$\psi = -\frac{y_{G'_f}}{(h_w - y_{G'_f})} = -0.905$$

Di conseguenza, l'area efficace dell'anima si valuta come segue:

Anima:

$$\bar{\lambda} = \frac{s_w/t}{28.4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 1.24$$

$$\rho = \min \left\{ \frac{\bar{\lambda} - 0.055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}^2}; 1 \right\} = 0.73$$

$$s_{eff,w} = \rho s_w = 102.40 \text{ mm}$$

In conclusione, la sezione efficace ha le seguenti proprietà:

$$y_{G'_{inf}} = \frac{b_{eff,1} t_s h_w + t_s s_w h_w}{t_s (b_1 + b_2 + 2s_w)} = 66.52 \text{ mm} \rightarrow y_{G'_{sup}} = h_w - y_{G'_{inf}} = 73.48 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = t_s (b_{eff,1} + b_2 + 2s_w) = 357.81 \text{ mm}^2$$

$$I_{eff,G'} = b_{eff,1} t_s y_{G'_{sup}}^2 + b_2 t_s y_{G'_{inf}}^2 + 2 \frac{t_s s_w^3}{12} \sin^2 \alpha + 2 t_s s_w \left(\frac{h_w}{2} - y_{G'_{inf}} \right)^2 = 834249 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,inf,eff} = \frac{I_{eff,G'}}{y_{G'_{inf}}} = 12542 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,sup,eff} = \frac{I_{eff,G'}}{y_{G'_{sup}}} = 11353 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,eff} = \min\{W_{el,inf}; W_{el,sup}\} = 11353 \text{ mm}^3$$

I rapporti tra le proprietà geometriche ed efficacy della lamiera sono:

$$\frac{A_{eff}}{A_g} = 0.393$$

$$\frac{I_{eff,G'}}{I_g} = 0.465$$

$$\frac{W_{el,eff}}{W_{el,g}} = 0.277$$

La traslazione verso il basso del baricentro è uguale a:

$$\Delta y_G = y_G - y_{G'_{inf}} = -40.36 \text{ mm}$$

La verifica della lamiera grecata a flessione si può ottenere calcolando il modulo elastico riferito alla larghezza di 1 m:

$$W_{el,eff,1m} = W_{el,eff} \frac{1000}{i} = 18921 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = W_{el,eff,1m} \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 6.05 \text{ kNm} \geq |M_{max,ULS}| = 4.16 \text{ kNm}$$

Occorre verificare la deformabilità della lamiera riferendosi alle proprietà efficaci dei parametri della sezione lorda e controllando che l'inflessione, con riferimento alla combinazione con i carichi caratteristici, non ecceda 1/10 della profondità della soletta per evitare accumuli di calcestruzzo, oppure deve essere inferiore a $L/180$. Lo schema con calcestruzzo non indurito su una campata, mentre le altre sono scariche, rappresenta la condizione più severa. Con riferimento a tale schema, la massima inflessione risulta:

$$I_{eff,G',1m} = I_{eff,G'} \frac{1000}{i} = 1390414 \text{ mm}^3$$

$$d = \frac{1}{110} \frac{Q_{d,SLS}(l)^4}{EI_{eff,G'}} = 3.90 \leq d_{max,SLS} = 12.59 \text{ mm}$$

Le precedenti verifiche vanno accompagnate con le verifiche a taglio:

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot s_w/t \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} = 1.891$$

La tensione di progetto è definita in accordo alla Tabella 6.1 dell'Eurocodice 3 parte 1.3. con riferimento al caso in esame, data la snellezza dell'anima, la tensione di progetto per le verifiche a taglio è stata fissata in $0.58f_{yk}$ (equivalente a $f_{yk}/\sqrt{3}$). Pertanto, la resistenza a taglio della lamiera è:

$$V_{w,Rd} = \frac{2 \left(\frac{55}{\sin \alpha} t_s f_{bv} \right)}{\gamma_{M0}} \frac{1000}{i} = 27.98 \text{ kN} \geq V_{max,ULS} = 9.17 \text{ kN}$$

Seconda fase: sezione composta in esercizio

Avvenuta la maturazione del calcestruzzo, dopo circa 28 giorni, l'impalcato diventa un elemento strutturale composto il cui comportamento dipende dall'interazione tra acciaio e calcestruzzo. I due

elementi nel caso di un solaio composto sono di solito uniti tramite un legame, che tipicamente è un risultato di complessi fenomeni di interazione che dipendono dall'adesione, attrito e dall'incastro meccanico delle superfici a contatto. In questa seconda fase, il fenomeno dell'instabilità locale può essere considerato nullo (o fortemente limitato) dalla presenza del calcestruzzo. Se si assume la completa connessione, i metodi per le analisi sono simili a quelli per le strutture in calcestruzzo armato. Supponendo quindi che non ci siano scorrimenti o sollevamenti dell'interfaccia, la lamiera lavora come armatura di rinforzo per i momenti flettenti positivi e negativi, se l'impalcato è inteso come uno schema continuo su più appoggi intermedi. Al contrario, se si assume la parziale connessione tra il calcestruzzo e l'acciaio esistente, è necessario tenere adeguatamente conto la possibilità di uno scorrimento tra la soletta in calcestruzzo e la lamiera in acciaio.

Il comportamento del solaio composto deve essere verificato sia agli stati limiti ultimi che in esercizio, definendo una metodologia di calcolo basata su una distribuzione plastica o elastica delle sollecitazioni.

In particolare, occorre verificare la connessione tra acciaio e calcestruzzo perché in alcuni casi la crisi del solaio composto può essere governata dallo scorrimento della soletta in calcestruzzo a causa della mancanza di aderenza longitudinale. In generale, considerando le azioni flettenti e taglianti, occorre soddisfare le seguenti verifiche:

- verifica dei momenti flettenti in condizioni ultime;
- verifica per taglio longitudinale in condizioni ultime;
- verifica per taglio trasversale in condizioni ultime;
- verifica a punzonamento;
- verifica della deformabilità in condizioni di servizio;
- verifica limitazione delle tensioni in condizioni di servizio;
- verifica di fessurazione in condizioni di servizio.

Nei seguenti calcoli si assume $l = 6.8$ m.

Di seguito si riportano i carichi strutturali, non strutturali ed accidentali con riferimento all'impalcato tipo.

Soletta composta (Calcestruzzo C35/45 e lamiera in acciaio): $G_{k,fc} = 3.25$ kN/m

Controsoffitti: $G_{k,fc} = 0.1$ kN/m

Isolamento termico: $G_{k,ti} = 0.05$ kN/m

Massetto: $G_{k,s} = 0.50$ kN/m

Pavimento: $G_{k,t} = 0.40$ kN/m

Carichi equivalenti dovuti ai tramezzi: $G_{k,pw} = 0.80 \text{ kN/m}$

Sovraccarico accidentale: $Q_{k,l} = 3.00 \text{ kN/m}$

Pertanto, i carichi di progetto in combinazione fondamentale e caratteristica sono:

ULS – Combinazione fondamentale

$$Q_{d,ULS} = 1.3(G_{k,fconc} + G_{k,s} + G_{k,fc} + G_{k,ti} + G_{k,s} + G_{k,t}) + 1.5 \cdot (Q_{k,l} + G_{k,pw}) = 11.14 \frac{kN}{m}$$

SLS – Combinazione caratteristica

$$Q_{d,SLS} = (G_{k,fconc} + G_{k,s} + G_{k,fc} + G_{k,ti} + G_{k,s} + G_{k,t} + G_{k,pw}) + Q_{k,l} = 8.10 \frac{kN}{m}$$

Considerando la sequenza di costruzione e lo schema strutturale di riferimento (trave su semplici appoggi), si possono definire le seguenti azioni flettenti e taglianti:

Azioni in condizioni ultime (ULS)

Massimo momento flettente: $M_{max,ULS} = Q_{d,uls} l^2 / 8 = 64.36 \text{ kNm}$

Taglio massimo: $V_{max,ULS} = Q_{d,uls} l / 2 = 37.86 \text{ kN}$

Azioni in condizioni di servizio (SLS) – Lo stato tensionale dipende dalla sequenza di costruzione: prima vanno definite le tensioni della lamiera in fase di costruzione e successivamente le azioni aggiuntive della sezione composta in esercizio

Momento flettente nella fase di maturazione del calcestruzzo (ipotesi di utilizzare due puntelli):

$$M_{max,1,SLS,bay} = G_{k,fcss}(l/3)^2 / 12.5 = 12.02 \text{ kNm}$$

$$M_{max,1,SLS,prop} = G_{k,fcss}(l/3)^2 / 10 = -15.03 \text{ kNm}$$

Momento flettente in esercizio:

$$M_{max,2,SLS} = (G_{k,fc} + G_{k,ti} + G_{k,s} + G_{k,t} + G_{k,pw} + Q_{k,l}) l^2 / 8 = 46.82 \text{ kNm}$$

Verifica del solaio composto in condizioni ultime – momento flettente, taglio e punzonamento

Quando il calcestruzzo è completamente maturato, il fenomeno dell'instabilità locale della lamiera è inibito. I calcoli sono eseguiti considerando la singola greca del solaio composto e successivamente le proprietà saranno convertite ad una larghezza convenzionale pari ad 1 m.

In prima battuta, viene assunta una completa interazione del solaio composto, successivamente questa ipotesi viene rimossa per calcolare la resistenza del solaio composto in accordo al metodo della parziale interazione.

Per valutare dove è posizionato l'asse neutro, vengono confrontate la resistenza della lamiera con la resistenza della soletta in calcestruzzo; se la resistenza plastica del calcestruzzo è maggiore di quella della lamiera, allora l'asse neutro si trova all'interno della soletta in calcestruzzo, al contrario si troverà al di sotto:

$$N_{c,f,max} = bh_c f'_{cd} = 1428.00 \text{ kN} \geq N_p = A_p f_{yp,d} = 291.20 \text{ kN}$$

Pertanto, l'asse neutro si trova nella soletta in calcestruzzo. La posizione dell'asse neutro può essere calcolata considerando un semplice equilibrio alla traslazione, come mostrato di seguito:

$$x_{pl} = \frac{A_p f_{yp,d}}{b f'_{cd}} = 28.55 \text{ mm}$$

Il momento resistente del solaio composto per una fascia di 1 m è pari a:

$$M_{Rd,1m} = M_{Rd} \cdot \frac{1000}{b_{wave}} = 107.56 \text{ kNm} \geq M_{max,ULS} = 64.36 \text{ kNm}$$

La verifica a taglio può essere valutata in accordo alle equazioni suggerite dall' EC2:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_p}} = 1.92 \leq 2$$

$$\rho_l = \frac{A_p}{b_w d} = 0.0043 \leq 0.02$$

$$V_{Rd} = \min \left\{ \left[0.18k \frac{(100\rho_l f_{ck})^{0.33}}{\gamma_c} \right]; 0.035k^{1.5} f_{ck}^{0.5} \right\} \frac{b_w}{i} d = 53.88 \text{ kN}$$

La verifica a taglio è quindi soddisfatta: $V_{Rd} = 53.88 \text{ kN} > V_{max,ULS} = 37.86 \text{ kN}$.

La verifica a punzonamento può essere effettuata come suggerito dall' EC2. L'area dell'armatura tesa è convenzionalmente fissata pari all'area della lamiera al di sotto dell'asse principale d'inerzia. Al contrario, l'area dell'armatura trasversale è fissata pari allo 0.2% dell'area di calcestruzzo al di sopra della lamiera. Considerando che quest'ultima è pari a 120000 mm², si assume l'armatura trasversale composta da una rete f8 /200 mm. Sotto queste assunzioni trascurando l'effetto benefico della diffusione all'interno della nervatura del solaio composto, è possibile calcolare la resistenza al punzonamento pari a:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_p}} = 1.92 \leq 2$$

$$\rho_{ll} = \frac{A_p}{b_w d_p} = 0.0043$$

$$\rho_{lt} = \frac{A_s}{1000 \cdot d_s} = 0.0084$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ll} \cdot \rho_{lt}} = 0.006 < 0.02$$

$$C_p = 2(a_p + b_p + 4h_f) + 2\pi h_c = 1913.98 \text{ mm}$$

$$V_{Rd} = \left[0.18k \frac{(100\rho_l f_{ck})^{0.33}}{\gamma_c} \right] C_p h_c = 127 \text{ kN}$$

La verifica a punzonamento è soddisfatta: $V_{Rd} = 127 \text{ kN} > P_{ULS} = 1.5 \cdot 2 = 3 \text{ kN}$.

Verifica del solaio composto per momento flettente negativo

In questo caso si assume trascurabile la resistenza della lamiera. In particolare, analizzando un singolo modulo del Cofradal 260 e considerando barre $2\phi 16$ e $6\phi 16$, rispettivamente quali armatura compressa e tesa, la resistenza della sezione trasversale è pari a 57.71 kNm.

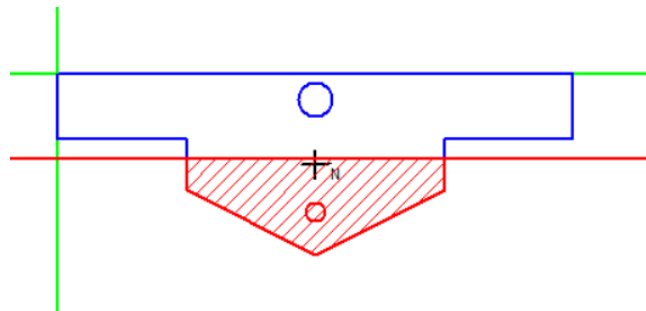


Figura 18 – Verifica allo stato limite ultimo per momento negativo

La resistenza flessionale con riferimento alla larghezza convenzionale di 1 m è (Figura 18):

$$M_{Rd,1m} = M_{Rd} \cdot \frac{1000}{b_{wave}} = 96.18 \text{ kNm} > M_{max,ULS-} = Q_{d,uls} l^2 / 8 = 64.36 \text{ kNm}$$

Verifica del solaio composto in condizione ultima – Metodo della parziale interazione

Con il metodo a parziale interazione si effettua contemporaneamente la verifica a taglio longitudinale e la verifica a flessione. Viene assunto che l'azione che si trasferisce dal calcestruzzo alla lamiera attraverso la connessione sia limitata da tensione tangenziale t_u determinata dal produttore tramite prove sperimentali. L'azienda Arcelor Mittal ha ottenuto informazioni mediante prove push-out effettuati su campioni riportati in Figura 19.

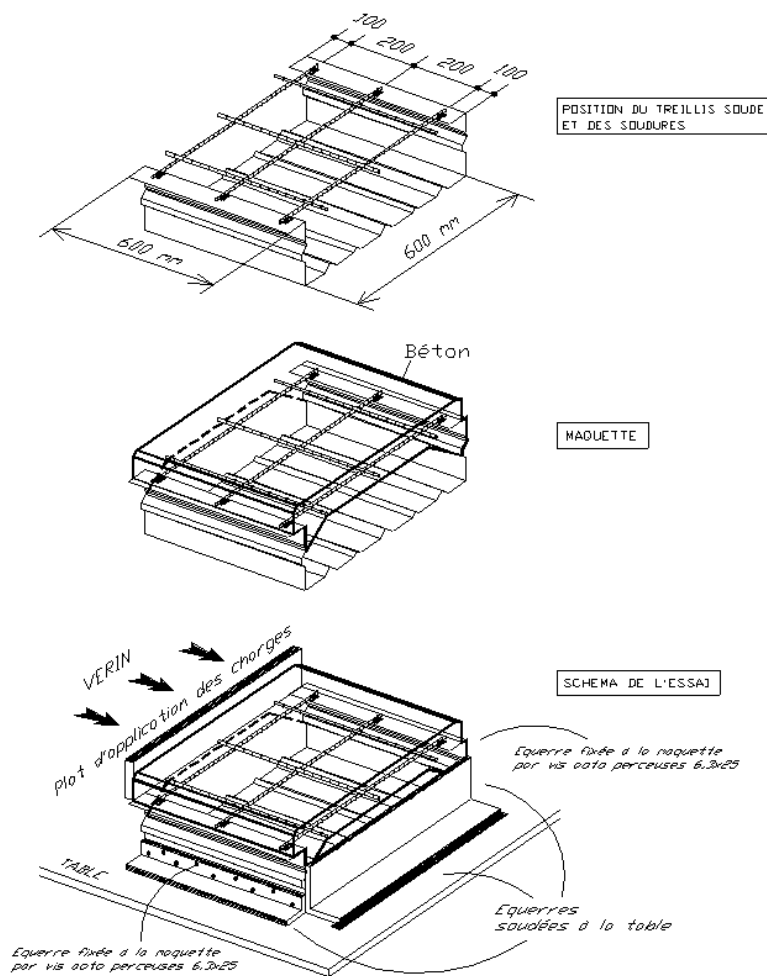


Figura 19 – Geometria dei campioni testati

I risultati dei test sono riportati in Tabella 15.

Tabella 15 - Risultati delle prove push-out

Provino	Forza (daN)	Provino	Forza (daN)
1	3500	6	4200
2	3300	7	3900
3	4150	8	3400
4	3800	9	4300
5	4100	10	3200

Considerando il minimo valore delle forze riportate in Tabella 15, la tensione di aderenza suggerita τ_u è uguale a 0.088 MPa. L'Eurocodice suggerisce di dividere questo valore per il tramite di un coefficiente correttivo pari a 1.25, in modo che $\tau_u = 0.088/1.27 = 0.07 \text{ MPa}$.

In tal caso il fattore relativo alla parziale interazione dipende dalla distanza dall'appoggio: $\eta = \tau_u b L_x / N_{c,f}$.

In accordo a tale ipotesi, la minima distanza per avere una completa interazione può essere valutata come:

$$L_{sf} = N_{c,f} / \tau_u b = 6894 \text{ mm}$$

Pertanto, essendo $L_{sf} > L/2$, in questo caso tutto l'impalcato è in condizione di parziale interazione. La resistenza può essere definita a partire da equazioni di equilibrio alla traslazione e rotazione (il modulo plastico della lamiera è uguale a 55337.5 mm^3):

$$M_{Rd} = \eta N_{c,f} (d_p - \eta x_{pl}/2) + M_{pl,pd} (1 - \eta^2)$$

La verifica è stata effettuata per ogni sezione, confrontando i momenti flettenti sollecitanti con il relativo momento resistente. Questo confronto è visibile in Figura 20, dove si nota come la verifica è soddisfatta per ogni sezione (verifica riferita alla sezione di solaio di 1 m di larghezza):

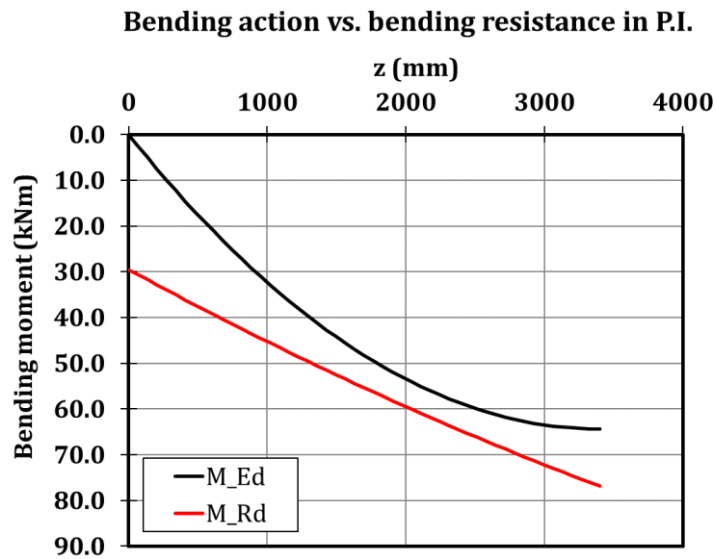


Figura 20 – Verifica della soletta composta in condizioni ultime (metodo della parziale interazione)

SLS – Verifica di limitazione delle tensioni

Le tensioni in esercizio sono distribuite rispettivamente in base alla sequenza di costruzione.

Tensioni nella lamiera in fase di maturazione del calcestruzzo:

Tali tensioni possono essere calcolate considerando I valori dei moduli elastici calcolati nei precedenti paragrafi. Ovviamente, nella fase di maturazione del calcestruzzo, le tensioni sono zero (tensioni di trazione positive).

$$\sigma_{a,sup,1,bay} = \frac{M_{max,1,SLS,bay}}{W_{el,eff,sup,1m}} = -50.84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,inf,1,bay} = \frac{M_{max,1,SLS,bay}}{W_{el,eff,inf,1m}} = 11.68 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,sup,1,prop} = \frac{M_{max,1,SLS,support}}{W_{el,eff,sup,1m}} = 63.55 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,inf,1,prop} = \frac{M_{max,1,SLS,support}}{W_{el,eff,inf,1m}} = -14.60 \text{ MPa}$$

Le tensioni precedentemente calcolate si riferiscono a due diverse sezioni: in campata, dove il momento è positivo, ed in corrispondenza dei puntelli, dove è negativo.

Tensioni nel solaio composto dovute ai carichi in esercizio al tempo t=0

L'asse neutro in servizio viene calcolato considerando una distribuzione elastica delle tensioni in calcestruzzo ed acciaio:

$$n_0 = \frac{E_s}{E_{c0}} = 6.16$$

L'asse neutro viene definito tramite un equilibrio traslazionale (ipotesi di asse neutro nella soletta di calcestruzzo):

$$S_n = 0 \rightarrow x$$

$$\frac{bx^2}{2n_0} - A_p(d_p - x) = 0$$

$$\frac{bx^2}{2n_0} + A_p x - d_p A_p = 0$$

$$x = 57.43 \text{ mm}$$

L'ipotesi iniziale è verificata. L'equazione di equilibrio alla rotazione fornisce le tensioni nella soletta in calcestruzzo e nella lamiera grecata:

$$I_n = \frac{bx^3}{3n_0} + A_p(d_p - x)^2 + I_g = 36263928 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{max,2,SLS}}{n_0 I_n} x = 7.22 \text{ MPa}$$

Si calcolano anche le tensioni nella lamiera in corrispondenza della mezzzeria della campata e dove sono collocati i puntelli:

$$\sigma_{a,sup,2,prop} = 11.46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,inf,2,prop} = 37.09 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,sup,2,midspan} = \frac{M_{max,2,SLS}}{I_n} (h_c - x) = 48.47 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,inf,2,midspan} = \frac{M_{max,2,SLS}}{I_n} (h_s + h_c - x) = 156.92 \text{ MPa}$$

Le massime tensioni nella sezione composta a tempo t=0 sono di seguito riportate:

$$\sigma_{c,max} = 7.22 \text{ MPa} \leq 0.6f_{ck} = 21.00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,sup} = |\sigma_{a,sup,2,midspan}| + |\sigma_{a,sup,1,bay}| = 99.31 \text{ MPa} \leq 0.8f_{yk} = 288 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,inf} = \sigma_{a,inf,2,midspan} + \sigma_{a,inf,1,bay} = 168.60 \text{ MPa} \leq 0.8f_{yk} = 288 \text{ MPa}$$

Si fa notare che la verifica è soddisfatta al tempo $t=0$ nella combinazione di carico caratteristica anche se si sommano le tensioni massime appartenenti a sezioni diverse (mezzeria + puntelli).

SLS – Verifica di deformabilità

Inflessione della lamiera in fase di maturazione del calcestruzzo:

$$d_1 = 0.0054 \frac{Q_{1,SLS}(l/3)^4}{EI_{eff,G'}} \cong 0 \text{ mm}$$

Inflessione della lamiera in fase di esercizio:

Per semplicità, si considera l'inerzia della sezione fessurata calcolata con un valor medio del coefficiente di omogeneizzazione, come suggerito dall'Eurocodice 4 ($n=12.32$).

$$\frac{bx^2}{2n_0} + A_p x - d_p A_p = 0$$

$$x = 76.66 \text{ mm}$$

$$I_n = \frac{bx^3}{3n_0} + A_p(d_p - x)^2 + I_g = 31589292 \text{ mm}^4$$

$$d_2 = \frac{5}{384} \frac{Q_{2,SLS} l^4 \cdot i}{EI_n \cdot b} = 20.40 \text{ mm}$$

L'inflessione complessiva è, pertanto, uguale a 20.40 mm, valore inferiore rispetto al limite fissato in $L/250=27.20 \text{ mm}$.

Verifica della frequenza di vibrazione dell'impalcato

La normativa italiana richiede che, considerando la combinazione di carico $G_k + 0.15Q_k$, la frequenza dell'impalcato sia maggiore di 3 Hz per carichi non ciclici e 5 Hz in presenza di carichi ciclici. Tuttavia, essa non fornisce formulazioni per la valutazione di tale frequenza.

Pertanto, si fa riferimento a documenti di comprovata validità sviluppati nell'ambito di progetti di ricerca. In particolare, per i calcoli riportati nei seguenti paragrafi si è fatto riferimento al progetto di ricerca "Human induced Vibrations of Steel Structures" (RFS2-CT-2007-00033) in cui compare anche Arcelor Mittal quale partecipante e che è rivolto proprio al topic in questione. La procedura fornita in questa linea guida fornisce un metodo semplificato per determinare e verificare i progetti dei solai per le

vibrazioni dovute al passaggio di persone. La linea guida si concentra su metodi semplici, strumenti di progettazione e raccomandazioni per l'accettazione delle vibrazioni degli impalcati causate dalle persone durante il normale utilizzo. I metodi di progettazione e valutazione forniti per le vibrazioni del solaio sono correlati alle vibrazioni indotte dall'uomo, principalmente causate dal camminare in condizioni normali. Le vibrazioni indotte dalla macchina o le vibrazioni dovute al traffico ecc. non sono coperte da questa linea guida.

La procedura di progettazione descritta nella linea guida in esame corrisponde a una procedura semplificata con la quale è possibile verificare la progettazione di un solaio per le vibrazioni dovute persone che camminano. Il primo step della procedura consiste nel determinare le caratteristiche o i parametri di base dell'impalcato (damping, massa modale, frequenza). Utilizzando questi parametri e un insieme di grafici, si ottiene una quantità denominata valore percentile al 90% dell'OS-RMS (OS-RMS₉₀), che caratterizza la risposta del solaio dovuta al passaggio delle persone. Questo valore viene quindi confrontato con i valori consigliati per destinazioni di piano differenti. Questi tre passaggi sono mostrati in Figura 21.

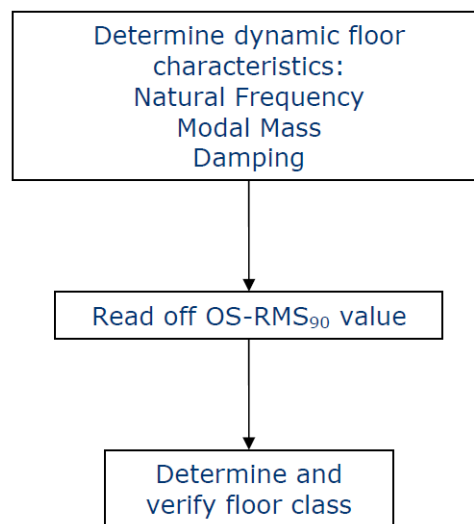


Figura 21 – Procedura

OS-RMS₉₀ è il percentile al 90% del valore dell'accelerazione di persone che camminano normalmente:

$$a_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a(t)^2 \cdot dt} \approx \frac{a_{peak}}{\sqrt{2}}$$

La percezione delle vibrazioni da parte delle persone e il relativo fastidio dipende da diversi aspetti. I più importanti sono:

- la direzione della vibrazione (in tal caso sono considerate solo le vibrazioni verticali);

Lo smorzamento ha una grande influenza sulla frequenza di vibrazione di un impalcato. Indipendentemente dal modo di determinare la frequenza naturale e la massa modale, i valori di smorzamento per i sistemi vibranti possono essere determinati utilizzando la Tabella 17 per diversi materiali strutturali, destinazioni e finiture. Lo smorzamento del sistema D si ottiene sommando i valori appropriati da D1 a D3.

Tabella 17 - Determinazione dello smorzamento

Type	Damping (% of critical damping)
Structural Damping D_1	
Wood	6%
Concrete	2%
Steel	1%
Steel-concrete	1%
Damping due to furniture D_2	
Traditional office for 1 to 3 persons with separation walls	2%
Paperless office	0%
Open plan office.	1%
Library	1%
Houses	1%
Schools	0%
Gymnastic	0%
Damping due to finishes D_3	
Ceiling under the floor	1%
Free floating floor	0%
Swimming screed	1%
Total Damping $D = D_1 + D_2 + D_3$	

Con riferimento all'edificio DREAMERS in esame, risulta uno smorzamento del 4%, ricorrendo ai contributi evidenziati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Dopo aver definito lo smorzamento, occorre valutare frequenza di vibrazione e massa modale. Tali parametri possono essere ricavati ricorrendo a delle formulazioni analitiche più o meno affidabili in relazione alle approssimazioni assunte.

Prima di calcolare tali parametri, brevemente in Tabella 18 e Figura 22 si riportano i dati per ricavare le principali informazioni relative al comportamento meccanico dell'impalcato che ha un comportamento ortotropo.

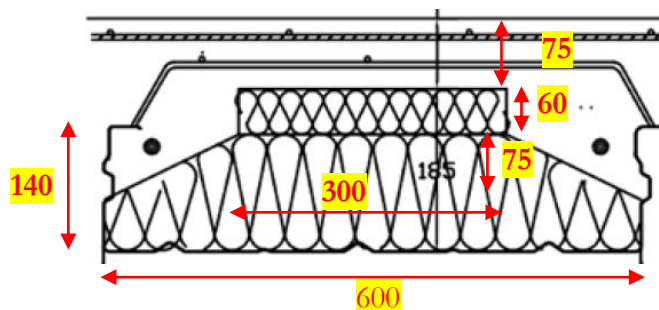


Figura 22 – Modulo Cofradal 260

Tabella 18 - Dati per un modulo di Cofradal 260

E_{cm} (MPa) =	37484.86	Modulo di Young del calcestruzzo C35/45
n₀ =	5.60	Coefficiente di omogeneizzazione
B (mm) =	600.00	Larghezza modulo
H (mm) =	260.00	Altezza Cofradal 260
S (mm) =	75.00	Altezza soletta in calcestruzzo
H₂ (mm) =	60.00	Altezza elemento rettangolare lana di roccia
H₁ (mm) =	75.00	Altezza elemento trapezio lana di roccia
B₀ (mm) =	300.00	Larghezza ridotta del calcestruzzo
L_R (mm) =	30.00	Larghezza piatti superiori lamiera
H_L (mm) =	140.00	Altezza lamiera
B_L (mm) =	600.00	Larghezza lamiera
S_L (mm) =	1.00	Spessore lamiera

E_{cm} è il modulo di Young del calcestruzzo C35/45, mentre n_0 è il coefficiente di omogeneizzazione a breve termine.

Area di calcestruzzo:

$$A_{cls} = B \cdot S + B_0 \cdot H_2 + B_0 \cdot \frac{H_1}{2} = 74250 \text{ mm}^2$$

Momento statico del calcestruzzo rispetto al lembo superiore omogeneizzato rispetto all'acciaio:

$$S_{cls,sup} = \frac{B \cdot \frac{S^2}{2} + B_0 \cdot H_2 \cdot \left(S + \frac{H_2}{2}\right) + B_0 \cdot \frac{H_1}{2} \cdot \left(S + \frac{H_2}{2} + \frac{H_1}{3}\right)}{n_0} = 959880.19 \text{ mm}^3$$

Area della lamiera:

$$A_L = (B_L \cdot S + 2 \cdot H_L + 2 \cdot L_R) \cdot S_L = 940 \text{ mm}^2$$

Momento statico della lamiera rispetto al lembo superiore del calcestruzzo:

$$S_{lam,sup} = B_L \cdot S_L \cdot \left(H - \frac{S_L}{2}\right) + 2 \cdot H_L \cdot S_L \cdot \left(H - \frac{H_L}{2}\right) + 2 \cdot L_R \cdot S_L \cdot (H - H_L) = 216100 \text{ mm}^3$$

Momento statico complessivo della sezione rispetto al bordo superiore del calcestruzzo:

$$S_{sez,sup} = S_{cls,sup} + S_{lam,sup} = 1175980.19 \text{ mm}^3$$

Area complessiva omogeneizzata rispetto all'acciaio:

$$A_{compl.} = \frac{A_{cls}}{n_0} + A_L = 14193.58 \text{ mm}^2$$

Distanza del baricentro della sezione rispetto al bordo superiore del calcestruzzo:

$$y_{G,sup} = \frac{S_{sez,sup}}{A_{compl.}} = 82.85 \text{ mm}$$

Inerzia del calcestruzzo rispetto al suo bordo superiore:

$$I_{cls,sup} = B \cdot \frac{S^3}{3} + B_0 \cdot \frac{H_2^3}{12} + B_0 \cdot H_2 \cdot \left(S + \frac{H_2}{2}\right)^2 + B_0 \cdot \frac{H_1^3}{36} + B_0 \cdot \frac{H_1}{2} \cdot \left(S + \frac{H_2}{2} + \frac{H_1}{3}\right)^2 = 579740625 \text{ mm}^4$$

Inerzia della lamiera rispetto al lembo superiore del calcestruzzo:

$$I_{lam,sup} = B_L \cdot \frac{S_L^3}{12} + B_L \cdot S_L \cdot \left(H - \frac{S_L}{2}\right)^2 + 2 \cdot \left[S_L \cdot \frac{H_L^3}{12} + H_L \cdot S_L \cdot \left(H - \frac{H_L}{2}\right)^2 \right] + 2 \cdot \left[L_R \cdot \frac{S_L^3}{12} + L_R \cdot S_L \cdot (H - H_L)^2 \right] = 51833538.33 \text{ mm}^4$$

Inerzia complessiva della sezione rispetto al bordo superiore del calcestruzzo:

$$I_{sez,sup} = \frac{I_{cls,sup}}{n_0} + I_{lam,sup} = 155316855.66 \text{ mm}^4$$

Inerzia complessiva della sezione rispetto al baricentro:

$$I_{sez,G} = I_{sez,sup} - A_{compl.} \cdot y_{G,sup}^2 = 57883381.65 \text{ mm}^4$$

A questo punto è possibile ricavare frequenza di vibrazione e massa modale in accordo a diversi approcci.

Come prescritto dalla normativa, la frequenza può essere valutata per un carico agente del tipo $G_k + 0.15 \cdot Q_k$, che nel caso in esame corrisponde a 5.55 kN/m^2 .

In una prima fase si può ipotizzare di studiare un singolo campo di solaio visto come semplicemente appoggiato in corrispondenza delle travi su cui scarica le azioni (Figura 23).

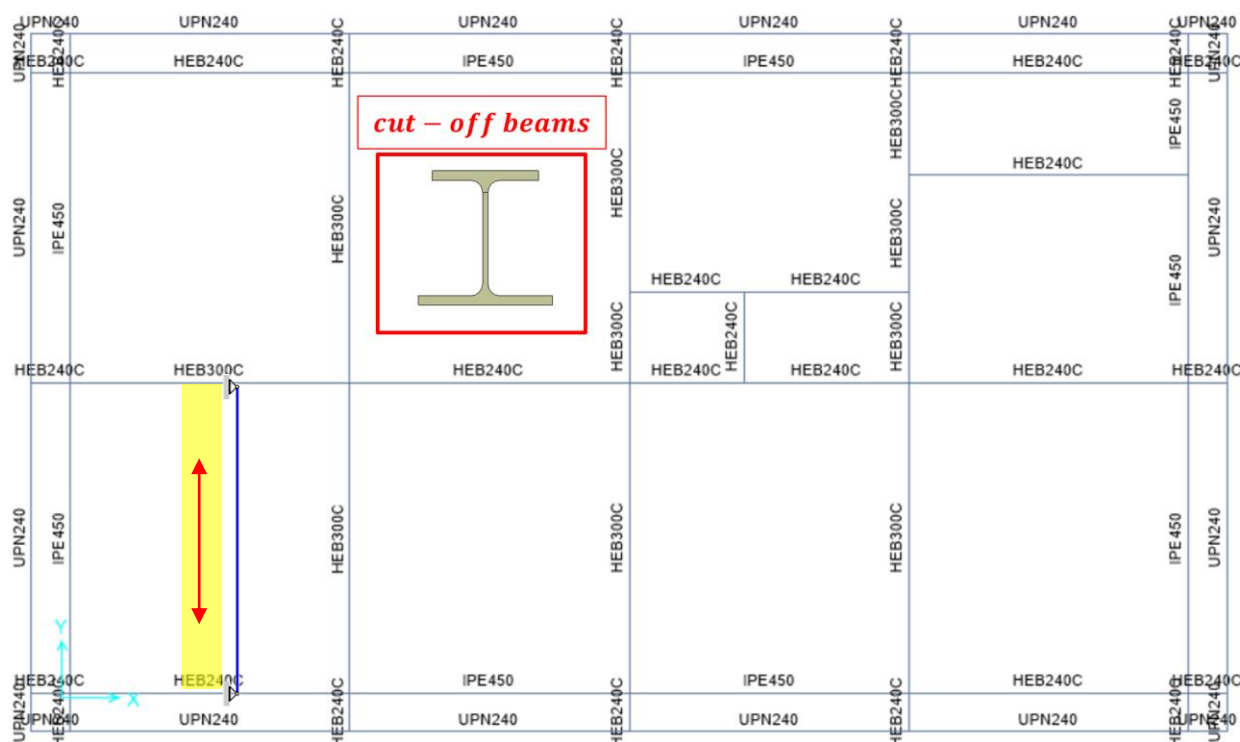


Figura 23 – Studio di una singola campata (schema appoggiato-appoggiato)

In tal caso la frequenza si valuta come:

$$f_{app-app} = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{0.49\mu l^4}} = 6.51 \text{ Hz}$$

In particolare, il modulo di elasticità dell'acciaio è $E = 210000 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, la lunghezza della trave nello schema di riferimento è $l = 6.80 \text{ m}$, l'inerzia di un modulo del Cofradal risulta $I = 57883381.65 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4$, mentre il carico distribuito su un modulo di Cofradal è $\mu = 333 \text{ kg/m}$.

Invece la massa modale si valuta come:

$$M_{mod,app-app} = 0.5\mu l = 1132 \text{ kg}$$

Tuttavia, siccome il solaio in esame in realtà appartiene ad uno schema continuo di trave su tre appoggi, è possibile considerare anche il caso in cui il modello di riferimento dell'impalcato sia quello di trave incastrata-appoggiata (Figura 24).

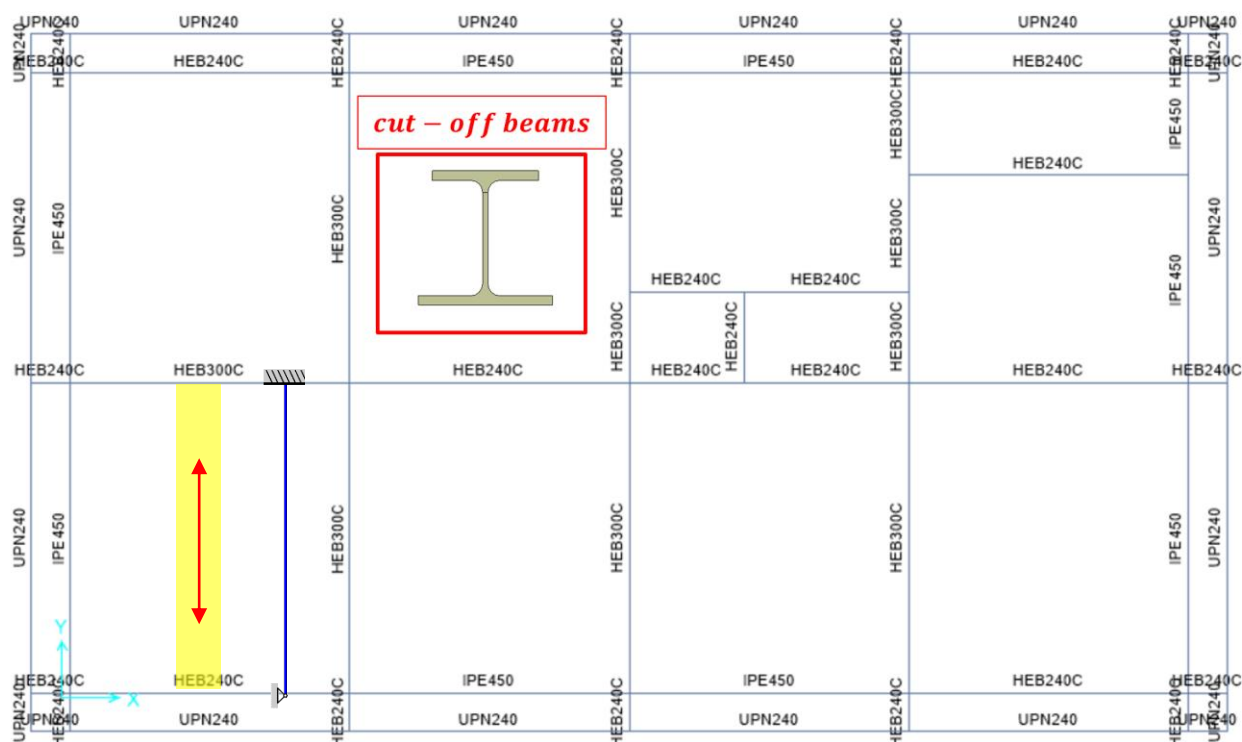


Figura 24 – Studio di una singola campata (schema incastrato-appoggiato)

Si valutano frequenza di vibrazione e massa modale come:

$$f_{inc-app} = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{0.2\mu l^4}} = 10.19 \text{ Hz}$$

$$M_{mod,inc-app} = 0.45\mu l = 1019 \text{ kg}$$

I precedenti risultati rappresentano delle condizioni limite ottenute dall'assunzione che il solaio possa essere analizzato con uno schema affine a quello delle travi. Tuttavia, in letteratura sono riportate anche formulazioni riferite a schemi di piastre ortotrope (Figura 25).

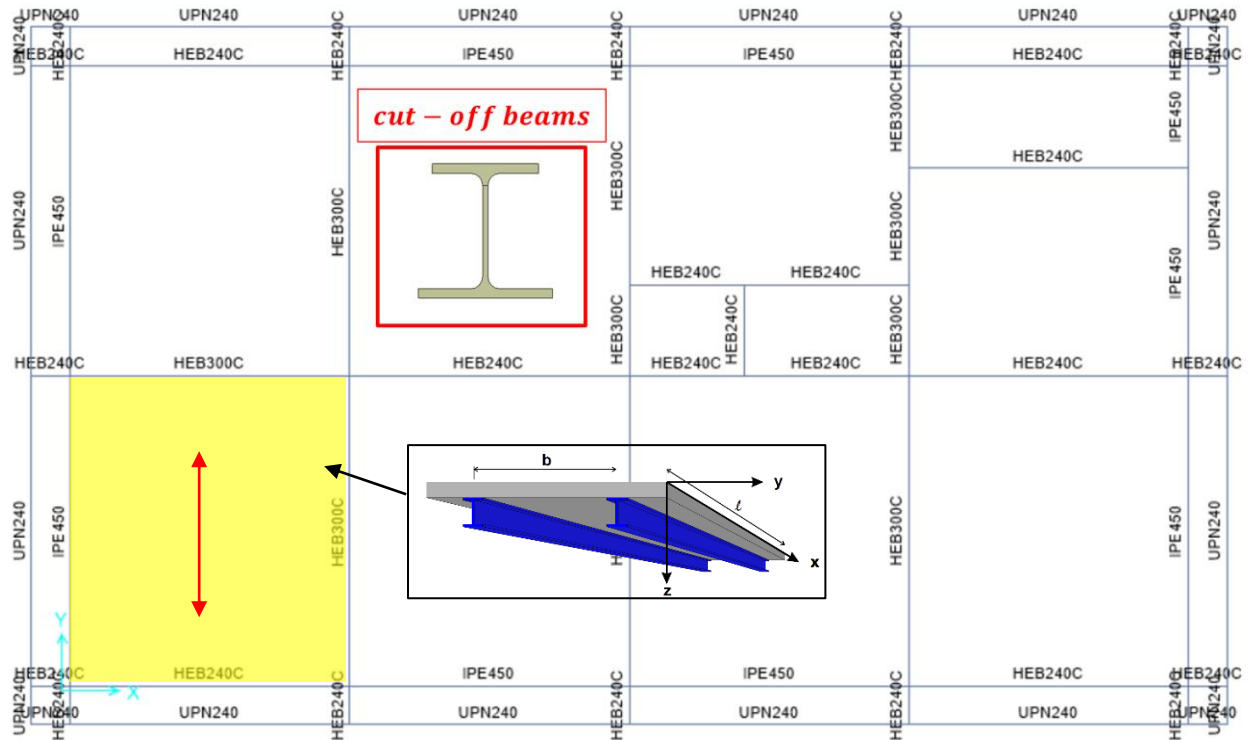


Figura 25 – Studio di una singola campata (schema di piastra ortotropa)

In tal caso, occorre valutare le inerzie della soletta in direzione trasversale e longitudinale con riferimento alla fascia di 1 metro:

$$I_y = I_{sez,G} \frac{1000}{600} = 96472302.76 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 1000 \frac{S^3}{12(1 - \nu^2)} = 36621093.75 \text{ mm}^4$$

$$f_{p.ort.} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{EI_y}{\mu l^4}} \sqrt{1 + \left[2 \left(\frac{b}{l} \right)^2 + \left(\frac{b}{l} \right)^4 \right] \frac{EI_x}{EI_y}} = 8.79 \text{ Hz}$$

$$M_{mod,p.ort.} = 0.25 \mu l = 5706 \text{ kg}$$

Tra gli approcci semplificati è presente anche il metodo di Dunkerley che permette di valutare la frequenza dell'implacato tenendo conto sia della deformabilità del solaio che delle travi su cui esso trasferisce le azioni (Figura 26).

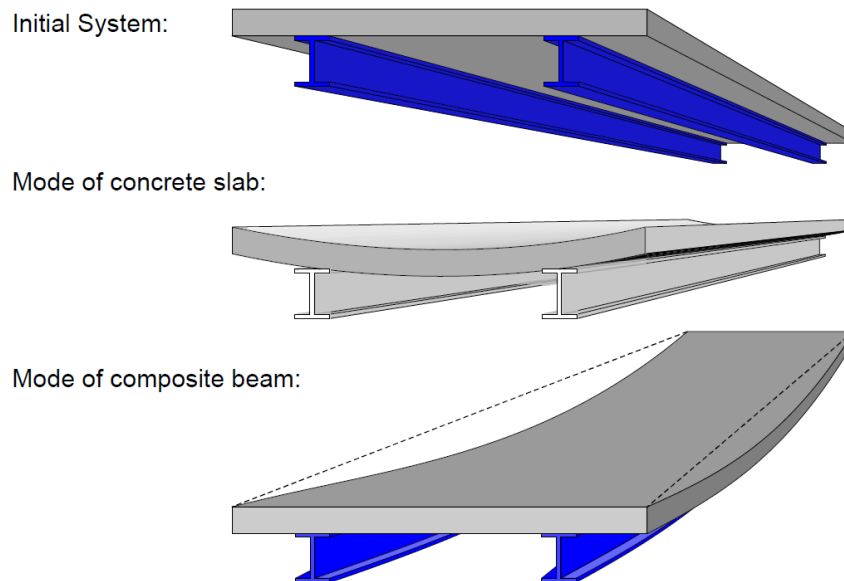


Figura 26 – Schema di riferimento del metodo di Dunkerley

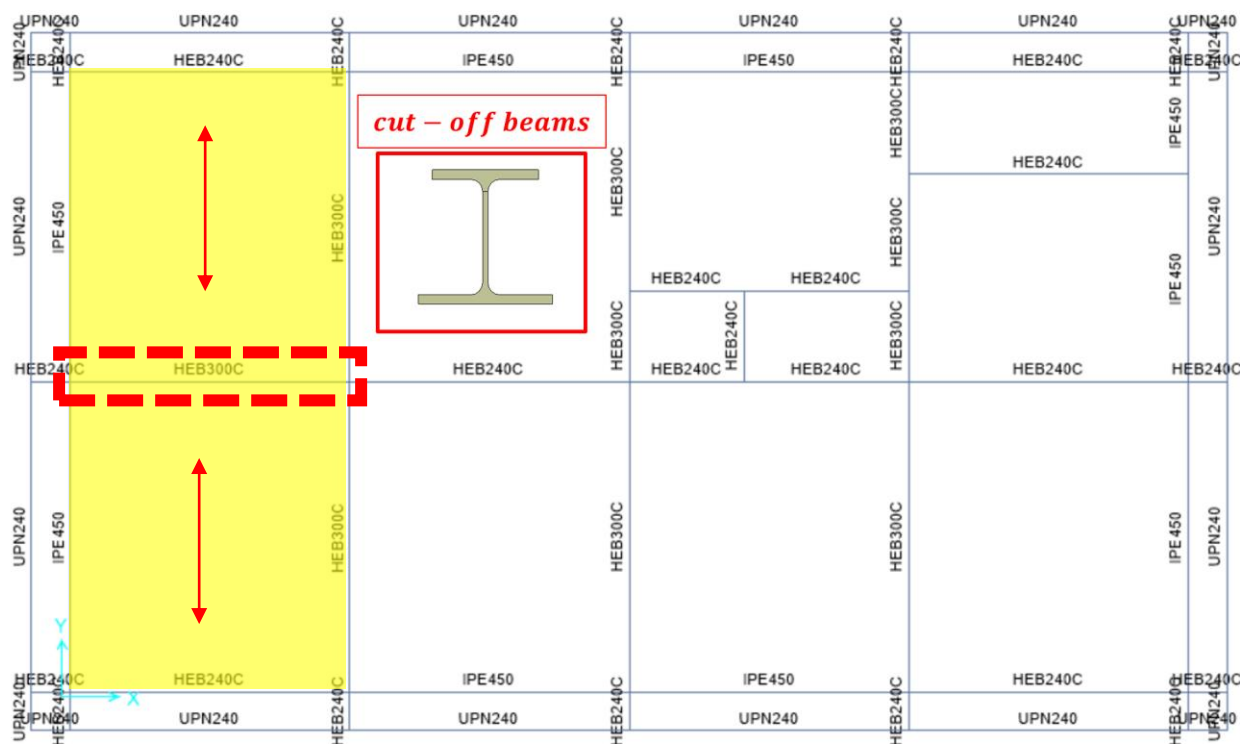


Figura 27 – Studio di due campate (metodo di Dunkerley)

Bisogna valutare l'abbassamento complessivo del solaio (evidenziato in giallo in Figura 27) e della trave (evidenziata in rosso). Il comportamento specifico della trave sarà investigato nel prossimo paragrafo; tuttavia, è ora necessario almeno introdurre la geometria (Figura 28) in modo che siano a disposizione le informazioni per ricavare l'inerzia della sezione lorda di tale elemento, utile per la valutazione della freccia.

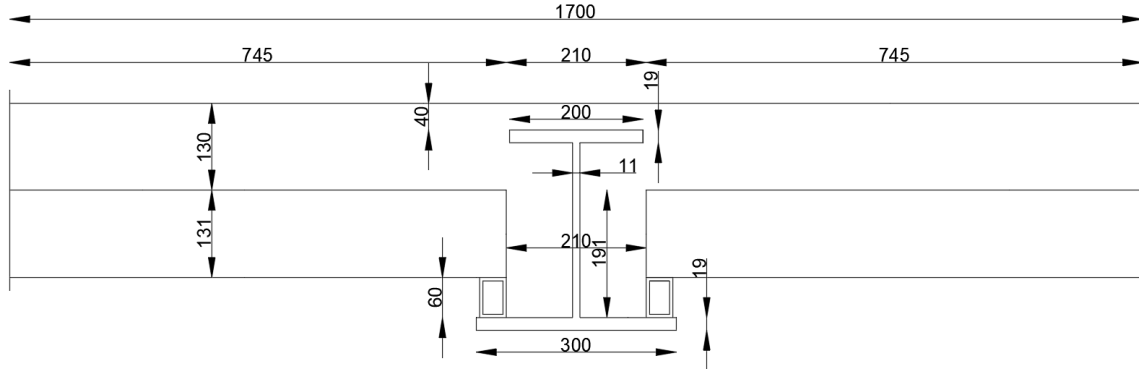


Figura 28 – Trave di riferimento

In particolare, indicando con $n_0 = \frac{E_{acc}}{E_{cm,dyn}} = 5.60$ è stato possibile definire le grandezze riportate di seguito.

Momento statico omogeneizzato calcolato rispetto al bordo superiore di calcestruzzo:

$$\begin{aligned}
 S_n &= 200 \cdot 19 \cdot \left(40 + \frac{19}{2}\right) + 11 \cdot 262 \cdot \left(40 + 19 + \frac{262}{2}\right) + 300 \cdot 19 \cdot \left(40 + 19 + 262 + \frac{19}{2}\right) \\
 &\quad - 200 \cdot 19 \cdot \left(40 + \frac{19}{2}\right) \cdot \frac{1}{n_0} - 11 \cdot 262 \cdot \left(40 + 19 + \frac{262}{2}\right) \cdot \frac{1}{n_0} + 1700 \cdot \frac{130^2}{2n_0} \\
 &\quad + 210 \cdot 191 \cdot \left(130 + \frac{191}{2}\right) \cdot \frac{1}{n_0} = 6674572.5 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Area omogeneizzata:

$$\begin{aligned}
 A_n &= 200 \cdot 19 + 11 \cdot 262 + 300 \cdot 19 - 200 \cdot 19 \cdot \frac{1}{n_0} - 11 \cdot 262 \cdot \frac{1}{n_0} + \frac{1700 \cdot 130}{n_0} + \frac{210 \cdot 191}{n_0} \\
 &= 57797.23 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Baricentro rispetto al bordo superiore del calcestruzzo:

$$y_G = \frac{S_n}{A_n} = 115.48 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 I_{G,trave} &= \left[\frac{200 \cdot 19^3}{12} + 200 \cdot 19 \cdot \left(y_G - 40 - \frac{19}{2}\right)^2 \right] \left(1 - \frac{1}{n_0}\right) + \frac{11 \cdot (y_G - 40 - 19)^3}{3} \left(1 - \frac{1}{n_0}\right) \\
 &\quad + \frac{11 \cdot (40 + 19 + 262 - y_G)^3}{3} \left(1 - \frac{1}{n_0}\right) + \frac{300 \cdot 19^3}{12} + 300 \cdot 19 \\
 &\quad \cdot (40 + 300 - y_G)^2 + 1700 \cdot \frac{y_G^3}{3n_0} + 1700 \cdot \frac{(130 - y_G)^3}{3n_0} + 210 \cdot \frac{191^3}{12n_0} \\
 &\quad + \frac{210 \cdot 191}{n_0} \left(40 + 19 + 262 - y_G - \frac{191}{2}\right)^2 = 59238708.8 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Nell'ipotesi che i solai si comportino come schemi incastrati-incastrati, mentre la trave come elemento appoggiato-appoggiato, è stato possibile ricavare l'abbassamento dell'impalcato.

Il carico agente per unità di superficie è $Q = 5.55 \text{ kN/m}^2$. Tale carico corrisponde alle seguenti azioni su trave e solaio:

- $q_{\text{solaio}} = 5.55 \text{ kN/m}$;
- $q_{\text{trave}} = Q \cdot L_{\text{influenza}} = 5.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 6.8 \text{ m} = 37.74 \text{ kN/m}$.

Pertanto, risulta:

$$\delta_{\text{solaio}} = \frac{1}{384} \frac{q_{\text{solaio}} L_{\text{solaio}}^4}{EI_{y,\text{solaio}}} = 1.53 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{trave}} = \frac{5}{384} \frac{q_{\text{trave}} L_{\text{trave}}^4}{EI_{G,\text{trave}}} = 5.28 \text{ mm}$$

L'abbassamento complessivo $\delta_{\text{comp}} = \delta_{\text{solaio}} + \delta_{\text{trave}}$ è di 6.81 mm. In accordo alla formula di Dunkerley, la frequenza si valuta come:

$$f_{\text{Dunkerley}} = \frac{18}{\sqrt{\delta_{\text{comp}}}} = 6.90 \text{ Hz}$$

$$M_{\text{mod.}} = M_{\text{complessiva}}/2 = 11412 \text{ kg}$$

Per validare i precedenti calcoli, sono state modellate le campate e le travi riportate in Figura 29 nel software SAP2000.

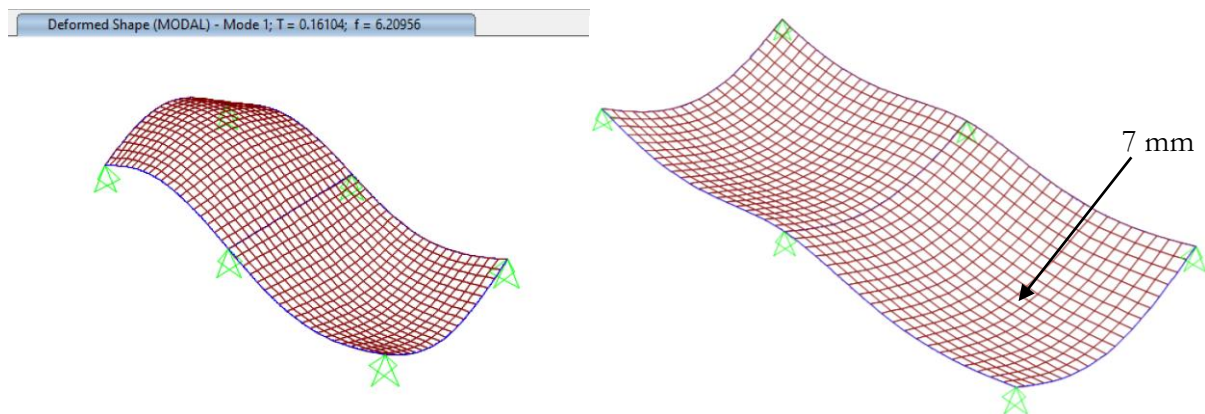


Figura 29 – Modellazione in SAP2000: analisi modale (sinistra) e deformata per carichi gravitazionali (destra)

I risultati ottenuti sono coerenti con le valutazioni analitiche riportate in questa sezione della relazione. In particolare, dalla Figura 29 si osserva che la frequenza dell'analisi modale risulta 6.20 Hz (10% inferiore rispetto alla formula di Dukerley) ed anche gli abbassamenti sono, di conseguenza simili (6.81 mm dalla formulazione analitica e 7 mm dal software). Il modello SAP2000 tiene conto con maggior accuratezza,

rispetto alle semplificazioni delle formulazioni analitiche, delle deformabilità degli elementi strutturali. È per tale ragione che la frequenza fornita dal software è di poco inferiore rispetto a quella definita dall'applicazione del metodo di Dunkerley.

In conclusione, è stato possibile definire che per il solaio in esame:

- lo smorzamento può essere assunto uguale al 4%;
- la frequenza varia tra 6.51 Hz e 10.19 Hz;
- la massa modale attivata nel caso più realistico di schema di due campate è prossima ai 10000 kg.

Le precedenti informazioni sono utili per classificare l'impalcato perché rappresentano i dati di input con cui interrogare opportuni diagrammi.

Con riferimento al caso in esame, in Figura 30 si riporta il diagramma riferito al 4% di smorzamento che viene consultato con una frequenza di 6.2 Hz (risultato del SAP) ed una massa modale di circa 10000 kg (modello di Dunkerley).

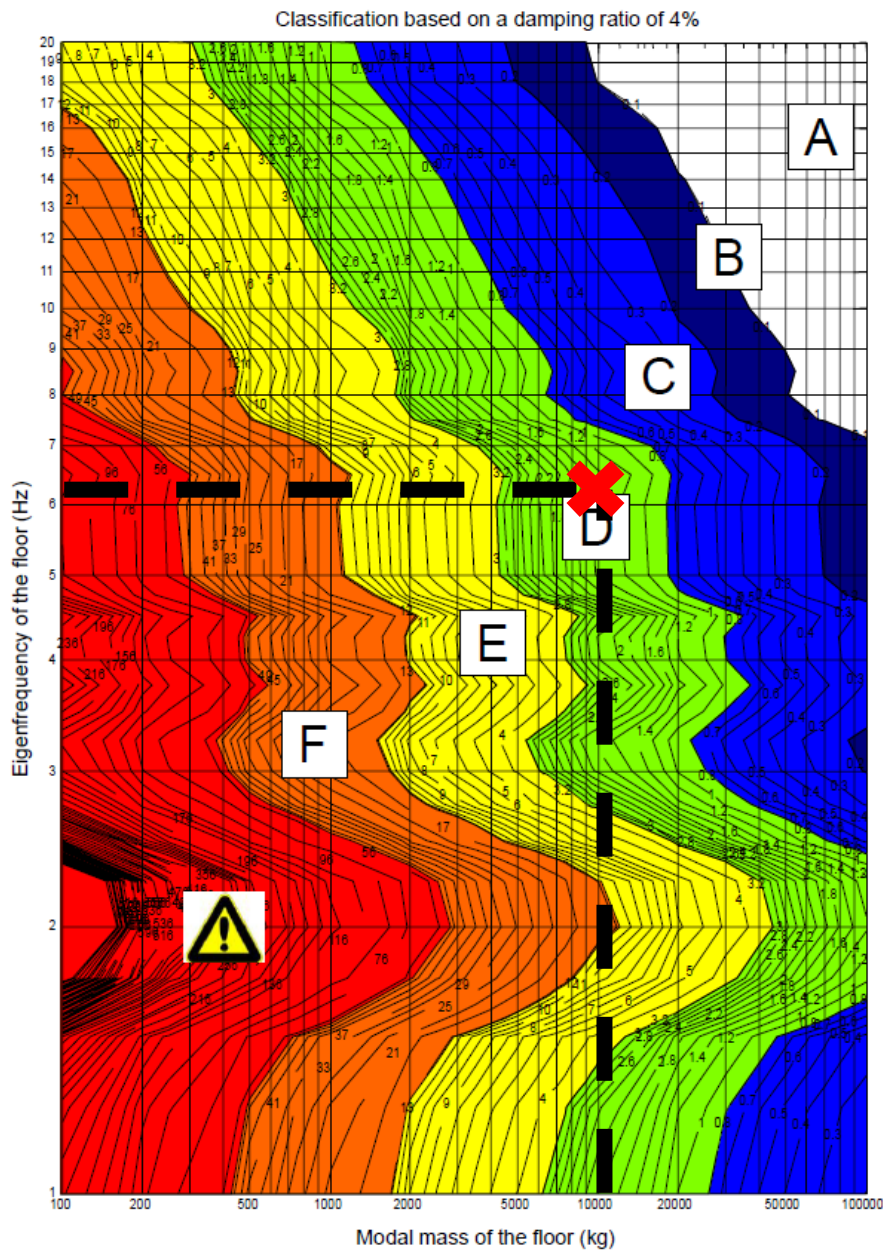


Figura 30 – Diagramma per la classificazione con smorzamento 4%

Ne risulta che il solaio in esame ricade in classe D, che, con riferimento alla destinazione d'uso per uffici, risulta essere un requisito prestazionale raccomandato dalla ricerca a cui si è fatto riferimento.

Verifica della frequenza di vibrazione dell'impalcato in termini di accelerazione

Altra modalità per valutare la funzionalità di un solaio per effetto delle vibrazioni consiste nel confrontare un'accelerazione generata per effetto delle vibrazioni indotte dagli occupanti rispetto ad un'accelerazione limite correlata ad una frequenza tale da indurre situazioni di disagio per gli utenti. L'accelerazione

percepibile dipende dalla direzione di incidenza rispetto al corpo umano, e per questo motivo è necessario riferirsi al sistema di coordinate baricentriche mostrato in Figura 31 (l'asse z corrisponde alla direzione della spina dorsale umana).

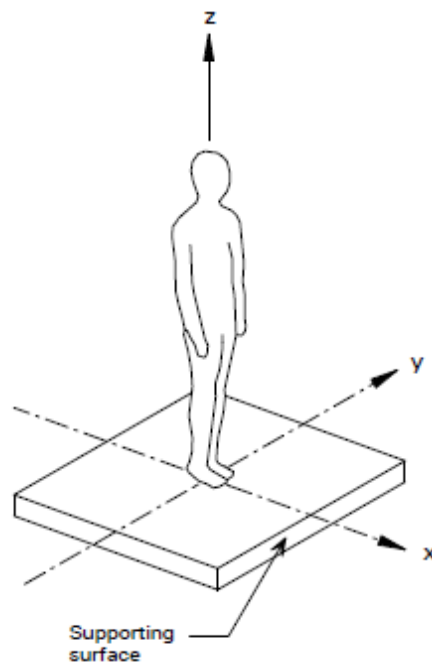


Figura 31 – Sistema di riferimento

La procedura da seguire è riportata in Figura 32.

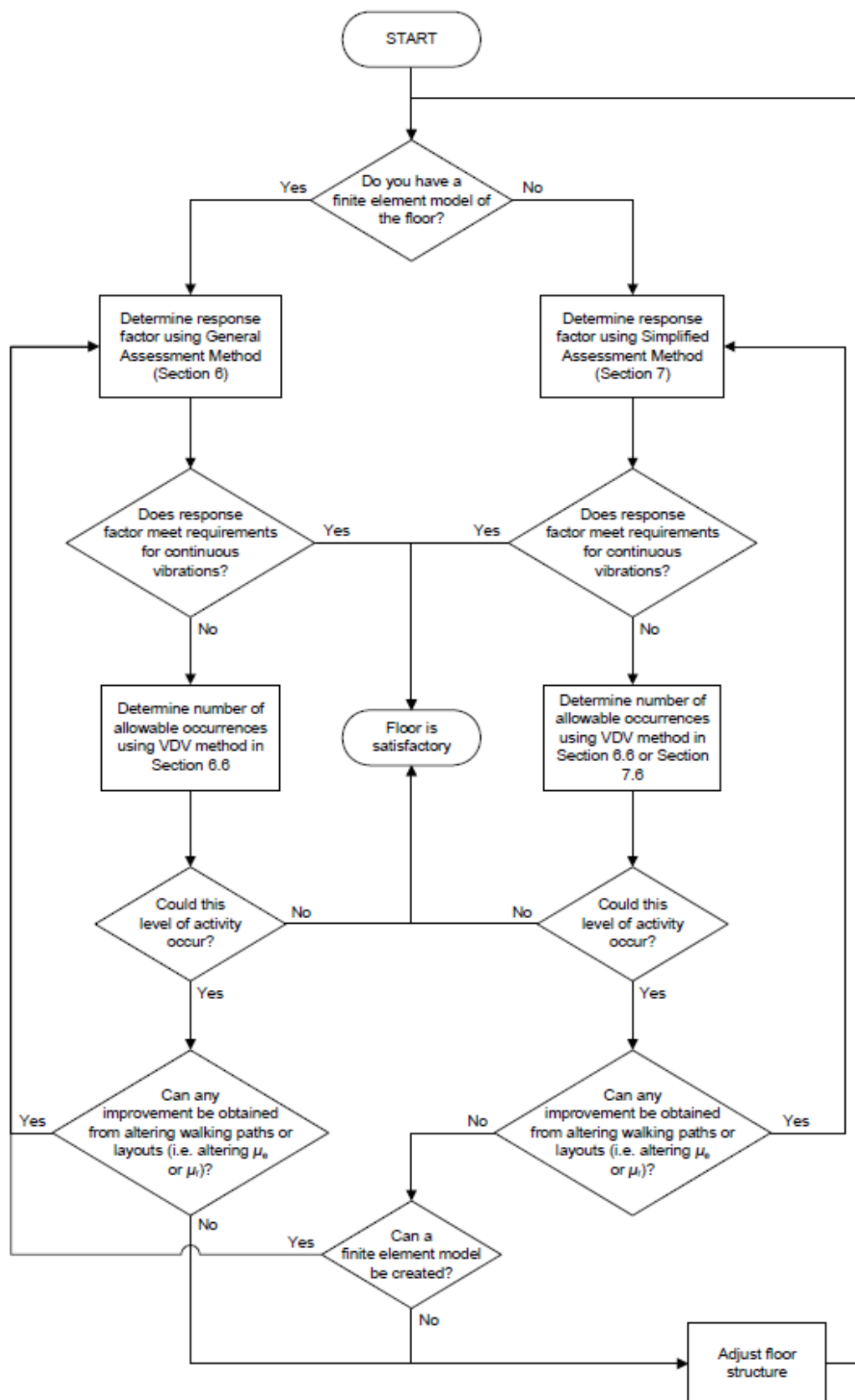


Figura 32 – Procedura di verifica

Per eseguire la verifica occorre conoscere oltre alle caratteristiche geometriche e meccaniche dell'impalcato, anche la sua frequenza di vibrazione. In tal caso si fa riferimento allo schema in Figura 33.

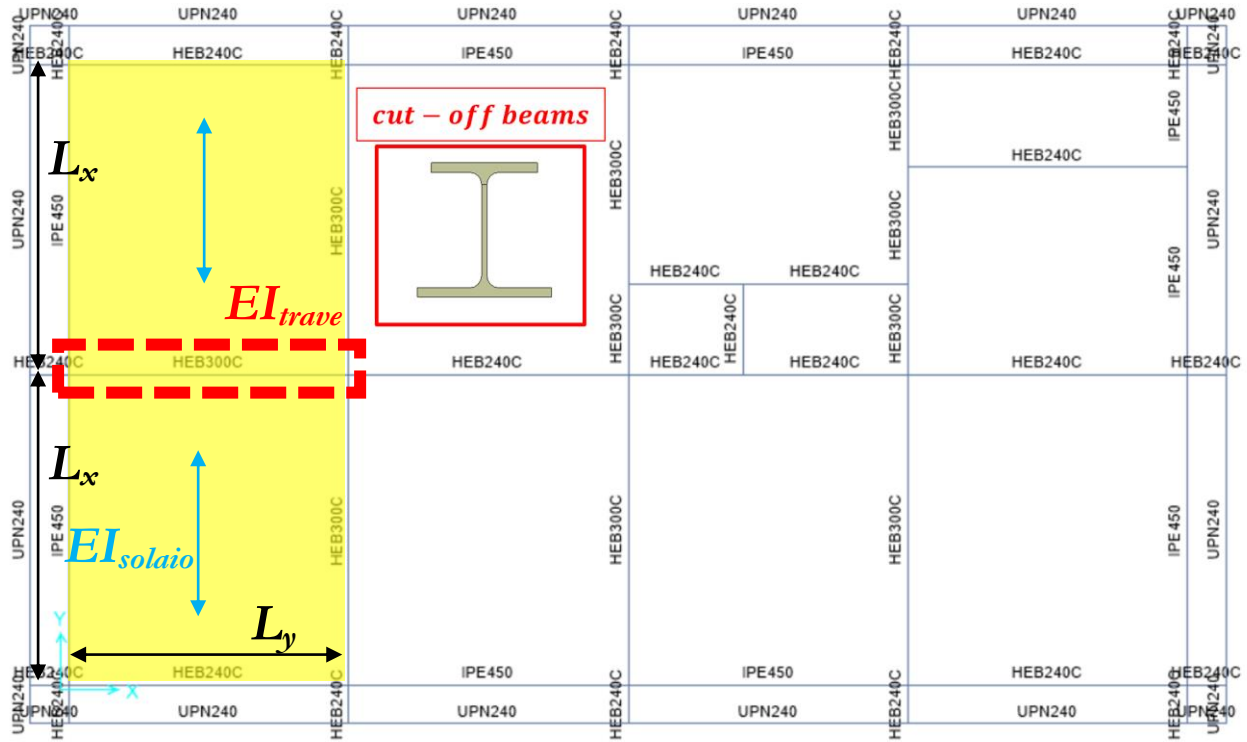


Figura 33 – Studio di due campate (metodo di Dunkerley)

Si considerano 2 campate e si fa riferimento alla frequenza più conservativa fornita dal SAP2000, pari a 6.20 Hz. A questo punto occorre valutare la massa modale attiva:

$$M_{mod} = m \cdot S_{eff} \cdot L_{eff}$$

Si consideri: $L_x = 6.8 \text{ m}$, $f_0 = 6.20 \text{ Hz}$, $m = 555 \text{ kg/m}^2$, $E = 210000 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, $I_{trave} = 59238708.8 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4$, $I_{solaio} = 96472302.76 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4$

$$L_{eff} = 1.09 \left(\frac{EI_{trave}}{m L_x f_0^2} \right)^{1/4} = 3.32 \text{ m} < 6.0475 \text{ m} = L_y$$

$$S_{eff} = 2.25 \left(\frac{EI_{solaio}}{m f_0^2} \right)^{1/4} = 12.49 \text{ m} < 13.60 \text{ m} = 2L_x$$

$$M_{mod} = m \cdot S_{eff} \cdot L_{eff} = 22993.14 \text{ kg}$$

Tale massa modale corrisponde a circa il 50% della massa applicata sulle due campate.

Sapendo che la frequenza è compresa tra 3 Hz e 10 Hz, l'accelerazione quadratica media si calcola come:

$$a_{w,rms} = \mu_e \mu_r \frac{0.1Q}{2\sqrt{2}M\zeta} W\rho = 0.0287 \text{ m/s}^2$$

μ_e e μ_r sono coefficienti normalizzati legati all'eccitazione ed alla risposta del solaio; in tal caso sono entrambi uguali ad uno, $\zeta = 0.04$ è lo smorzamento, $Q = 746 \text{ N}$ rappresenta il peso di una persona, $M = M_{mod} = 22993.14 \text{ kg}$ è la massa modale, $\rho = 1 - e^{\left(\frac{-2\pi\zeta L_p f_p}{v}\right)} = 0.999$ è legato alla risonanza del sistema, $L_p = 25 \text{ m}$ è la lunghezza della distanza che una persona può percorrere in pianta, $f_p = 2 \text{ Hz}$ è la frequenza indotta dall'andatura di una persona, $v = 1.67f_p^2 - 4.83f_p + 4.5 = 1.52 \text{ m/s}$ è la velocità di una persona, W è un fattore uguale ad 1 per frequenze comprese tra 5 Hz e 16 Hz. A questo punto si calcola il fattore di risposta:

$$R = \frac{a_{w,rms}}{0.005} = 5.73$$

R rappresenta il limite al valore di calcolo dei fattori di risposta. Il valore ottenuto va confrontato con dei valori limite che dipendono dalle funzioni svolte in quella struttura (Tabella 19).

Tabella 19 - Fattori limite di R in accordo alla normativa BS6472

Place	Time	Multiplying factor for exposure to continuous vibration	Impulsive vibration excitation with up to 3 occurrences
		16 h day 8 h night	
Critical working areas (e.g., hospital operating theatres)	Day	1	1
	Night	1	1
Residential	Day	2 to 4	60 to 90
	Night	1.4	20
Office	Day	4	128
	Night	4	128
Workshops	Day	8	128
	Night	8	128

Con riferimento al caso in esame risulta:

$$R = 5.73 > 4.00 = R_{lim}$$

Il procedimento applicato fino ad ora fa riferimento al caso di vibrazioni continue sull'impalcato, condizione rara e quindi scenario peggiore per la valutazione della funzionalità di un impalcato. Pertanto, tale approccio fornisce una strategia progettuale conservativa, utile nella rapida stima della risposta del solaio. Se la verifica non risulta soddisfatta, occorre procedere alla verifica in termini di vibrazioni intermittenti (VDV). In questo caso con riferimento ad un utilizzo della struttura per 16 ore al giorno ed assumendo una ridotta probabilità di occorrenza di situazioni che possano creare disagi agli utenti, si assume un limite di VDV uguale a 0.3, in accordo alla Tabella 20.

Tabella 20 - Valori limite per vibrazioni intermittenti (VDV)

Place	Low probability of adverse comment	Adverse comment possible	Adverse comment probable
buildings 16 h day	0.2 to 0.4	0.4 to 0.8	0.8 to 1.6
buildings 8 h night	0.13	0.26	0.51

Si calcola il tempo impiegato da una persona per percorrere la distanza L_p ad una velocità v :

$$T_a = \frac{L_p}{v} = 16.45 \text{ s}$$

A questo punto è possibile ricavare il numero di volte che una persona deve coprire il percorso di lunghezza L_p alla velocità v nell'arco delle 16 ore:

$$n_a = \frac{1}{T_a} \left[\frac{VDV}{0.68 a_{w,rms}} \right]^4 = 3405$$

Ciò corrisponde a 213 passaggi all'ora, una quantità eccessiva per le poche persone che nell'arco di un'ora lavorano in un ufficio.

8. TRAVI SECONDARIE DI TIPO CoSFB (Composite Slim Floor Beam)

I solai Cofradal 260 progettati nella precedente sezione trasferiscono i carichi a travi secondarie anch'esse concepite in accordo ad una soluzione composta acciaio-calcestruzzo. Anche tali elementi rappresentano una soluzione proposta e brevettata da Arcelor Mittal e sono commercializzate come travi di tipo CoSFB (Composite Slim Floor Beams). La peculiarità delle travi CoSFB è che esse consistono in travi composte acciaio-calcestruzzo con il profilo in acciaio annegato nello spessore del solaio; inoltre, la sezione in acciaio a doppio T ha la particolarità di avere la flangia superiore dotata di una minore larghezza rispetto alla flangia inferiore (per tale motivo si ricorre al termine cut-off; tale dettaglio è riportato in Figura 34). Quando necessario, ovvero in quelle occasioni in cui il profilo in acciaio ecceda l'altezza del solaio, è possibile ricorrere ad opportuni profili tubolari installati in corrispondenza della flangia inferiore del CoSFB in modo che fungano da appoggi per il Cofradal260 (Figura 34).

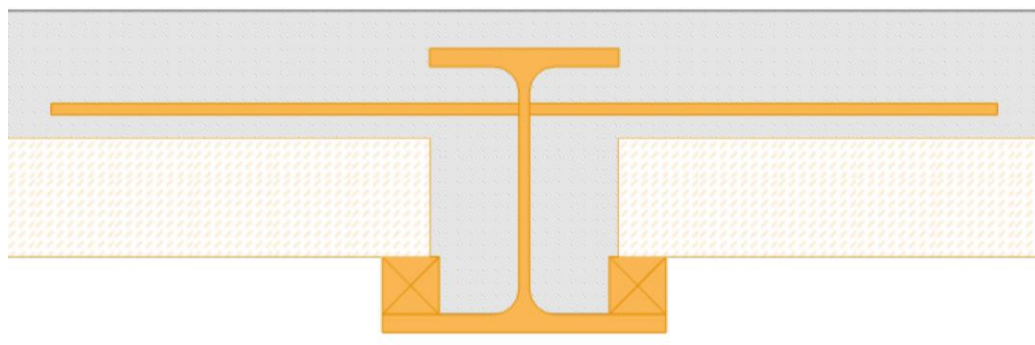


Figura 34 – Trave CoSFB

Tali travi sono progettate per appartenere a telai non sismo-resistenti e, per tale ragione, sono schematizzate tramite travi semplicemente appoggiate in corrispondenza delle loro estremità. Tale comportamento è ricreato tramite l'utilizzo di connessioni a squadretta per collegare tali travi con altri elementi strutturali, che siano colonne o altre travi.

Con riferimento al progetto in esame, si è deciso di far ricorso a due tipologie di travi CoSFB caratterizzate da profili in acciaio di tipo HEB300_cut-off e HEB240_cut-off.

Nel seguito si riportano le principali verifiche relative al comportamento statico di tali membrature. La validazione di tali risultati è effettuata ricorrendo al software CoSFB sviluppato da Arcelor Mittal. Per maggiori informazioni riguardo i risultati ottenuti con il software CoSFB si rimanda in appendice.

Trave CoSFB HEB300_cutoff

Per la verifica del comportamento statico di tale tipologia di trave, si fa riferimento alla trave più sollecitata nello schema adottato in fase progettuale (Figura 35).

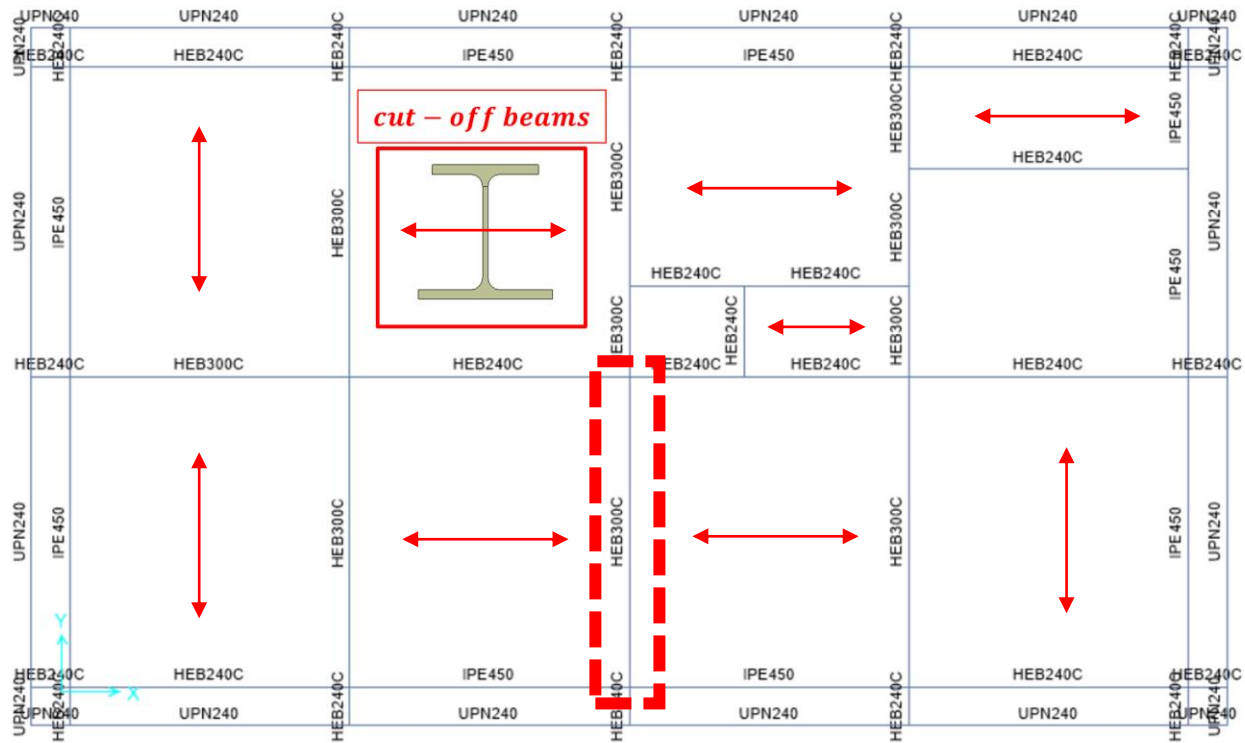


Figura 35 – Trave CoSFB HEB300_cut-off più sollecitata

In particolare, siccome su tale trave vengono trasferiti i carichi dei solai adiacenti, in accordo a quanto definito dalle NTC2018, la larghezza della sezione efficace di tale schema composto deve essere valutata

$$\text{come } \frac{L_{\text{span}}}{8} + \frac{L_{\text{span}}}{8} = \left(\frac{6800}{8} + \frac{6800}{8} \right) \text{ mm} = 1700 \text{ mm}.$$

Le caratteristiche geometriche della trave in esame sono riportate in Figura 36.

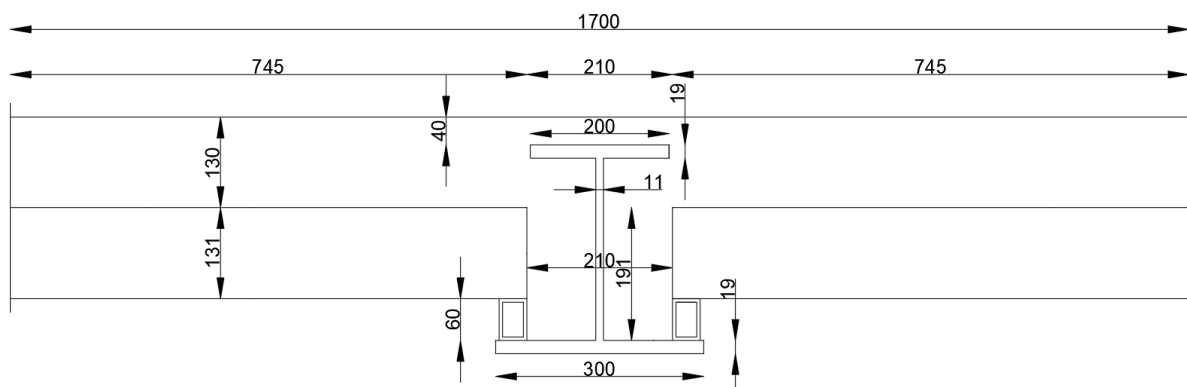


Figura 36 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB300_cut-off più sollecitata

Anche in questo caso occorre verificare che tale elemento strutturale soddisfi le verifiche in condizioni ultime ed in esercizio.

Dal momento che lo schema statico di riferimento è quello di una trave appoggiata-appoggiata, le verifiche di resistenza in condizioni ultime consistono nel controllare che la trave sia in grado di sopportare il massimo momento flettente ed il massimo taglio.

Di seguito si riportano informazioni circa le proprietà geometriche (Tabella 21), dei materiali (Tabella 22) dei carichi agenti (Tabella 23).

Tabella 21 - Caratteristiche geometriche della sezione

Geometria	
L_{cls1} (mm) =	1700.00
L_{cls2} (mm) =	210.00
h_{cls1} (mm) =	70.00
h_{cls2} (mm) =	60.00
h_{cls3} (mm) =	191.00
$h_{cls,ricopr}$ (mm) =	40.00
h_{acc} (mm) =	300.00
$b_{f,sup}$ (mm) =	200.00
$b_{f,inf}$ (mm) =	300.00
t_f (mm) =	19.00
t_w (mm) =	11.00
h_{web} (mm) =	262.00
h_{tub} (mm) =	60.00
b_{tub} (mm) =	40.00
L_{span} (mm) =	6800.00
$B_{effective}$ (mm) =	6047.50
A_{acc} (mm ²) =	12382.00

Tabella 22 - Caratteristiche meccaniche dei materiali

Materiali	
f_{ck} (MPa) =	35.00
E_{acc} (MPa) =	210000.00
E_{cls} (MPa) =	34077.15
f_{cd} (MPa) =	23.33
f'_{cd} (MPa) =	19.83
f_{ad} (MPa) =	328.57
n_0 =	6.16
n =	15.41

Tabella 23 - Carichi derivanti dai solai

Carichi	
$Q_{ULS} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	11.14
$Q_{SLS} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	8.10
$Q_{acc} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	3.00

Si precisa che i carichi riportati in Tabella 23 fanno riferimento ad azioni per unità di superficie agenti in corrispondenza degli impalcati. Tuttavia, come prescritto da Arcelor Mittal, in corrispondenza delle travi CoSFB è necessario incrementare l'altezza della soletta in calcestruzzo dei solai che scaricano sulla trave in esame per una larghezza almeno pari alla larghezza efficace della sezione resistente della trave. Pertanto, nella valutazione dei carichi per unità di lunghezza agenti sulla trave, occorrerà tener conto:

- di un incremento del 25% della sollecitazione dal momento che la trave in esame risulta essere l'appoggio intermedio di uno schema di trave continua su tre appoggi;
- del peso proprio della trave in acciaio;
- del peso aggiuntivo del calcestruzzo all'interno del quale la trave risulta essere inglobata.

Pertanto, il carico per unità di lunghezza agente sulla trave può essere valutato come:

$$q_{max,ULS} = 1.25 \cdot Q_{ULS} \cdot B_{effective} + 1.3 \cdot L_{cls1} \cdot h_{cls1} \cdot \gamma_{cls} + 1.3 \cdot L_{cls2} h_{cls3} \cdot \gamma_{cls} + 1.3 \cdot A_{acc} \cdot \gamma_{acc} + 1.3 \cdot P_{tubolari}$$

$$q_{max,ULS} = 88.59 \text{ kN/m}$$

Nella precedente equazione Q_{ULS} è il carico per unità di superficie in condizioni ultime dell'impalcato del piano tipo, $B_{effective}$ è la larghezza della fascia di solai che trasferisce i carichi alla trave in esame, γ_{cls} è il peso per unità di volume del calcestruzzo, γ_{acc} è il peso per unità di volume dell'acciaio, A_{acc} è l'area del profilo in acciaio $P_{tubolari}$ è il peso dei tubolari.

In maniera analoga, la freccia deve essere valutata con riferimento ai carichi per unità di superficie Q_{SLS} :

$$q_{max,freccia} = 1.25 \cdot Q_{SLS} \cdot B_{effective} + L_{cls1} \cdot h_{cls1} \cdot \gamma_{cls} + L_{cls2} h_{cls3} \cdot \gamma_{cls} + A_{acc} \cdot \gamma_{acc} + P_{tubolari}$$

$$q_{max,freccia} = 64.64 \text{ kN/m}$$

La norma richiede anche di valutare la freccia dovuta all'effetto dell'applicazione del solo sovraccarico accidentale Q_{acc} :

$$q_{var,freccia} = 1.25 \cdot Q_{acc} \cdot B_{effective}$$

$$q_{var,freccia} = 22.68 \text{ kN/m}$$

Definiti i carichi in condizioni ultime e di esercizio, è ora possibile valutare le corrispondenti sollecitazioni e le resistenze della sezione.

Verifica in condizioni ultime

Si ipotizza che:

- la sezione sia caratterizzata da calcestruzzo fessurato in zona tesa;
- vi sia completa interazione tra calcestruzzo ed acciaio;
- l'asse neutro ricada all'interno della flangia superiore (distanza compresa tra 40 e 59 mm dal bordo superiore della soletta in calcestruzzo come mostrato in Figura 37).

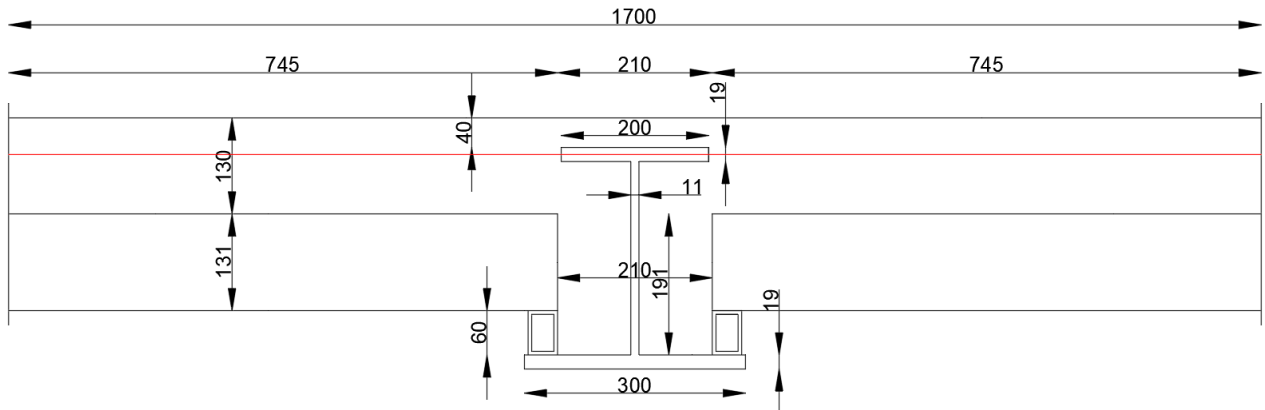


Figura 37 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB300_cut-off con ipotesi sulla profondità dell'asse neutro

Si indica con il parametro x la distanza tra l'asse neutro ed il bordo superiore della soletta in calcestruzzo. In particolare, tale grandezza viene definita uguagliando a zero l'equazione di equilibrio alla traslazione:

$$A_{cls}f'_{cd} + A_{acc,compr}f_{ad} - A_{acc,teso}f_{ad} = 0$$

A_{cls} è l'area del calcestruzzo compresso, f'_{cd} è la resistenza di progetto del calcestruzzo compresso, f_{ad} è la tensione di progetto dell'acciaio, $A_{acc,compr}$ rappresenta l'area compressa del profilo a doppio T, mentre $A_{acc,teso}$ ne rappresenta l'area tesa.

Si è fatto ricorso ad un procedimento automatico di azzeramento della precedente equazione di equilibrio alla traslazione facendo variare x . Alla fine di tale procedura è stato possibile definire:

$$x = 56.87 \text{ mm}$$

$$A_{cls} = L_{cls1}x - b_{fsup}(x - h_{ricopr}) = 93310.79 \text{ mm}^2$$

$$A_{acc,compr} = b_{fsup}(x - h_{ricopr}) = 3374.77 \text{ mm}^2$$

$$A_{acc,teso} = A_{acc} - A_{acc,compr} = 9007.23 \text{ mm}^2$$

Con riferimento ai risultati ottenuti, le ipotesi sono rispettate e pertanto è possibile calcolare il momento resistente della trave composta in esame:

$$\begin{aligned}
M_{Rd} = & \left[\frac{L_{cls1} x^2}{2} - \frac{b_{fsup}(x - h_{ricopr})^2}{2} \right] f'_{cd} \\
& + \left[\frac{b_{fsup}(x - h_{ricopr})^2}{2} + \frac{b_{fsup}(h_{ricopr} + t_f - x)^2}{2} \right. \\
& + t_w h_{web} \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f - \frac{h_{web}}{2} \right) \\
& \left. + b_{finf} t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right) \right] f_{ad} = 702.00 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Il momento flettente sollecitante risulta:

$$M_{Ed} = q_{max,ULS} \frac{L_{trave}^2}{8} = 512.07 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica in termini di momento flettente in condizioni ultime risulta essere rispettata.

Invece, il massimo taglio sollecitante è:

$$V_{Ed} = \frac{q_{max,ULS} L_{trave}}{2} = 301.20 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente del solo profilo a doppio T in acciaio risulta:

$$V_{Rd} = \frac{[A_{acc} - (b_{fsup} + b_{finf})t_f + (2r + t_w)t_f]f_{yk}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} = 843.82 \text{ kN}$$

Pertanto, anche con riferimento al taglio la verifica in condizioni ultime risulta essere rispettata.

In Figura 38 si riportano le principali verifiche in termini di massimo momento flettente e massimo taglio ottenuti tramite modellazione della trave in esame con il software CoSFB.

Internal forces and resistances for the critical section

$M_{Ed} =$	461.62 kNm	$\leq$	743.11 kNm =	$M_{pl,Rd,red,\Gamma}$	(Ok)
$V_{Ed} =$	271.54 kN	$\leq$	944.69 kN =	$V_{pl,Rd}$	(Ok)

Calculation of $M_{pl,Rd,red}$ based on strain, for full connection

(Root radii are not taken into account here)

Figura 38 – Verifiche in condizioni ultime (software CoSFB)

Dal momento che il software definisce in maniera automatica i pesi propri strutturali dei solai che scaricano sulla trave e non tiene conto dell'incremento del 25% della delle azioni risultanti dal fatto che la trave in esame è l'appoggio intermedio di uno schema di trave continua su tre appoggi, è possibile osservare delle minime differenze (massimo del 10%) tra azioni sollecitanti valutate analiticamente e calcolate con il software. Stesso scarto si osserva con riferimento alle caratteristiche della sollecitazione

resistenti. Tali minime differenze permettono di validare le formulazioni analitiche applicate in tale paragrafo.

Verifica in condizioni di servizio

In esercizio ed a tempo infinito si verifica che l'inflessione della trave rispetti i limiti di normativa. In particolare, occorre verificare che la freccia massima sia inferiore a $L_{trave}/250$; inoltre la norma richiede che l'inflessione dovuta ai carichi variabili sia inferiore a $L_{trave}/300$ (Tabella 24).

A tempo infinito, si assume un coefficiente di omogeneizzazione calcolato come:

$$n = 2.5 \frac{E_{acciaio}}{E_{cls}} = 2.5 \cdot n_0 = 2.5 \cdot 6.16 = 15.41$$

Anche in tal caso occorre definire l'inerzia della sezione composta, nell'ipotesi che il calcestruzzo in zona tesa sia non reagente a trazione e che l'asse neutro (x) disti più di 130 mm dal bordo compresso di calcestruzzo (Figura 39).

Tabella 24 - Limiti di inflessione in servizio

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

$$\begin{aligned}
I_{n,acc} &= b_{fsup} \frac{t_f^3}{12} + b_{fsup} t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right)^2 + t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^3}{3} \\
&+ t_w \frac{(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f)^3}{3} + b_{finf} \frac{t_f^3}{12} + b_{finf} t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right)^2 \\
&= 273520149.24 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

Ne risulta:

$$I_n = \frac{I_{cls}}{n} + I_{acc} = 359660311.54 \text{ mm}^4$$

Nota l'inerzia, è possibile ricavare la freccia della trave in condizioni di servizio e verificare che non ecceda il limite di norma.

$$d_{SLS,max} = \frac{5}{384} q_{max,freccia} \frac{L_{trave}^4}{E_{acc} I_n} = 23.83 \text{ mm} < 27.20 \text{ mm} = \frac{L_{trave}}{250} = d_{limite,max}$$

La normativa richiede anche di verificare il soddisfacimento della seguente relazione:

$$d_{SLS,var} = \frac{5}{384} q_{var,freccia} \frac{L_{trave}^4}{E_{acc} I_n} = 8.36 \text{ mm} < 22.67 \text{ mm} = \frac{L_{trave}}{300} = d_{limite,2}$$

Anche in tal caso occorre confrontare la massima inflessione computata analiticamente con il medesimo valore fornito dal software CoSFB (Figura 40). È possibile osservare che lo scarto è nell'ordine del 2%, quantità accettabile per dimostrare la validità della procedura proposta.

Deflections per combination

Eurocode Combination SLS

N°1 (short term) 1.00 G + 1.00 Q₁ V_{max} = 1.63 cm (L/416)

N°1 (long term) 1.00 G + 1.00 Q₁ + f_{s,∞} V_{max} = 2.44 cm (L/278)

f_{C1, t=∞} - f_{C1, t=0} = 1 cm

N°2 (short term) 1.00 G + 1.00 Q₁ V_{max} = 1.63 cm (L/416)

N°2 (long term) 1.00 G + 1.00 Q₁ + f_{s,∞} V_{max} = 2.44 cm (L/278)

f_{C2, t=∞} - f_{C2, t=0} = 1 cm

Max. criterion for local deflection in a-a section (see critical sections in specification): f_{max} = 0.11 mm ≤ 1.5 mm

Max. criterion for local deflection in c-c section (see critical sections in specification): f_{max} = mm

Figura 40 – Verifiche di deformabilità (software CoSFB)

Trave CoSFB HEB240_cutoff_n.1

Per la verifica del comportamento statico di tale tipologia di trave, si fa riferimento alla trave più sollecitata nello schema adottato in fase progettuale (Figura 41).

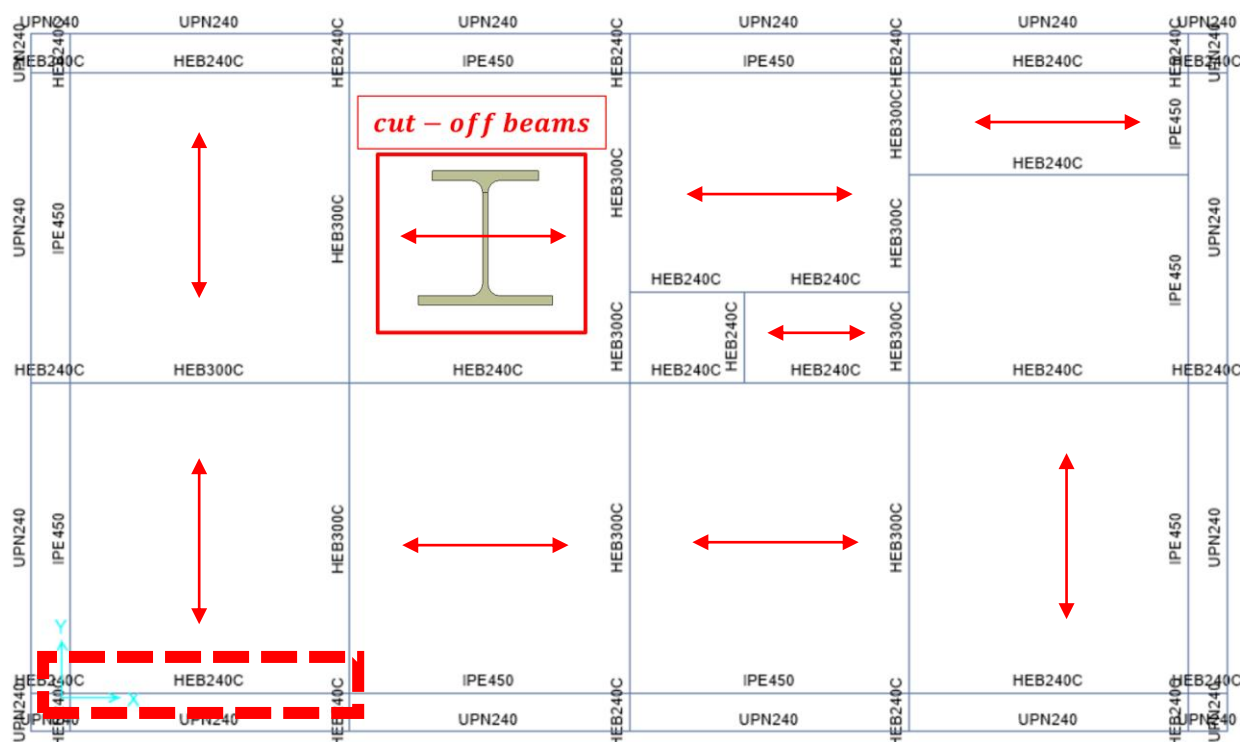


Figura 41 – Trave CoSFB HEB240_cut-off

In particolare, siccome su tale trave vengono trasferiti i carichi di un solaio e di uno sbalzo, in accordo a quanto definito dalle NTC2018, la larghezza della sezione efficace di tale schema composto deve essere

valutata come $\frac{L_{span}}{8} + L_{sbalzo} = \left(\frac{6800}{8} + 600 \right) mm = 1450 mm$.

Le caratteristiche geometriche della trave in esame sono riportate in Figura 42.

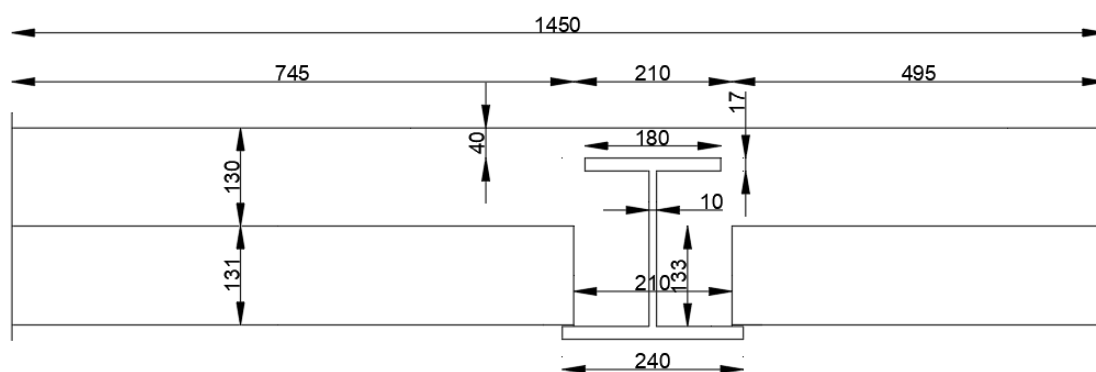


Figura 42 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB240_cut-off

Anche in questo caso occorre verificare che tale elemento strutturale soddisfi le verifiche in condizioni ultime ed in esercizio.

Dal momento che lo schema statico di riferimento è quello di una trave appoggiata-appoggiata, le verifiche di resistenza in condizioni ultime consistono nel controllare che la trave sia in grado di sostenere il massimo momento flettente ed il massimo taglio.

Di seguito si riportano informazioni circa le proprietà geometriche (Tabella 25), dei materiali (Tabella 26) dei carichi agenti (Tabella 27).

Tabella 25 - Caratteristiche geometriche della sezione

Geometria	
L_{cls1} (mm) =	1450.00
L_{cls2} (mm) =	210.00
h_{cls1} (mm) =	70.00
h_{cls2} (mm) =	60.00
h_{cls3} (mm) =	133.00
$h_{cls,ricopr}$ (mm) =	40.00
h_{acc} (mm) =	240.00
$b_{f,sup}$ (mm) =	180.00
$b_{f,inf}$ (mm) =	240.00
t_f (mm) =	17.00
t_w (mm) =	10.00
h_{web} (mm) =	206.00
h_{tub} (mm) =	0.00
b_{tub} (mm) =	0.00
L_{span} (mm) =	6047.50
$B_{effective}$ (mm) =	4000.00
A_{acc} (mm²) =	9200.00

Tabella 26 - Caratteristiche meccaniche dei materiali

Materiali	
f_{ck} (MPa) =	35.00
E_{acc} (MPa) =	210000.00
E_{cls} (MPa) =	34077.15
f_{cd} (MPa) =	23.33
f'_{cd} (MPa) =	19.83
f_{ad} (MPa) =	328.57
n_0 =	6.16
n =	15.41

Tabella 27 - Carichi derivanti dai solai

Carichi	
$Q_{SLU} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	11.14
$Q_{SLE} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	8.10
$Q_{acc} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	3.00

Si precisa che i carichi riportati in Tabella 27 fanno riferimento ad azioni per unità di superficie agenti in corrispondenza degli impalcati. Tuttavia, come prescritto da Arcelor Mittal, in corrispondenza delle travi CoSFB è necessario incrementare l'altezza della soletta in calcestruzzo dei solai che scaricano sulla trave in esame per una larghezza almeno pari alla larghezza efficace della sezione resistente della trave. Pertanto, nella valutazione dei carichi per unità di lunghezza agenti sulla trave, occorrerà tener conto:

- del peso proprio della trave in acciaio;
- del peso aggiuntivo del calcestruzzo all'interno del quale la trave risulta essere inglobata.

Pertanto, il carico per unità di lunghezza agente sulla trave può essere valutato come:

$$q_{max,ULS} = Q_{ULS} \cdot B_{effective} + 1.3 \cdot L_{cls1} \cdot h_{cls1} \cdot \gamma_{cls} + 1.3 \cdot L_{cls2} h_{cls3} \cdot \gamma_{cls} + 1.3 \cdot A_{acc} \cdot \gamma_{acc} + P_{facciata}$$

$$q_{max,ULS} = 53.67 \text{ kN/m}$$

Nella precedente equazione Q_{ULS} è il carico per unità di superficie in condizioni ultime dell'impalcato del piano tipo, $B_{effective}$ è la larghezza della fascia di solai che trasferisce i carichi alla trave in esame, γ_{cls} è il peso per unità di volume del calcestruzzo, γ_{acc} è il peso per unità di volume dell'acciaio, A_{acc} è l'area del profilo in acciaio $P_{facciata}$ è il peso degli elementi della facciata.

In maniera analoga, la freccia deve essere valutata con riferimento ai carichi per unità di superficie Q_{SLS} :

$$q_{max,freccia} = Q_{SLS} \cdot B_{effective} + L_{cls1} \cdot h_{cls1} \cdot \gamma_{cls} + L_{cls2} h_{cls3} \cdot \gamma_{cls} + A_{acc} \cdot \gamma_{acc} + P_{facciata}$$

$$q_{max,freccia} = 39.41 \text{ kN/m}$$

La norma richiede anche di valutare la freccia dovuta all'effetto dell'applicazione del solo sovraccarico accidentale Q_{acc} :

$$q_{var,freccia} = Q_{acc} \cdot B_{effective}$$

$$q_{var,freccia} = 32.40 \text{ kN/m}$$

Definiti i carichi in condizioni ultime e di esercizio, è ora possibile valutare le corrispondenti sollecitazioni e le resistenze della sezione.

Verifica in condizioni ultime

Si ipotizza che:

- la sezione sia caratterizzata da calcestruzzo fessurato in zona tesa;
- vi sia completa interazione tra calcestruzzo ed acciaio;
- l'asse neutro ricada all'interno della flangia superiore (distanza compresa tra 40 e 57 mm dal bordo superiore della soletta in calcestruzzo come mostrato in Figura 43).

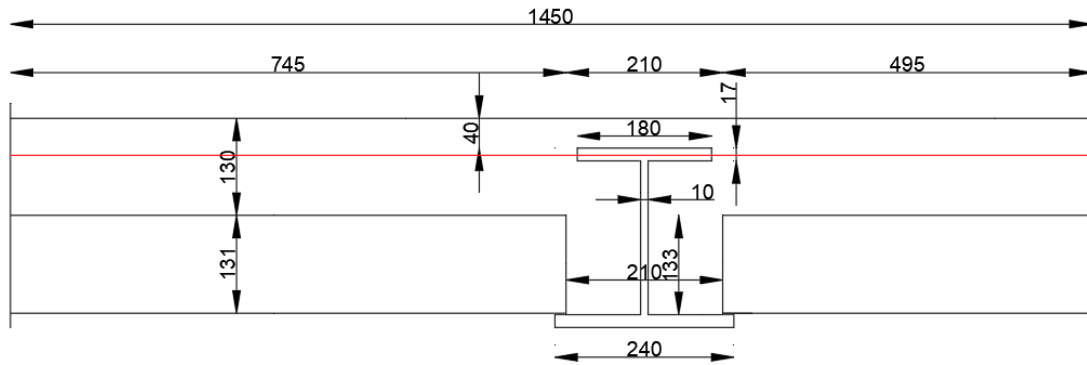


Figura 43 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB240_cut-off con ipotesi sulla profondità dell'asse neutro

Si indica con il parametro x la distanza tra l'asse neutro ed il bordo superiore della soletta in calcestruzzo. In particolare, tale grandezza viene definita uguagliando a zero l'equazione di equilibrio alla traslazione:

$$A_{cls}f'_{cd} + A_{acc,compr}f_{ad} - A_{acc,teso}f_{ad} = 0$$

A_{cls} è l'area del calcestruzzo compresso, f'_{cd} è la resistenza di progetto del calcestruzzo compresso, f_{ad} è la tensione di progetto dell'acciaio, $A_{acc,compr}$ rappresenta l'area compressa del profilo a doppio T, mentre $A_{acc,teso}$ ne rappresenta l'area tesa.

Si è fatto ricorso ad un procedimento automatico di azzeramento della precedente equazione di equilibrio alla traslazione facendo variare x . Alla fine di tale procedura è stato possibile definire:

$$x = 53.03 \text{ mm}$$

$$A_{cls} = L_{cls1}x - b_{fsup}(x - h_{ricopr}) = 74575.16 \text{ mm}^2$$

$$A_{acc,compr} = b_{fsup}(x - h_{ricopr}) = 2349.24 \text{ mm}^2$$

$$A_{acc,teso} = A_{acc} - A_{acc,compr} = 6850.76 \text{ mm}^2$$

Con riferimento ai risultati ottenuti, le ipotesi sono rispettate e pertanto è possibile calcolare il momento resistente della trave composta in esame:

$$\begin{aligned}
M_{Rd} = & \left[\frac{L_{cls1} x^2}{2} - \frac{b_{fsup}(x - h_{ricopr})^2}{2} \right] f'_{cd} \\
& + \left[\frac{b_{fsup}(x - h_{ricopr})^2}{2} + \frac{b_{fsup}(h_{ricopr} + t_f - x)^2}{2} \right. \\
& + t_w h_{web} \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f - \frac{h_{web}}{2} \right) \\
& \left. + b_{finf} t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right) \right] f_{ad} = 410.90 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Il momento flettente sollecitante risulta:

$$M_{Ed} = q_{max,ULS} \frac{L_{trave}^2}{8} = 245.36 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica in termini di momento flettente in condizioni ultime risulta essere rispettata.

Invece, il massimo taglio sollecitante è:

$$V_{Ed} = \frac{q_{max,ULS} L_{trave}}{2} = 162.29 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente del solo profilo a doppio T in acciaio risulta:

$$V_{Rd} = \frac{[A_{acc} - (b_{fsup} + b_{finf})t_f + (2r + t_w)t_f]f_{yk}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} = 645.21 \text{ kN}$$

Pertanto, anche con riferimento al taglio la verifica in condizioni ultime risulta essere rispettata.

In Figura 44 si riportano le principali verifiche in termini di massimo momento flettente e massimo taglio ottenuti tramite modellazione della trave in esame con il software CoSFB.

ULS design criteria

Maximum criterion for transverse local bending	$\Gamma_{M,Loc} = 0.14$ Ok
Maximum criterion for shear force	$\Gamma_V = 0.21$ (0 m) Ok
Maximum criterion for global bending :	$\Gamma_M = 0.50$ (3.02375 m) Ok
Including the effect of local bending in the lower flange and the influence of V_{Ed} if necessary	

Internal forces and resistances for the critical section

$M_{Ed} =$	211.68 kNm	$\leq$	424.35 kNm =	$M_{pl,Rd,red,\Gamma}$	(Ok)
$V_{Ed} =$	140.01 kN	$\leq$	661.81 kN =	$V_{pl,Rd}$	(Ok)

Calculation of $M_{pl,Rd,red}$ based on strain, for full connection

(Root radii are not taken into account here)

Figura 44 – Verifiche in condizioni ultime (software CoSFB)

Dal momento che il software definisce in maniera automatica i pesi propri strutturali dei solai che scaricano sulla trave, è possibile osservare delle minime differenze (massimo del 15%) tra azioni sollecitanti valutate analiticamente e calcolate con il software. Invece, con riferimento alle caratteristiche della sollecitazione resistenti si osserva uno scarto inferiore, nell'ordine del 5%. Tali minime differenze permettono di validare le formulazioni analitiche applicate in tale paragrafo.

Verifica in condizioni di servizio

In esercizio ed a tempo infinito si verifica che l'inflessione della trave rispetti i limiti di normativa. In particolare, occorre verificare che la freccia massima sia inferiore a $L_{trave}/250$; inoltre la norma richiede che l'inflessione dovuta ai carichi variabili sia inferiore a $L_{trave}/300$ (Tabella 24).

A tempo infinito, si assume un coefficiente di omogeneizzazione calcolato come:

$$n = 2.5 \frac{E_{acciaio}}{E_{cls}} = 2.5 \cdot n_0 = 2.5 \cdot 6.16 = 15.41$$

Anche in tal caso occorre definire l'inerzia della sezione composta, nell'ipotesi che il calcestruzzo in zona tesa sia non reagente a trazione e che l'asse neutro (x) disti meno di 130 mm dal bordo compresso di calcestruzzo (Figura 45).

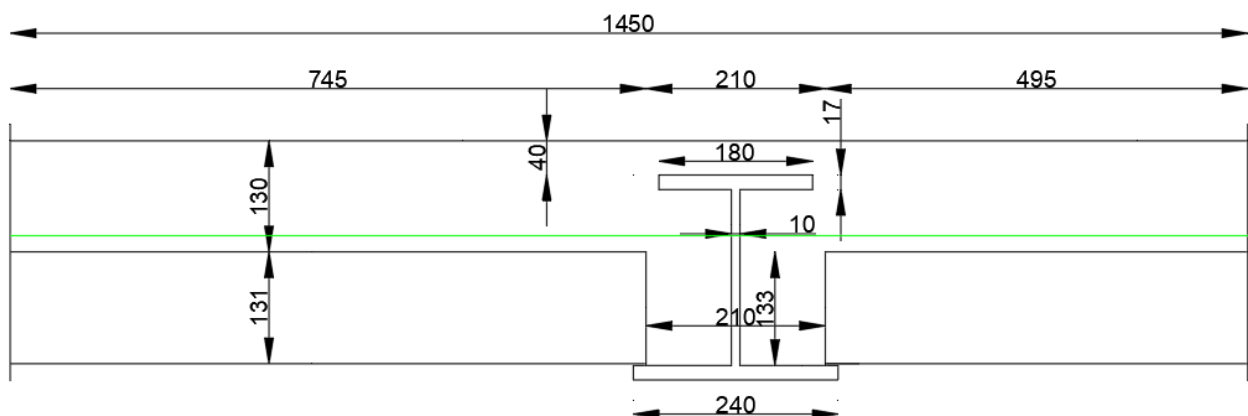


Figura 45 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB240_cut-off con ipotesi sulla profondità dell'asse neutro in condizioni di servizio

La profondità dell'asse neutro viene calcolata imponendo che il momento statico della sezione rispetto a tale asse sia zero:

$$S_n = \frac{S_{cls}}{n} + S_{acc} = 0$$

Anche in tal caso si è fatto ricorso ad un procedimento automatico di azzeramento della precedente equazione facendo variare x . Alla fine di tale procedura è stato possibile definire:

$$x = 110.90 \text{ mm}$$

$$S_{cls} = \frac{L_{cls1}x^2}{2} - b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right) - t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^2}{2} = 8711314.29 \text{ mm}^3$$

$$S_{acc} = b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right) + t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^2}{2} - t_w \frac{(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f)^2}{2} - b_{finf}t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right) = -565441.39 \text{ mm}^3$$

A questo punto è possibile calcolare il momento di inerzia rispetto all'asse neutro:

$$I_{n,cls} = \frac{L_{cls1}x^3}{3} - b_{fsup} \frac{t_f^3}{12} - b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right)^2 - t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^3}{3} = 646742445.62 \text{ mm}^4$$

$$I_{n,acc} = b_{fsup} \frac{t_f^3}{12} + b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right)^2 + t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^3}{3} + t_w \frac{(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f)^3}{3} + b_{finf} \frac{t_f^3}{12} + b_{finf}t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right)^2 = 129569746.53 \text{ mm}^4$$

Ne risulta:

$$I_n = \frac{I_{cls}}{n} + I_{acc} = 171549054.86 \text{ mm}^4$$

Nota l'inerzia, è possibile ricavare la freccia della trave in condizioni di servizio e verificare che non ecceda il limite di norma.

$$d_{SLS,max} = \frac{5}{384} q_{max,freccia} \frac{L_{trave}^4}{E_{acc}I_n} = 19.05 \text{ mm} < 24.19 \text{ mm} = \frac{L_{trave}}{250} = d_{limite,max}$$

La normativa richiede anche di verificare il soddisfacimento della seguente relazione:

$$d_{SLS,var} = \frac{5}{384} q_{var,freccia} \frac{L_{trave}^4}{E_{acc}I_n} = 15.66 \text{ mm} < 20.16 \text{ mm} = \frac{L_{trave}}{300} = d_{limite,2}$$

Anche in tal caso occorre confrontare la massima inflessione computata analiticamente con il medesimo valore fornito dal software CoSFB (Figura 46). È possibile osservare che lo scarto è nell'ordine del 5%, quantità accettabile per dimostrare la validità della procedura proposta.

Deflections per combination

Eurocode Combination SLS

N°1 (short term) $1.00 G + 1.00 Q_1$

$V_{max} = 1.25 \text{ cm (L/483)}$

N°1 (long term) $1.00 G + 1.00 Q_1 + f_{s,\infty}$

$V_{max} = 2.01 \text{ cm (L/302)}$

$f_{C1, t=\infty} - f_{C1, t=0} = 1 \text{ cm}$

N°2 (short term) $1.00 G + 1.00 Q_1$

$V_{max} = 1.25 \text{ cm (L/483)}$

N°2 (long term) $1.00 G + 1.00 Q_1 + f_{s,\infty}$

$V_{max} = 2.01 \text{ cm (L/302)}$

$f_{C2, t=\infty} - f_{C2, t=0} = 1 \text{ cm}$

Max. criterion for local deflection in a-a section (see critical sections in specification): $f_{max} = 0.08 \text{ mm} \leq 1.5 \text{ mm}$

Max. criterion for local deflection in c-c section (see critical sections in specification): $f_{max} = \text{mm}$

Figura 46 – Verifiche di deformabilità (software CoSFB)

Trave CoSFB HEB240_cutoff_n.2

Per la verifica del comportamento statico di tale tipologia di trave, si fa riferimento alla trave più sollecitata nello schema adottato in fase progettuale (Figura 47).

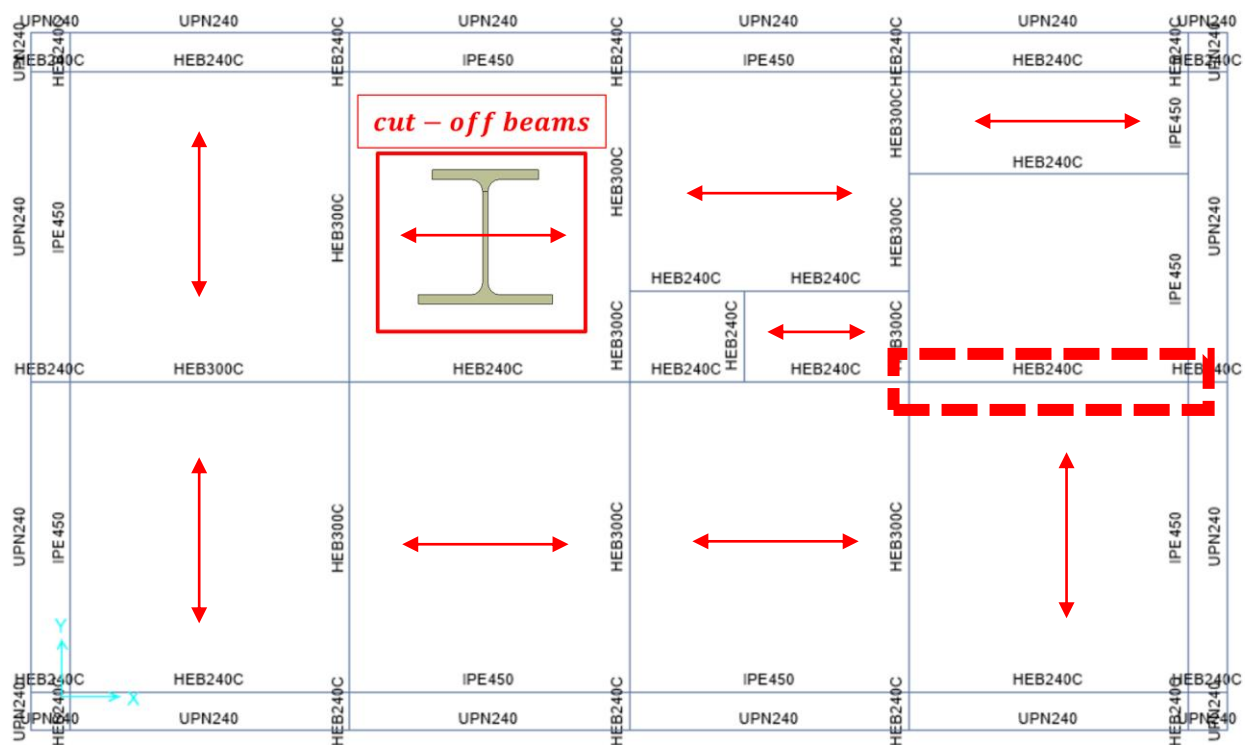


Figura 47 – Trave CoSFB HEB240_cut-off

In particolare, siccome su tale trave vengono trasferiti i carichi di un solo solaio, in accordo a quanto definito dalle NTC2018, la larghezza della sezione efficace di tale schema composto deve essere valutata come $\frac{L_{span}}{8} + ingombro\ trave = 970\ mm$.

Le caratteristiche geometriche della trave in esame sono riportate in Figura 48.

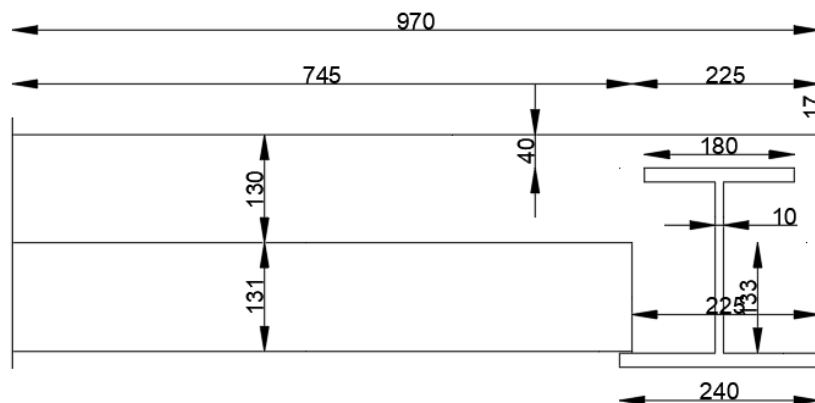


Figura 48 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB240_cut-off

Anche in questo caso occorre verificare che tale elemento strutturale soddisfi le verifiche in condizioni ultime ed in esercizio.

Dal momento che lo schema statico di riferimento è quello di una trave appoggiata-appoggiata, le verifiche di resistenza in condizioni ultime consistono nel controllare che la trave sia in grado di sostenere il massimo momento flettente ed il massimo taglio.

Di seguito si riportano informazioni circa le proprietà geometriche (Tabella 28), dei materiali (Tabella 29) dei carichi agenti (Tabella 30)

Tabella 28 - Caratteristiche geometriche della sezione

Geometria	
$L_{cls1}\ (mm) =$	970.00
$L_{cls2}\ (mm) =$	225.00
$h_{cls1}\ (mm) =$	70.00
$h_{cls2}\ (mm) =$	60.00
$h_{cls3}\ (mm) =$	133.00
$h_{cls,ricopr}\ (mm) =$	40.00
$h_{acc}\ (mm) =$	240.00
$b_{f,sup}\ (mm) =$	180.00
$b_{f,inf}\ (mm) =$	240.00
$t_f\ (mm) =$	17.00
$t_w\ (mm) =$	10.00
$h_{web}\ (mm) =$	206.00

$h_{tub} \text{ (mm)} =$	0.00
$b_{tub} \text{ (mm)} =$	0.00
$L_{span} \text{ (mm)} =$	6047.50
$B_{effective} \text{ (mm)} =$	3400.00
$A_{acc} \text{ (mm}^2\text{)} =$	9200.00

Tabella 29 - Caratteristiche meccaniche dei materiali

Materiali	
$f_{ck} \text{ (MPa)} =$	35.00
$E_{acc} \text{ (MPa)} =$	210000.00
$E_{cls} \text{ (MPa)} =$	34077.15
$f_{cd} \text{ (MPa)} =$	23.33
$f'_{cd} \text{ (MPa)} =$	19.83
$f_{ad} \text{ (MPa)} =$	328.57
$n_0 =$	6.16
$n =$	15.41

Tabella 30 - Carichi derivanti dai solai

Carichi	
$Q_{SLU} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	11.14
$Q_{SLE} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	8.10
$Q_{acc} \text{ (kN/m}^2\text{)} =$	3.00

Si precisa che i carichi riportati in Tabella 30 fanno riferimento ad azioni per unità di superficie agenti in corrispondenza degli impalcati. Tuttavia, come prescritto da Arcelor Mittal, in corrispondenza delle travi CoSFB è necessario incrementare l'altezza della soletta in calcestruzzo dei solai che scaricano sulla trave in esame per una larghezza almeno pari alla larghezza efficace della sezione resistente della trave. Pertanto, nella valutazione dei carichi per unità di lunghezza agenti sulla trave, occorrerà tener conto:

- del peso proprio della trave in acciaio;
- del peso aggiuntivo del calcestruzzo all'interno del quale la trave risulta essere inglobata.

Pertanto, il carico per unità di lunghezza agente sulla trave può essere valutato come:

$$q_{max,ULS} = Q_{ULS} \cdot B_{effective} + 1.3 \cdot L_{cls1} \cdot h_{cls1} \cdot \gamma_{cls} + 1.3 \cdot L_{cls2} h_{cls3} \cdot \gamma_{cls} + 1.3 \cdot A_{acc} \cdot \gamma_{acc}$$

$$q_{max,ULS} = 30.40 \text{ kN/m}$$

Nella precedente equazione Q_{ULS} è il carico per unità di superficie in condizioni ultime dell'impalcato del piano tipo, $B_{effective}$ è la larghezza della fascia di solai che trasferisce i carichi alla trave in esame, γ_{cls} è

il peso per unità di volume del calcestruzzo, γ_{acc} è il peso per unità di volume dell'acciaio, A_{acc} è l'area del profilo in acciaio.

In maniera analoga, la freccia deve essere valutata con riferimento ai carichi per unità di superficie Q_{SLS} :

$$q_{max,freccia} = Q_{SLS} \cdot B_{effective} + L_{cls1} \cdot h_{cls1} \cdot \gamma_{cls} + L_{cls2} h_{cls3} \cdot \gamma_{cls} + A_{acc} \cdot \gamma_{acc}$$

$$q_{max,freccia} = 29.74 \text{ kN/m}$$

La norma richiede anche di valutare la freccia dovuta all'effetto dell'applicazione del solo sovraccarico accidentale Q_{acc} :

$$q_{var,freccia} = Q_{acc} \cdot B_{effective}$$

$$q_{var,freccia} = 27.54 \text{ kN/m}$$

Definiti i carichi in condizioni ultime e di esercizio, è ora possibile valutare le corrispondenti sollecitazioni e le resistenze della sezione.

Verifica in condizioni ultime

Si ipotizza che:

- la sezione sia caratterizzata da calcestruzzo fessurato in zona tesa;
- vi sia completa interazione tra calcestruzzo ed acciaio;
- l'asse neutro ricada all'interno della flangia superiore (distanza compresa tra 40 e 57 mm dal bordo superiore della soletta in calcestruzzo come mostrato in Figura 49).

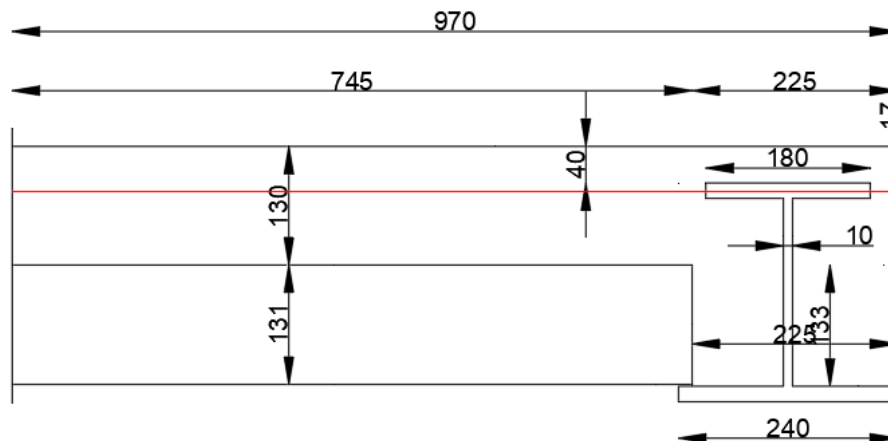


Figura 49 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB240_cut-off con ipotesi sulla profondità dell'asse neutro

Si indica con il parametro x la distanza tra l'asse neutro ed il bordo superiore della soletta in calcestruzzo.

In particolare, tale grandezza viene definita uguagliando a zero l'equazione di equilibrio alla traslazione:

$$A_{cls}f'_{cd} + A_{acc,compr}f_{ad} - A_{acc,teso}f_{ad} = 0$$

A_{cls} è l'area del calcestruzzo compresso, f'_{cd} è la resistenza di progetto del calcestruzzo compresso, f_{ad} è la tensione di progetto dell'acciaio, $A_{acc,compr}$ rappresenta l'area compressa del profilo a doppio T, mentre $A_{acc,teso}$ ne rappresenta l'area tesa.

Si è fatto ricorso ad un procedimento automatico di azzeramento della precedente equazione di equilibrio alla traslazione facendo variare x . Alla fine di tale procedura è stato possibile definire:

$$x = 56.82 \text{ mm}$$

$$A_{cls} = L_{cls1}x - b_{fsup}(x - h_{ricopr}) = 52089.08 \text{ mm}^2$$

$$A_{acc,compr} = b_{fsup}(x - h_{ricopr}) = 3027.89 \text{ mm}^2$$

$$A_{acc,teso} = A_{acc} - A_{acc,compr} = 6172.11 \text{ mm}^2$$

Con riferimento ai risultati ottenuti, le ipotesi sono rispettate e pertanto è possibile calcolare il momento resistente della trave composta in esame:

$$\begin{aligned} M_{Rd} = & \left[\frac{L_{cls1}x^2}{2} - \frac{b_{fsup}(x - h_{ricopr})^2}{2} \right] f'_{cd} \\ & + \left[\frac{b_{fsup}(x - h_{ricopr})^2}{2} + \frac{b_{fsup}(h_{ricopr} + t_f - x)^2}{2} \right. \\ & + t_w h_{web} \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f - \frac{h_{web}}{2} \right) \\ & \left. + b_{finf} t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right) \right] f_{ad} = 396.55 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Il momento flettente sollecitante risulta:

$$M_{Ed} = q_{max,ULS} \frac{L_{trave}^2}{8} = 186.21 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica in termini di momento flettente in condizioni ultime risulta essere rispettata.

Invece, il massimo taglio sollecitante è:

$$V_{Ed} = \frac{q_{max,ULS} L_{trave}}{2} = 123.17 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente del solo profilo a doppio T in acciaio risulta:

$$V_{Rd} = \frac{[A_{acc} - (b_{fsup} + b_{finf})t_f + (2r + t_w)t_f]f_{yk}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} = 645.21 \text{ kN}$$

Pertanto, anche con riferimento al taglio la verifica in condizioni ultime risulta essere rispettata.

In Figura 50 si riportano le principali verifiche in termini di massimo momento flettente e massimo taglio ottenuti tramite modellazione della trave in esame con il software CoSFB.

Internal forces and resistances for the critical section

$M_{Ed} =$	188.45 kNm	$\leq$	424.83 kNm =	$M_{pl,Rd,red,\Gamma}$	(Ok)
$V_{Ed} =$	124.65 kN	$\leq$	661.81 kN =	$V_{pl,Rd}$	(Ok)

Calculation of $M_{pl,Rd,red}$ based on strain, for full connection

(Root radii are not taken into account here)

Figura 50 – Verifiche in condizioni ultime (software CoSFB)

Dal momento che il software definisce in maniera automatica i pesi propri strutturali dei solai che scaricano sulla trave, è possibile osservare delle minime differenze (massimo del 2%) tra azioni sollecitanti valutate analiticamente e calcolate con il software. Invece, con riferimento alle caratteristiche della sollecitazione resistenti si osserva uno scarto inferiore, nell'ordine del 7%. Tali minime differenze permettono di validare le formulazioni analitiche applicate in tale paragrafo.

Verifica in condizioni di servizio

In esercizio ed a tempo infinito si verifica che l'inflessione della trave rispetti i limiti di normativa. In particolare, occorre verificare che la freccia massima sia inferiore a $L_{trave}/250$; inoltre la norma richiede che l'inflessione dovuta ai carichi variabili sia inferiore a $L_{trave}/300$ (Tabella 24).

A tempo infinito, si assume un coefficiente di omogeneizzazione calcolato come:

$$n = 2.5 \frac{E_{acciaio}}{E_{cls}} = 2.5 \cdot n_0 = 2.5 \cdot 6.16 = 15.41$$

Anche in tal caso occorre definire l'inerzia della sezione composta, nell'ipotesi che il calcestruzzo in zona tesa sia non reagente a trazione e che l'asse neutro (x) disti meno di 130 mm dal bordo compresso di calcestruzzo (Figura 51).

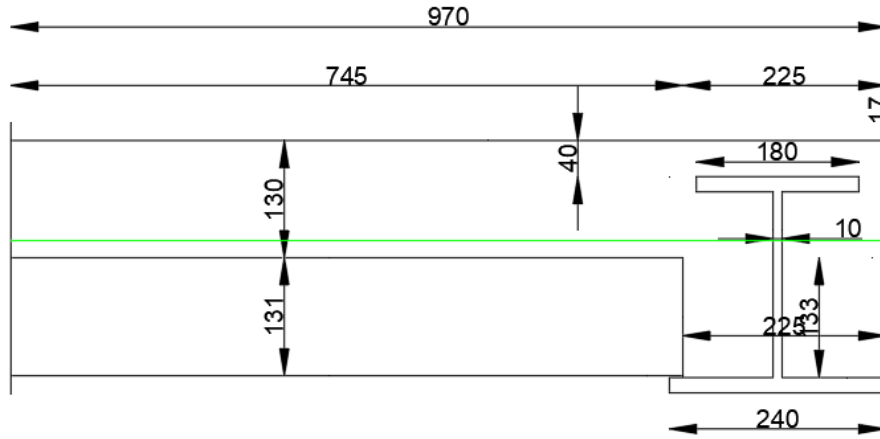


Figura 51 – Sezione resistente della trave CoSFB HEB240_cut-off con ipotesi sulla profondità dell'asse neutro in condizioni di servizio

La profondità dell'asse neutro viene calcolata imponendo che il momento statico della sezione rispetto a tale asse sia zero:

$$S_n = \frac{S_{cls}}{n} + S_{acc} = 0$$

Anche in tal caso si è fatto ricorso ad un procedimento automatico di azzeramento della precedente equazione facendo variare x . Alla fine di tale procedura è stato possibile definire:

$$x = 122.64 \text{ mm}$$

$$S_{cls} = \frac{L_{cls1}x^2}{2} - b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right) - t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^2}{2} = 7046797.19 \text{ mm}^3$$

$$S_{acc} = b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right) + t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^2}{2} - t_w \frac{(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f)^2}{2} - b_{finf}t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right) = -457399.50 \text{ mm}^3$$

A questo punto è possibile calcolare il momento di inerzia rispetto all'asse neutro:

$$I_{n,cls} = \frac{L_{cls1}x^3}{3} - b_{fsup} \frac{t_f^3}{12} - b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right)^2 - t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^3}{3} = 578641391.22 \text{ mm}^4$$

$$I_{n,acc} = b_{fsup} \frac{t_f^3}{12} + b_{fsup}t_f \left(x - h_{ricopr} - \frac{t_f}{2} \right)^2 + t_w \frac{(x - h_{ricopr} - t_f)^3}{3} + t_w \frac{(h_{acc} + h_{ricopr} - x - t_f)^3}{3} + b_{finf} \frac{t_f^3}{12} + b_{finf}t_f \left(h_{acc} + h_{ricopr} - x - \frac{t_f}{2} \right)^2 = 117557826.50 \text{ mm}^4$$

Ne risulta:

$$I_n = \frac{I_{cls}}{n} + I_{acc} = 155116773.71 \text{ mm}^4$$

Nota l'inerzia, è possibile ricavare la freccia della trave in condizioni di servizio e verificare che non ecceda il limite di norma.

$$d_{SLS,max} = \frac{5}{384} q_{max,freccia} \frac{L_{trave}^4}{E_{acc} I_n} = 15.90 \text{ mm} < 24.19 \text{ mm} = \frac{L_{trave}}{250} = d_{limite,max}$$

La normativa richiede anche di verificare il soddisfacimento della seguente relazione:

$$d_{SLS,var} = \frac{5}{384} q_{var,freccia} \frac{L_{trave}^4}{E_{acc} I_n} = 14.72 \text{ mm} < 20.16 \text{ mm} = \frac{L_{trave}}{300} = d_{limite,2}$$

Anche in tal caso occorre confrontare la massima inflessione computata analiticamente con il medesimo valore fornito dal software CoSFB (Figura 52). È possibile osservare che lo scarto è nell'ordine del 15%, quantità accettabile per dimostrare la validità della procedura proposta.

Deflections per combination

Eurocode Combination SLS

N°1 (short term) 1.00 G + 1.00 Q ₁	V _{max} = 1.16 cm (L/521)
N°1 (long term) 1.00 G + 1.00 Q ₁ + f _{S,∞}	V _{max} = 1.86 cm (L/325)
f _{C1, t=∞} - f _{C1, t=0} = 1 cm	
N°2 (short term) 1.00 G + 1.00 Q ₁	V _{max} = 1.16 cm (L/521)
N°2 (long term) 1.00 G + 1.00 Q ₁ + f _{S,∞}	V _{max} = 1.86 cm (L/325)
f _{C2, t=∞} - f _{C2, t=0} = 1 cm	
Max. criterion for local deflection in a-a section (see critical sections in specification): f _{max} = 0.08 mm ≤ 1.5 mm	
Max. criterion for local deflection in c-c section (see critical sections in specification): f _{max} = mm	

Figura 52 – Verifiche di deformabilità (software CoSFB)

9. PROGETTO DEI TELAI SISMO-RESISTENTI

Per telai sismo-resistenti (Moment Resisting Frames) si fa riferimento ai telai in grado di assorbire le azioni sismiche.

Secondo la filosofia progettuale sismica convenzionale, suggerita dalla maggior parte dei codici e delle linee guida attuali (es. Eurocodice 8, 2005), le strutture sono concepite per concentrare il danno sismico in specifiche zone dissipative in grado di fornire elevata duttilità e capacità di dissipazione di energia in caso di eventi sismici “rari” (ad alta intensità).

La strategia progettuale dell'uso dei MRFs consiste nell'adottare colonne e connessioni sovreresistenti rispetto alle travi in modo tale da concentrare il danno in corrispondenza delle estremità di queste ultime. Tuttavia, un tale approccio implica ingenti danni difficili da riparare, spesso distribuiti su molti elementi strutturali non sostituibili, che portano quindi a grandi perdite dirette (vittime, costi di riparazione) e indirette (tempi di interruzione delle attività) che non sono accettabili sia dal punto di vista economico che sociale.

Per ovviare a questi inconvenienti, negli ultimi decenni, molti lavori di ricerca, si sono concentrati sullo sviluppo di sistemi strutturali ‘sismo-resilienti’, in cui gli elementi danneggiati dal sisma possono essere facilmente sostituiti o riparati. In quest’ottica, nei MRFs in esame, le tradizionali connessioni trave-colonna a completo ripristino di resistenza vengono sostituite da collegamenti dotati di dissipatori ad attrito (FREEDAM).

Progetto dei telai sismo-resistenti in accordo alla Teoria del Controllo del Meccanismo Plastico (TPMC)

La Teoria del Controllo del Meccanismo Plastico (TPMC) venne originariamente sviluppata per la progettazione sismica di telai sismo-resistenti dotati delle tradizionali connessioni. L’efficacia della progettazione sismica basata sulla TPMC è dovuta al robusto background teorico, essendo esso basato sul teorema cinematico del collasso plastico e sul concetto di curva di equilibrio del meccanismo.

La curva di equilibrio di un qualsiasi possibile meccanismo di collasso è ottenuta tramite un’analisi rigido-plastica del secondo ordine in cui il lavoro esterno è calcolato includendo il lavoro degli effetti del secondo ordine indotto dai carichi gravitazionali applicati alla struttura.

Il teorema cinematico del collasso plastico esteso al concetto di curva di equilibrio del meccanismo assicura che, in un range di spostamenti compatibili con la capacità rotazionale degli elementi strutturali, il meccanismo di collasso sviluppato sia quello la cui curva di equilibrio è disposta sotto quelle di tutti gli

altri possibili meccanismi. Pertanto, imponendo come requisito di progetto che la curva di equilibrio del meccanismo corrispondente al desiderato meccanismo globale sia al di sotto delle curve di equilibrio di tutti i meccanismi indesiderati, è possibile progettare le sezioni delle colonne ad ogni livello. Gli effetti del secondo ordine sono esplicitamente e rigorosamente considerati tramite la curva di equilibrio del meccanismo di collasso.

Nel caso di telai sismo-resistenti provvisti di connessioni FREEDAM, la TPMC può essere facilmente applicata a condizione che il lavoro interno delle zone dissipative sia valutato in maniera opportuna. A tale scopo, il momento plastico della trave è sostituito dal momento resistente di scorrimento della connessione FREEDAM. Il comportamento delle connessioni trave-colonna dotate di dissipatori ad attrito dovrebbe essere valutato nel processo progettuale tramite un legame rigido perfettamente plastico delle zone dissipative. Inoltre, in accordo al secondo principio del capacity design, occorre considerare anche la sovrarresistenza associata alla variabilità del coefficiente di attrito.

In una prima fase del lavoro, le colonne sono preliminarmente dimensionate per sostenere solo i carichi verticali in accordo alla combinazione gravitazionale fondamentale (ULS). In tale ottica sono state assunte delle travi IPE360 e delle colonne HEB300 in fase di predimensionamento per soli carichi verticali. Tuttavia, in accordo alle procedure di progettazione sismica attualmente implementate, è stato necessario eseguire delle modifiche dei profili.

La soluzione finale è consistita nell'adozione di profili HEB400 per le colonne, travi IPE450 per i primi due livelli e travi IPE400 per l'ultimo piano. Tali scelte sono state dettate anche dall'opportuna definizione dei dispositivi ad attrito di tipo FREEDAM, ricorrendo ad un apposito catalogo rintracciabile al seguente sito: <https://www.onesource.pt/freedampluscalculator/www/home>.

Sono stati adottati dispositivi riportati in Figura 53-Figura 55.

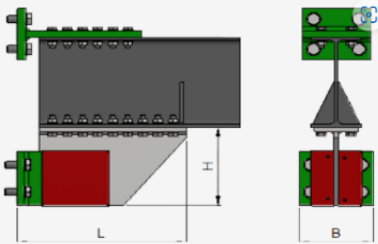
		MARK	
		FREEDAM - IPE 450 / 0.3	
		DEVICE PROPERTIES	
Name		D1	
$F_{slip,Rd}$		292.4 kN	
$M_{j,Rd}$		181 kNm	
Bolts		M16 HV 10.9	
Number of bolts, n_b		4	
Number of surfaces, n_s		2	
Preload force, $F_{p,d}$		79.3 kN	
		GEOMETRY	
L		505 mm	
H		260 mm	
B		221 mm	
		MINIMUM COLUMN SIZE	
		HE 240 B	

Figura 53 – Informazioni geometriche e meccaniche FREEDAM IPE450-0,3 (dispositivi applicati alle estremità delle travi dei primi due livelli dei telai sismo-resistenti longitudinali)

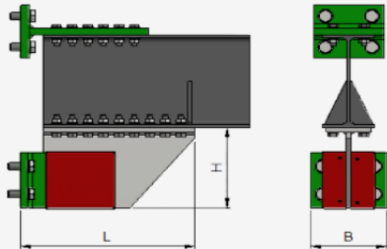
		MARK	
		FREEDAM - IPE 450 / 0.4	
		DEVICE PROPERTIES	
Name		D-2A	
$F_{slip,Rd}$		345.3 kN	
$M_{j,Rd}$		242 kNm	
Bolts		M20 HV 10.9	
Number of bolts, n_b		4	
Number of surfaces, n_s		2	
Preload force, $F_{p,d}$		93.64 kN	
		GEOMETRY	
L		605 mm	
H		360 mm	
B		256 mm	
		MINIMUM COLUMN SIZE	
		HE 280 B	

Figura 54 – Informazioni geometriche e meccaniche FREEDAM IPE450-0,4 (dispositivi applicati alle estremità delle travi dei primi due livelli dei telai sismo-resistenti trasversali)

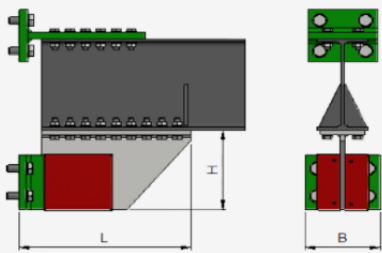
		MARK	
		FREEDAM - IPE 400 / 0.3	
		DEVICE PROPERTIES	
Name		D1	
$F_{slip,Rd}$		244.2 kN	
$M_{j,Rd}$		139 kNm	
Bolts		M16 HV 10.9	
Number of bolts, n_b		4	
Number of surfaces, n_s		2	
Preload force, $F_{p,d}$		66.23 kN	
		GEOMETRY	
L		505 mm	
H		260 mm	
B		221 mm	
		MINIMUM COLUMN SIZE	
		HE 240 B	

Figura 55 – Informazioni geometriche e meccaniche FREEDAM IPE400-0,3 (dispositivi applicati alle estremità delle travi di copertura)

CALCOLO DELLE FORZE SISMICHE DI PROGETTO AD OGNI LIVELLO

La TPMC si basa su un approccio statico, per cui il tagliante sismico alla base può essere valutato tramite:

$$F_b = \frac{S_e(T_1) \cdot m \cdot \lambda \cdot \delta}{q}$$

Dove:

- $S_e(T_1)$ è l'ordinata dello spettro elastico valutata al periodo $T = T_1$;
- m è la massa totale dell'edificio incrementata di 1,10;
- λ è un fattore correttivo pari a 0,85 se l'edificio ha più di 2 piani, altrimenti è pari a 1;
- $\delta = 1 + 0,6 \frac{x}{L_e} = 1,3$, per tener conto dell'eccentricità accidentale tra baricentro delle masse e rigidezze.

Considerando lo stato limite SLV, il fattore di comportamento assume valori tra:

$$1,5 < q_{SLV} \leq \min \left(5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1}; \frac{S_{e,SLV}}{S_{e,SLD}} q_{SLD} \right)$$

Dove S_e rappresenta la pseudo-accelerazione elastica spettrale per lo stato limite considerato.

I parametri α_u e α_1 sono definiti come segue:

- α_1 è il valore per il quale si moltiplica l'azione sismica orizzontale di progetto, allo scopo di raggiungere prima la resistenza plastica in alcune membrature nella struttura, mentre tutte le altre azioni di progetto rimangono costanti;

- α_u è il valore per il quale si moltiplica l'azione sismica orizzontale di progetto, allo scopo di formare le cerniere plastiche in un numero sufficiente di sezioni per lo sviluppo di un meccanismo strutturale di instabilità globale, mentre tutte le altre azioni di progetto rimangono costanti.

Progettando in classe di duttilità alta, in riferimento all'Eurocodice 8 ed alle NTC2018, il rapporto α_u/α_1 per strutture regolari assume dei valori approssimati, come mostrato in figura:

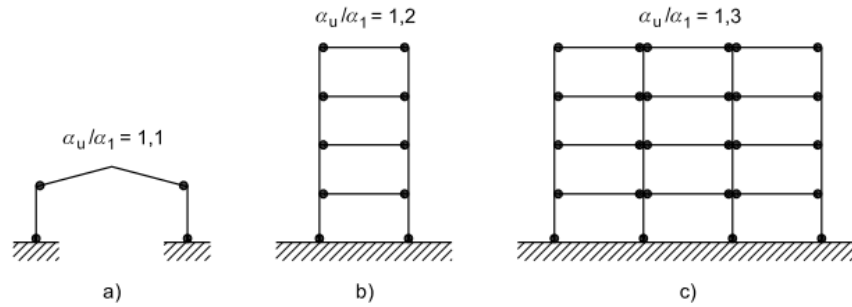


Figura 56 – Valori di α_u/α_1 in funzione della struttura

Quindi:

$$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,30 \quad q = 5 \frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 5 \cdot 1,30 = 6,50$$

Mentre il prodotto $\frac{S_{e,SLV}}{S_{e,SLD}} q_{SLD}$, nel caso in esame è pari a 3.92, va inoltre moltiplicato per il rapporto tra coefficiente d'attrito statico (pari a 0,69) e coefficiente d'attrito dinamico (pari a 0,53):

$$\frac{\mu_s}{\mu_D} = \frac{0,69}{0,53} = 1,3 \quad q = 3,92 \cdot 1,30 = 5,10$$

Quindi risulta:

$$1,5 < q_{SLV} \leq \min (6,50 ; 5,10)$$

Si assume il coefficiente di comportamento q pari a 5.10, con uno smorzamento del 5%, esso trasforma lo spettro di risposta elastico in uno spettro di progetto:

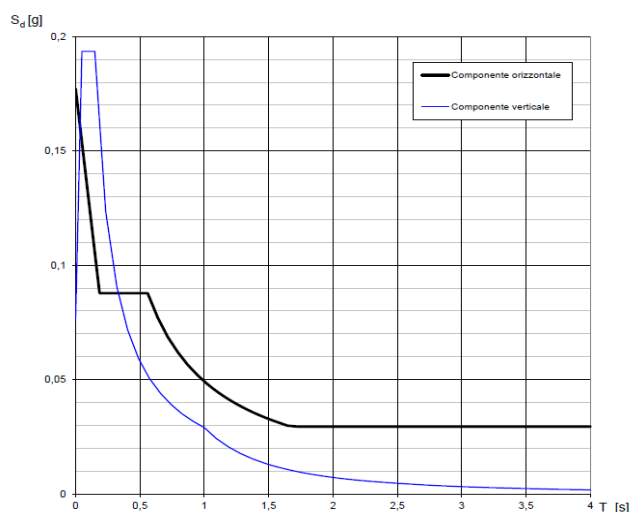


Figura 57 – Spettro di progetto scalato di $q=5,1$

Tabella 31 – Periodo di ritorno, Forza orizzontale e Massa sismica del telaio in direzione x (sinistra) e y (destra)

T =	1,0800 s	T =	1,1200 s
F_h =	222,395316 kN	F_h =	214,726512 kN
S_{ed} (T₁) =	2,27592	S_{ed} (T₁) =	2,19744
W =	451000 kg	W =	451000 kg
λ =	0,85	λ =	0,85
q =	5,1	q =	5,1
δ =	1,3	δ =	1,3

Le masse sismiche che competono a metà struttura sono riportate nella precedente tabella sono calcolate in accordo ad una combinazione di carico:

$$G_k + \psi_{E,i} Q_k$$

dove $\psi_{E,i}=0,30$.

Tabella 32 – Masse sismiche in funzione dell'altezza

Livello	z_i [m]	W_i [kg]
1	3,35	167750,00
2	7,55	167750,00
3	11,75	115500,00

Il tagliante alla base è distribuito tra tutti i piani in accordo a:

$$F_k = F_h \frac{W_i z_i}{\sum_i W_i z_i}$$

Tabella 33 – Forze sismiche di progetto al k-esimo livello in direzione x e y

Livello	h_i [m]	F_{kx} [kN]	Livello	h_i [m]	F_{ky} [kN]
1	3,35	39,23	1	3,35	37,88
2	4,20	88,42	2	4,20	85,37
3	4,20	94,74	3	4,20	91,48

PROCEDURA DI PROGETTO

Il primo step riguarda la scelta del massimo spostamento di progetto per il quale sia assicurato lo sviluppo del meccanismo di collasso globale. È fondamentale scegliere uno spostamento ultimo di progetto, δ_u , riferito alla duttilità locale della struttura, con riferimento alla corsa massima del dissipatore FREEDAM. Si assume che la rotazione “pseudo- plastica” dovuta allo scorrimento sia uguale a 0.04.

In particolare, lo spostamento ultimo di progetto δ_u è valutato come:

$$\delta_u = \theta_u h_{n_s} = 0.04 \times 11.75 = 0.47 \text{ m}$$

Vengono valutate le pendenze delle curve di equilibrio, $\gamma_i^{(t)}$, dei diversi meccanismi.

Meccanismo tipo 1:

$$\gamma_{im}^{(1)} = \frac{1}{h_{im}} \frac{\sum_{k=1}^{i_m} V_k h_k + h_{im} \sum_{k=i_m+1}^{n_s} F_k}{\sum_{k=1}^{i_m} F_k h_k + h_{im} \sum_{k=i_m+1}^{n_s} F_k}$$

Meccanismo tipo 2:

$$\gamma_{im}^{(2)} = \frac{1}{h_{ns} - h_{im-1}} \frac{\sum_{k=i_m}^{n_s} V_k (h_k - h_{im-1})}{\sum_{k=i_m}^{n_s} F_k (h_k - h_{im-1})}$$

Meccanismo tipo 3:

$$\gamma_{im}^{(3)} = \frac{1}{h_{im} - h_{im-1}} \frac{\sum_{k=i_m}^{n_s} V_k}{\sum_{k=i_m}^{n_s} F_k}$$

La pendenza della curva di equilibrio del meccanismo attinge il suo valore minimo quando il meccanismo di collasso che si sviluppa è quello globale.

In accordo con il teorema cinematico del collasso plastico esteso al concetto di curva di equilibrio del meccanismo, la condizione di progetto che deve essere soddisfatta per evitare i meccanismi di collasso indesiderati richiede che la curva di equilibrio corrispondente al meccanismo globale sia collocata al di sotto di quelle corrispondenti ai meccanismi indesiderati, fino ad uno spostamento massimo di sommità δ_u compatibile con le risorse di duttilità locale della struttura.

In riferimento ai telai in direzione Y:

Tabella 34 – Pendenze delle curve di equilibrio del telaio in direzione y

Livello	z _i [m]	V _i [kN]	F _i [kN]	V _i h _i	F _i h _i	γ _{im} ⁽¹⁾ [m ⁻¹]	γ _{im} ⁽²⁾ [m ⁻¹]	γ _{im} ⁽³⁾ [m ⁻¹]
1	3,35	1027,80	37,88	3443,13	126,90	3,80	0,89	3,80
2	7,55	984,40	85,37	7432,22	644,54	1,48	1,08	2,30
3	11,75	723,60	91,48	8502,30	1074,86	0,89	1,88	1,88

Il valore della pendenza della curva di equilibrio del meccanismo globale, $\gamma^{(g)}$, è il minimo tra tutti i valori delle $\gamma_i^{(t)} = 0.89 \text{ m}^{-1}$. Tale valore può essere valutato anche come:

$$\gamma^{(g)} = \frac{1}{h_{ns}} \frac{\sum_{k=1}^{n_s} V_k h_k}{\sum_{k=1}^{n_s} F_k h_k}$$

Si ricava la somma dei momenti plastici delle colonne richiesti al primo piano (e ridotti a causa della contemporanea azione dello sforzo assiale) per scongiurare i meccanismi di collasso indesiderati, con la seguente formula:

$$\sum_{i=1}^{n_c} M_{c,i1} \geq \frac{2 \sum_{k=1}^{n_s} \sum_{j=1}^{n_b} M_{b,jk} + (\gamma_1^{(3)} - \gamma^{(g)}) \delta_u \sum_{k=1}^{n_s} F_k h_k}{2 \frac{\sum_{k=1}^{n_s} F_k h_k}{h_1 \sum_{k=1}^{n_s} F_k} - 1} = 889.33 \text{ kNm}$$

I carichi assiali agenti sulle colonne derivano dalla distribuzione dei carichi verticali e dalle azioni taglianti dovute alle azioni flessionali che le connessioni FREEDAM sono in grado di trasmettere.

In Tabella 35 vengono mostrati i contributi dei carichi distribuiti (N_q), delle forze concentrate (N_F) e delle azioni taglianti indotte dalle zone dissipative,

Nei calcoli sono stati considerati i momenti di scorrimento delle connessioni FREEDAM sono pari a 242 kNm per i primi due livelli e pari a 139 kNm per il terzo livello.

Tabella 35 – Contributi dei carichi distribuiti, forze concentrate e azioni taglianti dei 3 livelli

Livello 1				
Colonna	N _q	N _f	N _d	N _{tot}
1	0,78	393,05	79,95	315,46
2	0,78	617,94	0,00	620,30
3	0,78	392,80	79,95	475,11

Livello 2				
Colonna	N _q	N _f	N _d	N _{tot}
1	0,78	243,00	79,95	165,41
2	0,78	384,66	0,00	387,02
3	0,78	242,80	79,95	325,11

Livello 3				
Colonna	N _q	N _f	N _d	N _{tot}
1	0,67	91,29	45,92	47,73
2	0,67	150,82	0,00	153,18
3	0,67	91,20	45,92	139,48

La somma dei momenti plastici richiesti al primo livello è distribuita tra le colonne ottenendo $M_{req,i}$ (kNm).

Si sceglie quindi una sezione HEB400 avente un M_{pl} maggiore di quello richiesto per tutte le colonne:

Tabella 36 – Momenti plastici richiesti dalle colonne del primo livello

$M_{req,ci}$	Sezione	$M_{pl,obt}$
296,44	HE400B	1147
296,44	HE400B	1147
296,44	HE400B	1147

Per controllare l'accuratezza dell'approccio sviluppato coerentemente con la TPMC, si è fatto ricorso ad un'analisi statica non lineare tramite il software OpenSees considerando un modello a plasticità concentrata. L'analisi è stata eseguita in controllo di spostamenti considerando sia le non linearità geometriche che meccaniche in una condizione di carico corrispondente alle forze orizzontali. Le cerniere plastiche sono modellate con un legame rigido perfettamente plastico.

L'equazione della curva di collasso del meccanismo è data da:

$$a^{(g)} = \alpha_0^{(g)} - \gamma^{(g)} \delta_u$$

dove $\alpha_0^{(g)}$ è il moltiplicatore cinematicamente ammissibile delle forze sismiche orizzontali corrispondenti al meccanismo globale, valutabile come:

$$\alpha_0^{(g)} = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} M_{c,i1} + 2 \sum_{k=1}^{n_s} \sum_{j=1}^{n_b} M_{b,jk}}{\sum_{k=1}^{n_s} F_k h_k}$$

Oppure come il minimo dei moltiplicatori cinematicamente ammissibili corrispondenti ai meccanismi di tipo 1,2,3.

Meccanismo di tipo 1:

$$\alpha_{im}^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} M_{c,i1} + 2 \sum_{k=1}^{i_m-1} \sum_{j=1}^{n_b} M_{b,jk} + \sum_{i=1}^{n_c} M_{c,i,im}}{\sum_{k=1}^{i_m} F_k h_k + h_{im} \sum_{k=i_m+1}^{n_s} F_k}$$

Meccanismo di tipo 2:

$$\alpha_{im}^{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} M_{c,i,im} + 2 \sum_{k=i_m}^{n_s} \sum_{j=1}^{n_b} M_{b,jk}}{\sum_{k=i_m}^{n_s} F_k (h_k - h_{im-1})}$$

Meccanismo di tipo 3:

$$\alpha_1^{(3)} = \frac{2 \sum_{i=1}^{n_c} M_{c,i1}}{h_1 \sum_{k=1}^{n_s} F_k} \quad \text{per } i = 1$$

Tabella 37 – Valutazione dei moltiplicatori per i tre meccanismi

Livello	z _i [m]	V _i [kN]	F _i [kN]	V _i h _i	F _i h _i	$\alpha_{0,im}^{(1)}$	$\alpha_{0,im}^{(2)}$	$\alpha_{0,im}^{(3)}$
1	3,35	1027,80	37,88	3443,13	126,90	9,57	3,21	9,57
2	7,55	984,40	85,37	7432,22	644,54	5,37	6,68	9,27
3	11,75	723,60	91,48	8502,30	1074,86	3,73	10,40	17,91

α (g) =	3,21
γ (g) =	0,89

Si può osservare che la curva di equilibrio del meccanismo di collasso è parallela al ramo softening della curva pushover (Figura 58).

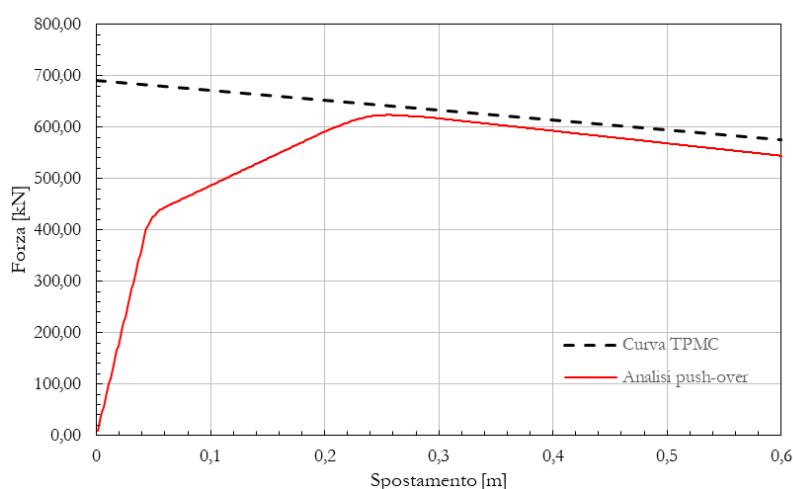


Figura 58 – Curva push-over e TPMC

Progetto dei telai sismo-resistenti in accordo all'Eurocodice 8 ed alle NTC2018

In questo capitolo viene esposta la procedura di progetto/verifica dei telai sismo-resistenti (MRFs) TPMC in accordo all'Eurocodice 8 ed alle NTC2018.

Tali normative prevedono differenti tipologie strutturali:

- telai resistenti a flessione**, sono quelli in cui le forze orizzontali sono sopportate principalmente da membrane che sviluppano un comportamento essenzialmente flessionale;
- telai con elementi di controvento concentrici**, sono quelli in cui le forze orizzontali sono sopportate principalmente da membrane soggette a forze assiali;
- telai con elementi di controvento eccentrici**, sono quelli in cui le forze orizzontali sono sopportate principalmente da membrane caricate assialmente, ma dove la disposizione

eccentrica è tale per cui l'energia può essere dissipata nei collegamenti sismici (seismic link) per mezzo di deformazioni flessionali o taglianti cicliche;

- d) **strutture a pendolo capovolto**, e sono strutture in cui le zone dissipative sono localizzate alla base delle colonne;
- e) **strutture con nuclei di calcestruzzo o pareti di calcestruzzo**, sono quelle in cui le forze orizzontali sono sopportate principalmente da questi nuclei o pareti;
- f) **telai resistenti a flessione combinati con elementi di controvento concentrici**;
- g) **telai resistenti a flessione combinati con tamponamenti**.

Nel caso in esame trattasi di telai resistenti a flessione, per essi si raccomanda che le zone dissipative siano localizzate principalmente nelle cerniere plastiche nelle travi o nei nodi trave-colonna in modo tale che l'energia sia dissipata per mezzo di una flessione ciclica.

Per valutare il tagliante sismico alla base e considerando che l'edificio presenta una distribuzione regolare delle masse e delle rigidezze, anche in questo caso, quindi, viene adottata un'analisi statica lineare.

Tutte le caratteristiche sismiche di progetto, utilizzate già nel capitolo precedente, sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 38 – Caratteristiche sismiche di progetto

T [s]	S _{ed} (T ₁)	Suolo	q	ξ	Duttilità	δ	λ	Massa [kg]	F _b [kN]
1,0800	2,28	B	5,1	0,05	DCH	1,3	0,85	451000	222,39532

Il tagliante alla base può essere distribuito in elevazione su tutti i livelli applicando delle forze orizzontali F_i in accordo al primo modo di vibrare della struttura (gli spostamenti orizzontali si incrementano linearmente lungo l'altezza)

$$F_i = F_b \frac{z_i m_i}{\sum z_j m_j}$$

In particolare, z_i e z_j sono le altezze delle masse m_i e m_j al di sopra del livello dove è applicata l'azione sismica

Tabella 39 – Ripartizione forze orizzontali per ogni livello

	z _i [m]	m _i [kg]	F _i [kN]
1	3,35	167750	39,23
2	7,55	167750	88,42
3	11,75	115500	94,74

Verifiche

In accordo all' EC8 le prescrizioni relative alle classi di sezioni trasversali degli elementi in acciaio dissipativi sono funzione della classe di duttilità e del coefficiente di comportamento q utilizzato in fase di progettazione, in quanto si deve garantire sufficiente duttilità locale:

Tabella 40 – Valori del coefficiente di comportamento in funzione della classe di duttilità

Classe di duttilità	Valore di riferimento del coefficiente di comportamento q	Classe di sezione trasversale richiesta
DCM	$1,5 < q \leq 2$	Classe 1,2 o 3
	$2 < q \leq 4$	Classe 1 o 2
DCH	$q > 4$	Classe 1

Per quanto riguarda le cerniere plastiche nelle travi, si raccomanda di verificare che il momento plastico resistente e la capacità di rotazione non siano ridotti dalle sollecitazioni di compressione o taglio. A tal fine, per le sezioni appartenenti alle classi di sezione trasversale 1 e 2, si raccomanda di verificare le seguenti disuguaglianze nelle zone in cui ci si aspetta la formazione delle cerniere plastiche:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,15$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5$$

Dove:

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + V_{Ed,M}$$

N_{Ed} , M_{Ed} and V_{Ed} sono rispettivamente lo sforzo normale di progetto, momento flettente di progetto e taglio di progetto.

$V_{Ed,G}$ è il valore di progetto della forza di taglio dovuto ad azioni di tipo non-sismico;

$V_{Ed,M}$ è il valore di progetto della forza di taglio dovuto all'applicazione dei momenti plastici $M_{pl,Rd,A}$ e $M_{pl,Rd,B}$ con segni opposti alle sezioni di estremità A e B della trave.

Modellando un singolo MRFs in SAP2000, eseguendo un'analisi lineare statica sono state ottenute tutte le sollecitazioni necessarie alle verifiche.

Le colonne invece, devono essere verificate a compressione considerando la più sfavorevole combinazione di sforzo normale e momenti flettenti. Nelle verifiche, N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} sono calcolati come:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega N_{Ed,E}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega M_{Ed,E}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega V_{Ed,E}$$

$N_{Ed,G}(M_{Ed,G}; V_{Ed,G})$ sono la forza di compressione (rispettivamente il momento flettente e la forza di taglio) nella colonna dovute alle azioni di tipo non-sismico incluse nella combinazione di azioni per la situazione sismica di progetto;

$N_{Ed,E}(M_{Ed,E}; V_{Ed,E})$ sono la forza di compressione (rispettivamente il momento flettente e la forza di taglio) nella colonna dovute all'azione sismica di progetto;

γ_{ov} è il coefficiente di sovrarresistenza pari a 1,25 nel caso in esame.

Ω è il valore minimo di $\Omega_i = M_{pl,Rd,i}/M_{Ed,i}$ di tutte le travi in cui le zone dissipative sono localizzate;

$M_{Ed,i}$ è il valore di progetto del momento flettente nella trave i nella situazione sismica di progetto e

$M_{pl,Rd,i}$ è il corrispondente momento plastico, nel caso in esame essendoci agli estremi delle travi i dissipatori ad attrito freedom esso corrisponderà al momento di scorrimento dei freedom pari a 242,181 o 139 a seconda del dispositivo scelto (vedi cap 5.1),

Le verifiche di resistenza per le colonne vengono eseguite grazie al soddisfacimento delle seguenti disuguaglianze:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

Per tenere conto anche del rispetto delle condizioni di esercizio, il drift di piano è limitato all'1% dell'altezza del piano:

$$d_r \cdot v \leq 0,010 \cdot h$$

d_r è il drift di piano amplificato di q ;

h è l'altezza di piano;

v è il fattore di riduzione che tiene conto del minor periodo di ritorno dell'azione sismica associato allo stato limite di limitazione del danno.

Soluzione

Non essendo soddisfatte alcune delle verifiche precedenti sono stati cambiati i profili di travi e colonne in via iterativa al fine di soddisfare le stesse.

In particolare, sono stati adottati profili IPE450 per le travi dei primi due livelli, IPE400 per le travi in copertura e HEB400 per le colonne. Di seguito vengono riassunte le sollecitazioni a cui sono sottoposti, i valori di Ω_i :

Tabella 41 – Momenti sollecitanti e valori di Ω delle travi corrispondenti ai telai in direzione y

Telaio	Livello	Trave	Estremo	M _{ed} [kNm]	M _{freedom}	Ω
1	1	2004	2	-87,88	242	2,75
		2004	14	43,91	242	5,51
		2003	14	-82	242	2,95
		2003	16	45,93	242	5,27
	2	18	43	-88,76	242	2,73
		18	46	45,23	242	5,35
		17	46	-78,25	242	3,09
		17	47	41,62	242	5,81
	3	85	52	-52,7	139	2,64
		85	49	16,01	139	8,68
		84	49	-46,29	139	3,00
		84	48	13,84	139	10,04
2	1	178	20	3,15	242	76,83
		177	18	-102,87	242	2,35
		2002	18	-86,47	242	2,80
		2002	10	41,68	242	5,81
	2	174	44	0,3	242	806,67
		173	45	-100,46	242	2,41
		16	45	-87,61	242	2,76
		16	42	42,49	242	5,70
	3	179	51	-49,25	139	2,82
		179	50	15,76	139	8,82
		83	50	-52,17	139	2,66
		83	53	15,46	139	8,99

Tabella 42 – Momenti sollecitanti e valori di Ω delle travi corrispondenti ai telai in direzione x

Telaio	Livello	Trave	Estremo	M _{ed} [kNm]	M _{freedom}	Ω
1	1	2007	8	-85,22	181	2,12
		2007	6	58,62	181	3,09
		2008	6	-88,64	181	2,04
		2008	4	52,52	181	3,45
	2	21	35	-82,9	181	2,18
		21	38	55,65	181	3,25
		22	38	88,65	181	2,04
		22	41	52,76	181	3,43
	3	88	60	-49,38	139	2,81
		88	57	25,16	139	5,52
		89	57	-51,74	139	2,69
		89	54	21,76	139	6,39
2	1	2005	24	-84,52	181	2,14
		2005	28	57,69	181	3,14
		2006	28	-86,46	181	2,09
		2006	32	50,54	181	3,58
	2	19	34	-81,53	181	2,22
		19	37	54,06	181	3,35
		20	37	-85,31	181	2,12
		20	40	49,18	181	3,68
	3	86	61	-48,61	139	2,86
		86	58	24,22	139	5,74
		87	58	-49,58	139	2,80
		87	55	19,67	139	7,07

Tabella 43 – Valori di Ω in direzione x e y di progetto

$\Omega_y =$	2,35
$\Omega_x =$	2,04

Tabella 44 – Sollecitazioni delle colonne corrispondenti ai telai in direzione y

Telaio	Livello	Colonna	N _{ed} [kN]	M _{ed,base} [kNm]	M _{ed,testa} [kNm]
1	1	1	-850,57	-520,35	112,07
		6	-1044,7	-558,91	209,74
		7	-372,95	-513,83	95,59
	2	6001	-544,91	-248,96	251,36
		6006	-684,05	-363,7	361,75
		6007	-251,68	-229,12	231,64
	3	8005	-220,54	-111,76	196,35
		8006	-306,93	-212,31	288,33
		8007	-123,18	-87,14	165,17

Tabella 45 – Sollecitazioni delle colonne corrispondenti ai telai in direzione x

Telaio	Livello	Colonna	N _{ed} [kN]	M _{ed,base} [kNm]	M _{ed,testa} [kNm]
1	1	105	-652,05	-445,1	108,58
		3	-1027,96	-484,91	209,42
		2	-1101,87	-450,83	123,12
	2	107	-435,46	-172,54	179,49
		6003	-667,7	-290,65	292,65
		6002	-709,85	-189,33	195,24
	3	8003	-213,53	-88,53	141,43
		8002	-305,69	-199,99	253,8
		8001	-301,63	-107,79	166,35

Tabella 46 – Verifica spostamenti di piano

d [m]	d [mm]	d * q	v * d _s	h _{interpiano}	0,01 * h	Verifica
0,0035	3,50	13,72	6,86	3350	33,50	Ok
0,0101	10,10	39,59	19,80	4200	42,00	Ok
0,0156	15,60	61,15	30,58	4200	42,00	Ok

Di seguito vengono riassunte le verifiche di alcune colonne più sollecitate.

Tabella 47 – Verifiche di resistenza e stabilità colonna 6 appartenente al telaio in direzione y

Caratteristiche della sollecitazione		
Momento sull'asta sezione di base o sinistra (Asse Forte)	M _{ys} =	-558,9 kNm
Momento sull'asta sezione di testa o destra (Asse Forte)	M _{yd} =	209,7 kNm
Carico distribuito	q _y =	0,0 kN/m
Momento sull'asta sezione di base o sinistra (Asse Debole)	M _{xs} =	0,0 kNm
Momento sull'asta sezione di testa o destra (Asse Debole)	M _{xd} =	0,0 kNm
Carico distribuito	q _x =	0,0 kN/m
Compressione/Trazione (Trazione +)	N _{sd} =	-1044,7 kN
Flessione asse forte	M _{y,sd} =	558,91 kNm
Flessione parassita asse forte	ΔM _{y,sd} =	0,00 kNm
Flessione asse debole	M _{x,sd} =	0,00 kNm
Flessione parassita asse debole	ΔM _{x,sd} =	0,00 kNm
Taglio asse forte	V _{y,sd} =	229,45 kN
Taglio asse debole	V _{x,sd} =	0,00 kN
Verifiche di resistenza		
Tenso-presso-flessione (Dominio approssimato)	IR-PTF =	0,636
Tenso-presso-flessione (Dominio accurato)	IR-PTF =	0,487
Taglio asse forte	IR-Vy =	0,161
Taglio asse debole	IR-Vx =	0,000
Verifiche di stabilità		
Indice di stabilità a compressione (flessionale o flessionale-torsionale)	IR-C =	0,177
Indice di stabilità latero-torsionale (per flessione nell'asse forte)	IR-LT =	0,487
Indice di stabilità combinato (compressione + flessione deviata)	IR-COMB =	0,517

Tabella 48 – Verifiche di resistenza e stabilità colonna 3 appartenente al telaio in direzione x

<i>Caratteristiche della sollecitazione</i>			
Momento sull'asta sezione di base o sinistra (Asse Forte)	$M_{ys} =$	-484,9	<i>kNm</i>
Momento sull'asta sezione di testa o destra (Asse Forte)	$M_{yd} =$	209,4	<i>kNm</i>
Carico distribuito	$q_y =$	0,0	<i>kN/m</i>
Momento sull'asta sezione di base o sinistra (Asse Debole)	$M_{xs} =$	0,0	<i>kNm</i>
Momento sull'asta sezione di testa o destra (Asse Debole)	$M_{xd} =$	0,0	<i>kNm</i>
Carico distribuito	$q_x =$	0,0	<i>kN/m</i>
Compressione/Trazione (Trazione +)	$N_{sd} =$	-1028,0	<i>kN</i>
Flessione asse forte	$M_{y,sd} =$	484,91	<i>kNm</i>
Flessione parassita asse forte	$\Delta M_{y,sd} =$	0,00	<i>kNm</i>
Flessione asse debole	$M_{x,sd} =$	0,00	<i>kNm</i>
Flessione parassita asse debole	$\Delta M_{x,sd} =$	0,00	<i>kNm</i>
Taglio asse forte	$V_{y,sd} =$	208,82	<i>kN</i>
Taglio asse debole	$V_{x,sd} =$	0,00	<i>kN</i>
<i>Verifiche di resistenza</i>			
Tenso-presso-flessione (Dominio approssimato)	IR-PTF =	0,569	
Tenso-presso-flessione (Dominio accurato)	IR-PTF =	0,423	
Taglio asse forte	IR-Vy =	0,146	
Taglio asse debole	IR-Vx =	0,000	
<i>Verifiche di stabilità</i>			
Indice di stabilità a compressione (flessionale o flessionale-torsionale)	IR-C =	0,174	
Indice di stabilità latero-torsionale (per flessione nell'asse forte)	IR-LT =	0,423	
Indice di stabilità combinato (compressione + flessione deviata)	IR-COMB =	0,457	

10. VERIFICA DELLE CONNESSIONI

Le connessioni della struttura in esame sono di diversa tipologia in base al tipo di telaio considerato.

Per quanto riguarda i telai sismo-resistenti come già anticipato in precedenza sono connessi tramite dei dispositivi ad attrito FREEDAM.

Mentre i telai non sismo-resistenti, ovvero quelli su cui gravano principalmente i carichi verticali, sono provvisti di connessioni a squadretta al fine di garantire lo schema statico di travi incernierate agli estremi (pendolari).

All'interno dei paragrafi successivi verranno esplicitate le verifiche delle già menzionate connessioni.

Connessioni FREEDAM

Per il progetto delle connessioni trave-colonna provviste di dispositivi FreeDam ci si basa sul rispetto dei principi del capacity design:

- le zone dissipative devono essere progettate sulla base delle diverse combinazioni di carico di progetto previste dalla normativa
- le zone non dissipative devono essere progettate sulla base delle massime caratteristiche della sollecitazione interna che le zone dissipative, plasticizzate ed incrudite fino al limite della loro resistenza ultima riescono a trasmettere.

Secondo questa filosofia si va a progettare prima il dissipatore ad attrito (componente debole o dissipativa) considerando le azioni derivanti dall'analisi strutturale in combinazioni sismiche e non, successivamente le componenti non dissipative considerando le massime azioni che il dissipatore trasmette ad esse, e quindi in modo da rimanere completamente in campo elastico fino al raggiungimento della rotazione ultima del dissipatore.

La resistenza allo scorrimento del dissipatore ad attrito dipende principalmente da:

- coefficiente ad attrito legato al rivestimento dei piatti d'attrito
- dalla forza di preserraggio dei bulloni

Mentre la capacità rotazionale dipende dalla lunghezza dei fori asolati.

Nel caso in esame viene scelto un collegamento FREEDAM in configurazione VFC con materiale d'attrito M4 (si è visto sperimentalmente come questo tipo di materiale sia in grado di non sviluppare fenomeni di "stick e slip" i quali inducono vibrazioni), di seguito si riporta la procedura di progetto step by step.

Si fa presente che, come descritto di seguito, essendo i dispositivi ad attrito standardizzati si esegue semplicemente una scelta tabellare da cataloghi; ragion per cui non si riportano i valori ottenuti dalla procedura di progettazione.

Step 1: Progetto bulloni del dissipatore ad attrito

Il rapporto tra il momento flettente di progetto ed il braccio di leva fornisce la forza di progetto agente nell'asse del dissipatore.

Il braccio di leva indicato con z in figura è definito come la distanza tra l'asse del dissipatore ed il centro di rotazione (situato nella mezzeria del T-stub)

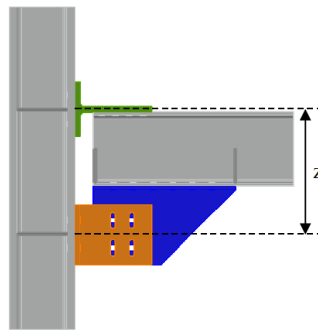


Figura 59 – Indicazione del braccio di leva sul dispositivo FREEDAM

$$F_{Ed} = \frac{\max\{M_{Ed,1}; M_{Ed,2}/\Omega_{dyn}\}}{z} = \frac{M_{Ed}}{z}$$

Dove:

- $M_{Ed,1}$ è il massimo momento flettente agente sulla flangia della colonna che si ha nella più severa combinazione di carico tra combinazione per carichi verticali allo SLU; combinazioni da vento e combinazioni per carichi sismici allo SLD
- $M_{Ed,2}$ è il massimo momento flettente agente sulla flangia della colonna in combinazioni sismiche allo SLU
- Ω_{dyn} è un fattore del materiale per tener conto della differenza tra coefficiente d'attrito statico e dinamico, pari ad 1 per dispositivi con materiale ad attrito M4.

Il braccio di leva z va inizialmente fissato per determinare le caratteristiche dei bulloni, dalla seguente tabella è possibile scegliere un valore di z in funzione della sezione della trave e dal livello di capacità m dato dal rapporto tra momento flettente di progetto e valore nominale della resistenza flessionale ($M_{Ed} / M_{b,Rd}$).

Tabella 49 – Braccio di leva in funzione della sezione della trave e del livello di capacità

Sezione della trave	m (livello di capacità della trave)		
	0.4	0.6	0.8
IPE 270	350÷400 mm	400÷450 mm	450÷500 mm
IPE 300	400÷450 mm	450÷500 mm	500÷550 mm
IPE 360	500÷550 mm	550÷600 mm	600÷650 mm
IPE 400	550÷600 mm	600÷650 mm	650÷700 mm
IPE 450	600÷650 mm	650÷700 mm	700÷750 mm
IPE 500	650÷700 mm		700÷750 mm
IPE 550	700÷750 mm		750÷800 mm
IPE 600	800÷850 mm		850÷900 mm
IPE 750x147	950÷1100 mm		1100÷1250 mm
IPE 750x161			
IPE 750x173			
IPE 750x185			

Adottando il braccio di leva dalla tabella, è possibile definire, in fase di progettazione, la forza sollecitante di progetto come:

$$F_{Ed} = \frac{\bar{m} \cdot M_{b,Rd}}{z}$$

La resistenza allo scorrimento vale:

$$F_{slip,Rd} = \frac{\mu_{s,lower} \cdot n_b \cdot n_s \cdot F_{p,lt}}{\gamma_{Mf}}$$

Dove:

- $\mu_{s,lower}$ è il frattile al 5% del coefficiente d'attrito statico (pari a 0.69 per materiale M4)
- n_b è il numero di bulloni
- n_s è il numero di superfici a contatto (in questo caso 2)
- $F_{p,lt}$ è il valore del precarico a lungo termine
- γ_{Mf} è il fattore parziale di sicurezza (pari a 1.16)

La forza di precarico a lungo termine $F_{p,lt}$:

$$F_{p,lt} = \psi \cdot 0.70 \cdot f_{ub} \cdot A_s \leq \frac{F_{p,0}}{\gamma_{lt}}$$

Dove:

- ψ è un fattore di riduzione <1 per tener conto dell'usura delle superfici a contatto e/o prevenire fenomeni di stick e slip (ma comunque $>0,4$ indipendentemente dal materiale d'attrito)
- γ_{lt} è un fattore che tiene conto delle perdite di precarico attese durante il ciclo di vita della struttura (pari a 1,15)

Uguagliando l'azione sollecitante di progetto F_{Ed} con la resistenza allo scorrimento $F_{slid,RD}$, il numero di bulloni minimo vale:

$$n_{b,min} = \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{Mf}}{\mu_{s,lower} F_{p,lt} n_s}$$

Arrotondato per eccesso in modo da ottenere il numero reale di bulloni $n_{b,act}$

Con il reale numero di bulloni ovviamente va poi ricalcolato per formula inversa il fattore di riduzione ψ e di conseguenza la forza di precarico $F_{p,lt}$

Step 2: Azioni di progetto per le componenti non dissipative

La massima azione trasmessa dal dissipatore ad attrito alle componenti non dissipative vale:

$$F_{slip,max,Cd} = \Omega_{Cd} \cdot F_{slip,Rd} = \Omega_{Cd} \cdot \frac{\mu_{s,lower} n_b n_s F_{p,lt}}{\gamma_{Mf}}$$

Dove Ω_{Cd} è un fattore di sovraresistenza che tiene conto della variabilità del coefficiente d'attrito (nel caso in esame vale 1.56).

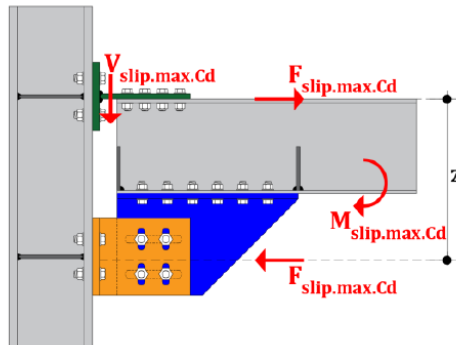


Figura 60 – Azioni trasmesse dal dissipatore alle componenti non dissipative

L'azione tagliante nella connessione è valutata come:

$$V_{slip,max,Cd} = \frac{2F_{slip,max,Cd} \cdot z}{(L-2a)} + q_{E,d} \frac{(L-2a)}{2}$$

Dove si è trascurato il contributo del dissipatore nella trasmissione dell'azione tagliante.

Step 3: Progetto della flangia del ringrosso

Per semplificare la verifica a rifollamento lo spessore della flangia del ringrosso t_{hf} è posto pari allo spessore della flangia della trave.

Nel progetto dei bulloni va considerata l'eccentricità tra l'asse del dissipatore e la flangia inferiore:

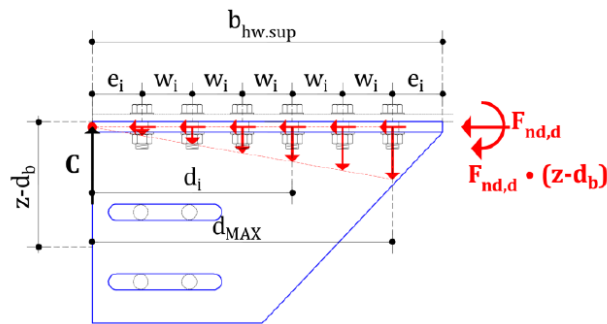


Figura 61 – Azioni trasmesse sui bulloni del ringrosso

Il diametro e il numero dei bulloni vanno fissati inizialmente, la loro posizione invece va fissata in base a requisiti tecnologici quali la distanza minima tra di essi. Il bullone più sollecitato come si evince dalla figura risulta quello posizionato sul bordo del ringrosso (a d_{max} da C).

Per cui la forza assiale su di esso risulta:

$$F_{t,Ed,max} = \frac{F_{slip,max,Cd} \cdot (z-d_b) \cdot d_{MAX}}{2 \cdot \sum_{i=1}^{n_b} d_i}$$

Dove:

- d_b è l'altezzza della trave
- d_i è la distanza dall'i-esimo bullone al centro di compressione

Mentre quella tagliante:

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{slip,max,Cd}}{2 \cdot n_b}$$

Queste ultime due formule si basano sull'assunzione di avere i bulloni del dissipatore disposti lungo 2 righe orizzontali, situazione molto comune per questa tipologia di dissipatori.

Step 4: Progetto dell' anima del ringrosso

La forma e dimensione del ringrosso dipendono da:

- d_0 diametro foro del bullone
- $n_{b,act}$ numero bulloni
- dimensione piatti ad attrito
- $L_{slot,h}$ lunghezza dei fori asolati

Per quanto riguarda la dimensione dei piatti ad attrito si introducono:

- Interasse orizzontale tra i bulloni: $w_h = k_{wh} d_0$
- Distanza orizzontale dell'asola dal bordo: $e_h = k_{eh} d_0$
- Interasse verticale tra i bulloni: $w_v = k_{wv} d_0$
- Distanza verticale dell'asola dal bordo: $e_v = k_{ev} d_0$

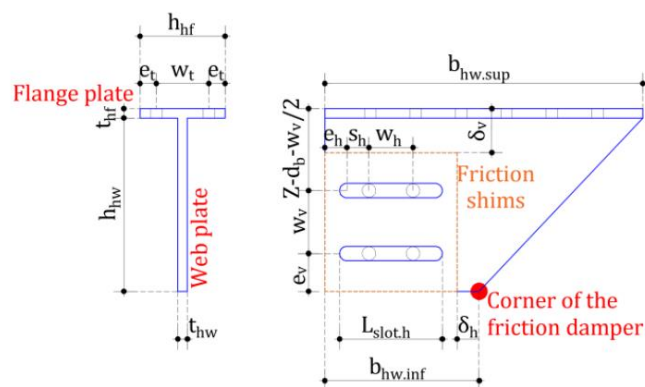


Figura 62 – Geometria dei piatti d'attrito

Per questi 4 parametri introdotti si suggeriscono i seguenti valori:

$$2.5 \leq k_{wh} \leq 3.5 \quad 1.2 \leq k_{eh} \leq 2.4; \quad 4.5 \leq k_{wv} \leq 6; \quad 2.5 \leq k_{ev} \leq 3.5$$

La lunghezza delle asole $L_{slot,h}$ invece dipende dalla capacità rotazionale richiesta al collegamento, ed è pari a:

$$L_{slot,h} \geq \left(\frac{n_{b,act}}{2} - 1 \right) \cdot w_h + d_0 + 2 \cdot \phi \cdot \left(z + \frac{w_v}{2} \right)$$

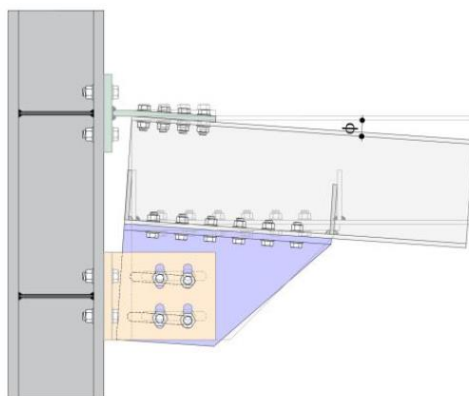


Figura 63 – Rotazione di progetto della trave

Dove ϕ è la rotazione di progetto che può essere fissata pari a 40 mrad in accordo alla norma AISC358, a cui va sommato 10 mrad per tener conto di eventuali difetti esecutivi e dell'incertezza della domanda sismica.

Per quanto riguarda la distanza tra l'angolo dell'anima del ringrosso ed il bordo del piatto ad attrito può essere valutato come:

$$\delta_h = \phi \cdot \left[e_v + \frac{w_v}{2} + z \right]$$

Una volta nota l'altezza dell'anima del ringrosso, si può determinare il suo spessore tramite un equilibrio tra resistenza della sezione netta e la forza di progetto $F_{slip,max,Cd}$:

$$F_{slip,max,Cd} = \frac{0.9 A_{net} f_{yh}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 (z - d_b - t_{hf} + \frac{w_v}{2} + e_v - 2d_0) t_{hw} f_{yh}}{\gamma_{M2}}$$

$$t_{hw} = \frac{F_{nd,d} \gamma_{M2}}{0.9 (z - d_b - t_{hf} + \frac{w_v}{2} + e_v - 2d_0) f_{yh}}$$

Dove:

- d_b è l'altezza della trave
- t_{hf} è lo spessore della flangia del ringrosso
- t_{hw} è lo spessore dell'anima del ringrosso
- f_{yh} è la tensione di snervamento dell'acciaio del piatto d'anima del ringrosso

Step 5: Progetto della flangia del T-stub

Per questo step è stato utilizzato il modello di T-stub adottato dall'EC3; in tale modello la resistenza di progetto può essere valutata come la minima tra quelle corrispondenti ai tre meccanismi di rottura:

- Meccanismo di Tipo 1: caratterizzato dalla formazione di 4 cerniere plastiche, due in asse ai bulloni e due in corrispondenza della sezione d'innesto tra flangia e anima del T-stub.
- Meccanismo di Tipo 2: caratterizzato dalla formazione di due cerniere plastiche nella sezione d'innesto tra flangia e anima del T-stub con rottura dei bulloni
- Meccanismo di Tipo 3: caratterizzato dalla sola rottura dei bulloni

E' chiaro che il meccanismo di tipo 3 risulta un meccanismo fragile in quanto non coinvolge la plasticizzazione della flangia e per tale motivo va assolutamente evitato. In figura si riportano i 3 meccanismi:

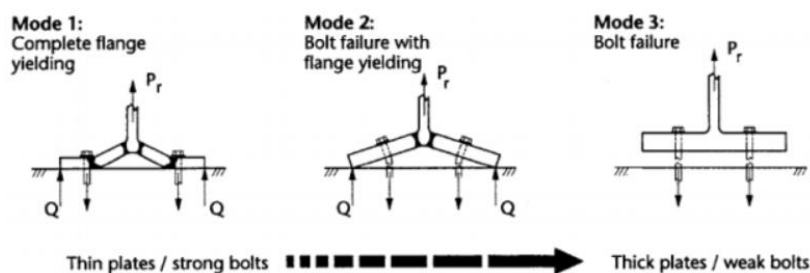


Figura 64 – Meccanismi di rottura del T-stub

La flangia del T-stub è soggetta a taglio ($V_{nd,d} = V_{slip,max,Cd}$) e trazione ($F_{nd,d} = F_{slip,max,Cd}$). Per cui al fine di evitare il meccanismo fragile di tipo 3 è necessario verificare i bulloni per azioni combinate taglio – trazione

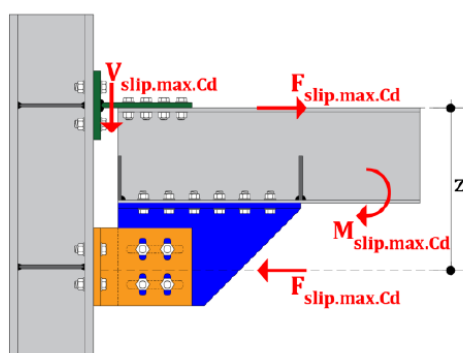


Figura 65 – Azioni agenti sul T-stub

Lo spessore della flangia t_{Tf} può essere progettato considerando l'azione di progetto $F_{slip,max,Cd}$ e la possibile rottura con meccanismo di tipo 1 o 2

Al fine di ridurre lo spessore della flangia, la distanza tra la linea d'asse dei bulloni dall'anima del T-stub (m_T) va minimizzata.

Invece la larghezza della flangia (b_T) viene definita rispettando i minimi di norma relativi all'interasse tra i bulloni (w_{Tf}) e le distanze dai bordi (e_{Tf})

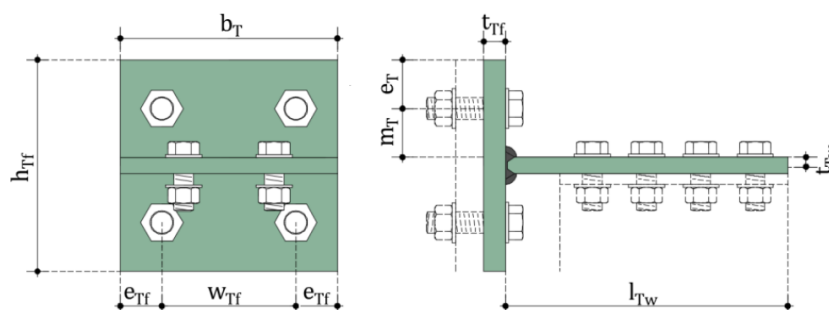


Figura 66 – Parametri geometrici del T-stub

Step 6: Progetto dell'anima del T-stub

Sotto azioni sismiche, una volta che il dissipatore inizia a scorrere, si forma una cerniera plastica alla base dell'anima del T-stub. Per cui in questa sezione nascono fenomeni di interazione (taglio, momento flettente e sforzo normale) come si evince in figura:

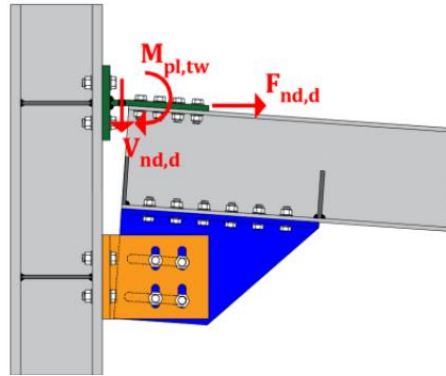


Figura 67 – Azioni agenti sull'anima del T-stub

Lo spessore dell'anima del T-stub viene quindi progettato per evitare fenomeni di interazione taglio-flessione, per cui secondo l'EC3 va progettato in modo da resistere ad un'azione tagliante pari ad almeno $2 V_{slip,max,Cd}$. Per semplificare le verifiche a rifollamento inoltre viene posto lo spessore dell'anima (t_{Tw}) pari ad almeno quello della flangia della trave.

I bulloni vengono progettati per resistere all'azione tagliante tramite verifiche a taglio e rifollamento.

Infine va definita la distanza del gap tra trave e colonna (gap_1)

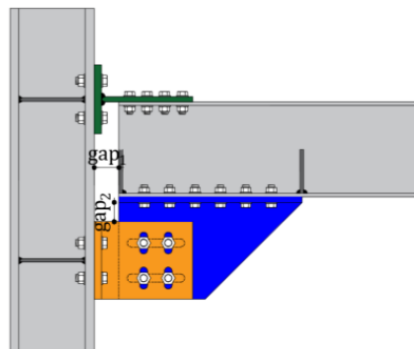


Figura 68 – Gap di progetto tra colonna e trave

Valutata in modo da consentire la rotazione nodale richiesta ϕ .

Sperimentalmente si è visto che deve essere pari ad almeno $gap_1 = t_{Tf} + 2t_{Tw}$

Step 7: Progetto degli angolari

Lo spessore degli angolari viene progettato in modo analogo a quello della flangia del T-stub.

Essi sono soggetti ad un'azione di trazione pari a $F_{slip,max,Cd}$.

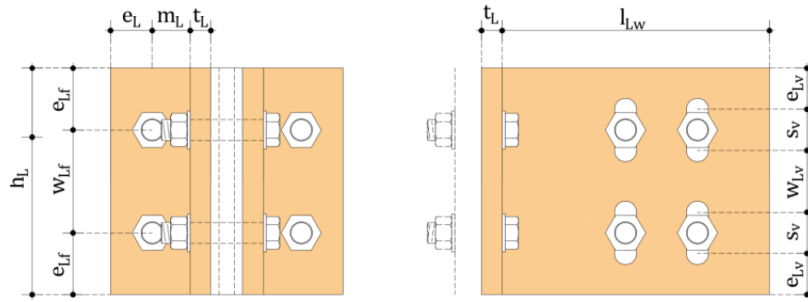


Figura 69 – Parametri geometrici degli angolari

Inoltre, in prima battuta la dimensione m_L deve essere fissata in modo da progettare t_L e successivamente (in modo iterativo) va corretto m_L e aggiornato t_L .

La dimensione delle asole verticali deve essere determinata in modo da consentire la rotazione di progetto, deve quindi soddisfare:

$$s_v \geq \phi \cdot [\text{gap}_1 + e_h + s_h + w_h]$$

A questo punto è necessario verificare che il bordo superiore degli angolari non vada in contatto con la flangia del ringrosso nel momento in cui si verifica la rotazione di progetto. In particolare deve risultare che:

$$\phi (l_{Lw} + t_L) < \text{gap}_2 = (h_{hw} - h_L)$$

Nel caso in cui non fosse verificata bisogna aumentare il braccio di leva z definito inizialmente e ripetere tutti i passaggi dallo step 1. Si precisa che scegliendo il braccio di leva z come suggerito dalla tabella dei valori standard la verifica risulta automaticamente soddisfatta.

Step 8: Verifica della trave e progetto degli irrigidimenti d'anima della trave

Essendo la trave una componente non dissipativa è necessario verificare che il momento flettente nella sezione in cui potenzialmente si può formare la cerniera plastica, sia minore o uguale alla resistenza di progetto della trave:

$$M_{slip,max,Cd} \frac{L_e - b}{L_e} \leq M_{b,Rd}$$

Dove:

- $M_{b,Rd}$ è la resistenza plastica della trave
- $L_e = M_{slip,max,Cd} / V_{slip,max,Cd}$ è la lunghezza di taglio

- b è la distanza tra la plausibile posizione della cerniera plastica e la flangia della colonna (suggerito pari a $0,5d_b$)

Se non è verificata la disequazione va aumentata la dimensione della trave.

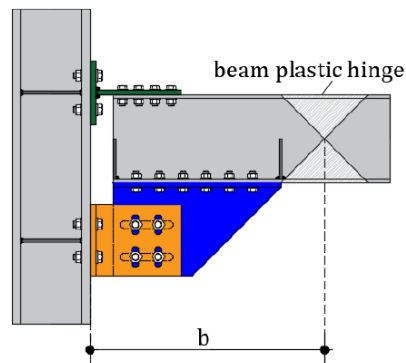


Figura 70 – Plausibile posizione della cerniera plastica sulla trave

Inoltre, per evitare l'instabilità locale dell'anima della trave, dovuta dalle azioni di compressioni causate dall'eccentricità tra asse del dissipatore e collegamento bullonato, è opportuno aggiungere due irrigidimenti alle estremità del dissipatore:

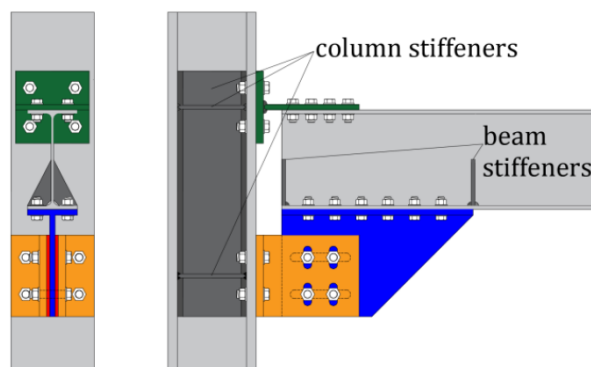


Figura 71 – Irrigidimenti sulla trave e sulla colonna

Step 9: Verifica della colonna e progetto degli irrigidimenti d'anima della colonna

La verifica del pannello d'anima della colonna deve essere eseguita considerando un'azione tagliante pari

a:

- $F_{slip,max,Cd}$ nel caso di nodi esterni
- $2 F_{slip,max,Cd}$ nel caso di nodi interni

Infatti, è l'azione trasmessa dalla connessione quando soggetta a momento flettente positivo o negativo. Per irrigidire il pannello d'anima è possibile inserire piatti di irrigidimento.

Inoltre, la flangia della colonna in flessione deve essere verificata mediante la modellazione del T-stub equivalente. Se richiesto è possibile irrigidire le flange della colonna con l'inserimento di piatti di

continuità o contropiaste, queste ultime utili sono nel caso in cui la resistenza è determinata dal meccanismo di collasso di tipo 1.

Nel caso di meccanismo di tipo 2 invece è necessario aumentare il diametro del bullone e la procedura va ripetuta dallo step2 aggiornato il T-Stub e gli angolari.

Per introdurre le connessioni FREEDAM nel mercato sono stati standardizzati gli elementi dei nodi dissipativi. I dispositivi sono concepiti tutti con materiale ad attrito M4 e sono caratterizzati dalla distanza tra la flangia inferiore della trave e l'asse del dissipatore, diametro e numero dei bulloni:

Tabella 50 – Elenco dispositivi FREEDAM standardizzati

Codice del dispositivo	Distanza tra la flangia inferiore della trave e l'asse del dissipatore ad attrito [cm]	Diametro dei bulloni	Numero dei bulloni
D1	170	M16	4
D2-A			4
D2-B	250	M20	6
D2-C			8
D3	330	M24	8

Nel caso in esame sono stati scelti i seguenti dispositivi:

- D1 – Trave IPE450 – $m=0,3$ per le travi dei primi due livelli dei MRFs in direzione x
- D2A – Trave IPE450 – $m=0,4$ per le travi dei primi due livelli dei MRFs in direzione y
- D1 – Trave IPE400 – $m=0,3$ per tutte le travi in copertura dei MRFs

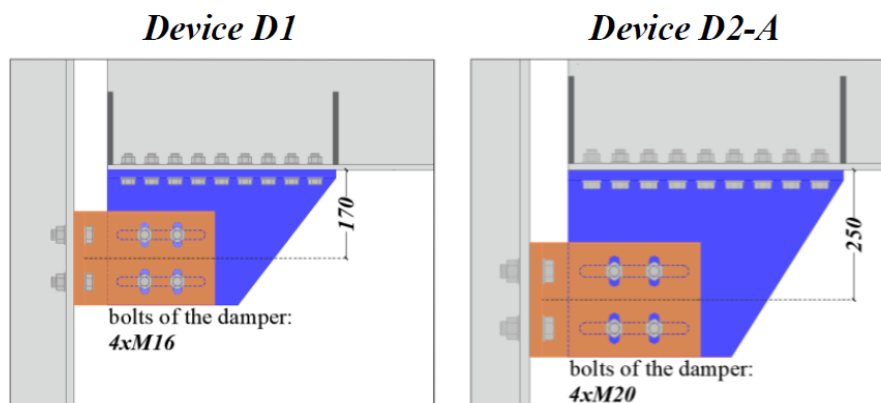


Figura 72 – Dispositivi standardizzati scelti D1 e D2-A

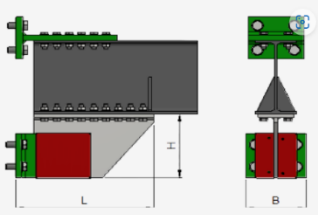
	
MARK	
FREEDAM - IPE 450 / 0.3	
DEVICE PROPERTIES	
Name	D1
$F_{slip,Rd}$	292.4 kN
$M_{l,Rd}$	181 kNm
Bolts	M16 HV 10.9
Number of bolts, n_b	4
Number of surfaces, n_s	2
Preload force, $F_{p,d}$	79.3 kN
GEOMETRY	
L	505 mm
H	260 mm
B	221 mm
MINIMUM COLUMN SIZE	
HE 240 B	

Figura 73 – Informazioni geometriche e meccaniche FREEDAM IPE450-0,3

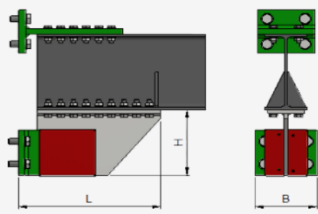
	
MARK	
FREEDAM - IPE 450 / 0.4	
DEVICE PROPERTIES	
Name	D-2A
$F_{slip,Rd}$	345.3 kN
$M_{l,Rd}$	242 kNm
Bolts	M20 HV 10.9
Number of bolts, n_b	4
Number of surfaces, n_s	2
Preload force, $F_{p,d}$	93.64 kN
GEOMETRY	
L	605 mm
H	360 mm
B	256 mm
MINIMUM COLUMN SIZE	
HE 280 B	

Figura 74 – Informazioni geometriche e meccaniche FREEDAM IPE450-0,4

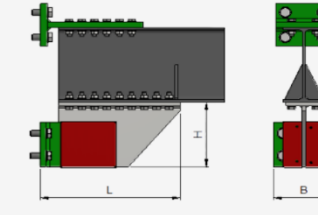
	
MARK	
FREEDAM - IPE 400 / 0.3	
DEVICE PROPERTIES	
Name	D1
$F_{slip,Rd}$	244.2 kN
$M_{l,Rd}$	139 kNm
Bolts	M16 HV 10.9
Number of bolts, n_b	4
Number of surfaces, n_s	2
Preload force, $F_{p,d}$	66.23 kN
GEOMETRY	
L	505 mm
H	260 mm
B	221 mm
MINIMUM COLUMN SIZE	
HE 240 B	

Figura 75 – Informazioni geometriche e meccaniche FREEDAM IPE400-0,3

Si rimanda in Appendice per i reports completi della geometria e caratteristiche dei dispositivi.

Verifica tramite IDEASTatica

I dispositivi FREEDAM scelti in precedenza sono stati verificati con il software IDEASTatica. In particolare la verifica è stata eseguita applicando un momento sollecitante pari al momento di scorrimento del freedom, al fine di verificare se la colonna si deformasse plasticamente o meno.

Nodo esterno con FREEDAM

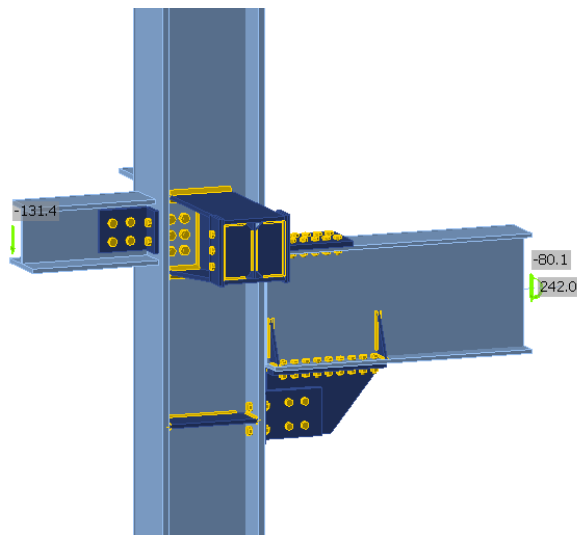


Figura 76 – Nodo trave-colonna esterno con FREEDAM

Sezioni

Nome	Materiale
1 - HEB400	S 355
6 - HEB300C(lwn300x(200/300))	S 355
4 - IPE450	S 355
8 - HEB240C(lwn240x(180/240))	S 355
9 - L170	S 355
10 - L100	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
16 10.9	16 10.9	16	1000.0	201
20 10.9	20 10.9	20	1000.0	314
24 10.9	24 10.9	24	1000.0	452
M22 10.9	M22 10.9	22	1000.0	380
M20 10.9	M20 10.9	20	1000.0	314

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE-CD4	Member 2	0.0	0.0	-120.3	0.0	0.0	0.0
	Member 3	0.0	0.0	-80.1	0.0	242.0	0.0
	Member 4	0.0	0.0	-131.4	0.0	0.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.1 < 5.0%	OK
Bulloni	75.3 < 100%	OK
Bulloni precaricati	68.0 < 100%	OK
Saldature	53.0 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Come si può osservare nella figura sottostante, nessuna zona si plasticizza:

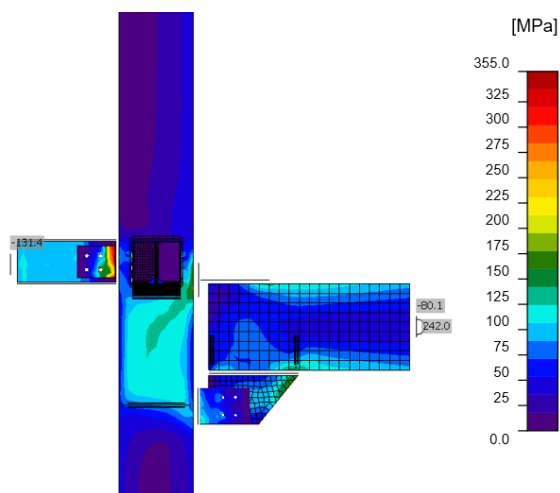


Figura 77 – Sforzi equivalenti sul nodo trave-colonna esterno con FREEDAM

Nodo interno con FREEDAM

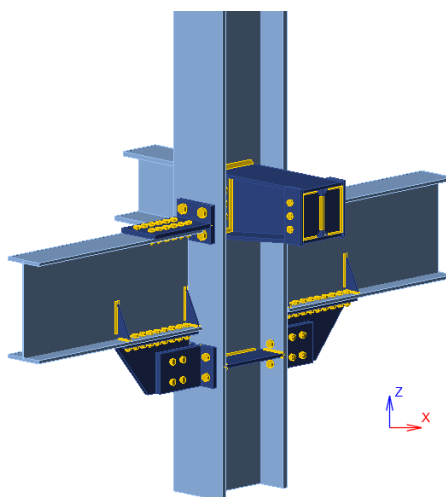


Figura 78 – Nodo trave-colonna interno con FREEDAM

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
Member 1	1 - HEB400	0.0	0.0	0.0	0	7	-5	Posizione
Member 2	6 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	5	-125	Nodo
Member 3	4 - IPE450	0.0	0.0	0.0	0	-7	-401	Posizione
Member 4	4 - IPE450	0.0	0.0	0.0	0	-7	-401	Posizione

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
16 10.9	16 10.9	16	1000.0	201
20 10.9	20 10.9	20	1000.0	314
24 10.9	24 10.9	24	1000.0	452
22 10.9	22 10.9	22	1000.0	380

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE-MC1	Member 2	0.0	0.0	-249.0	0.0	0.0	0.0
	Member 3	0.0	0.0	-80.1	0.0	242.0	0.0
	Member 4	0.0	0.0	80.1	0.0	242.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.1 < 5.0%	OK
Bulloni	88.9 < 100%	OK
Bulloni precaricati	88.6 < 100%	OK
Saldature	75.5 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Come si può osservare nella figura sottostante, nessuna zona si plasticizza:

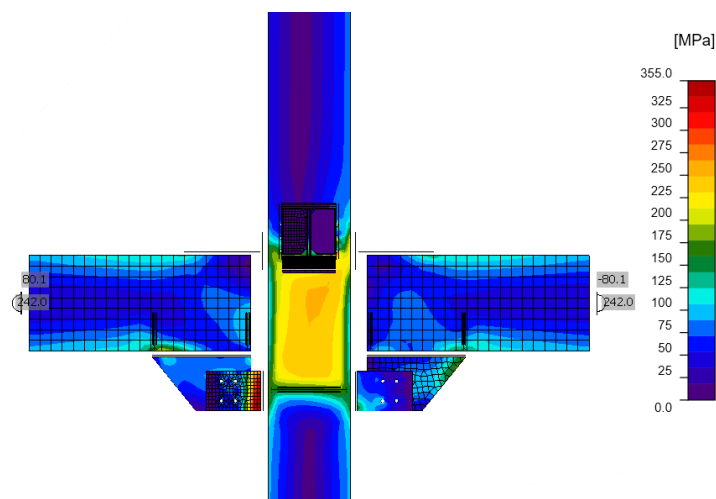


Figura 79 – Sforzi equivalenti sul nodo trave-colonna interno con FREEDAM

Si rimanda in Appendice per le informazioni circa le verifiche delle altre tipologie di connessioni FREEDAM.

Connessioni a squadretta

Le connessioni di questi telai sono classificate secondo la rigidezza in accordo all'EC sono definiti come collegamenti a cerniera:

“Un collegamento a cerniera deve essere progettato in modo tale che non possa sviluppare momenti apprezzabili che potrebbero avere un effetto negativo sui componenti della struttura.”

Esse sono caratterizzate da dimensioni e numero di bulloni differenti, a seconda degli elementi che connettono, in particolare:

- a) Angolari L200x100x15 che collegano trave HEB240 e colonna HEB400, con 1 fila di 2 bulloni $\phi 20$ sulla colonna e 2 file da 2 bulloni $\phi 20$ sulla trave;
- b) Angolari L200x100x15 che collegano trave HEB300 e colonna HEB400 con 1 fila di 2 bulloni $\phi 20$ sulla colonna e 2 file da 2 bulloni $\phi 20$ sulla trave;
- c) Angolari L200x150x20 che collegano trave HEB300 e colonna HEB400, con 2 fila di 3 bulloni $\phi 22$ sulla colonna e 2 file da 3 bulloni $\phi 22$ sulla trave;

Di seguito vengono riportati i calcoli manuali effettuati per il **CASO A)**

Geometria

Tabella 51 – Geometria degli angolari e dei bulloni

Angolare		Bulloni	
L_1 (mm) =	100,00	d (mm) =	20,00
L_2 (mm) =	200,00	d_0 (mm) =	22,00
L_3 (mm) =	160,00	f_{yb} (MPa) =	900,00
t_{ang} (mm) =	15,00	f_{ub} (MPa) =	1000,00
f_{yk} (MPa) =	355,00	A_{netta} (mm ²) =	314,16
f_{uk} (MPa) =	510,00	A_{res} (mm ²) =	245,00

Data la scarsa rigidezza della connessione, il vincolo che si considera nell'analisi strutturale è la cerniera, per cui il collegamento sarà soggetto solo allo sforzo di taglio T , equivalente alla reazione verticale R della trave:

$$\begin{aligned}q_d &= 43.45 \text{ kN/m} \\L &= 6.0475 \text{ m} \\R &= \frac{q_d \cdot L}{2} = 131.40 \text{ kN}\end{aligned}$$

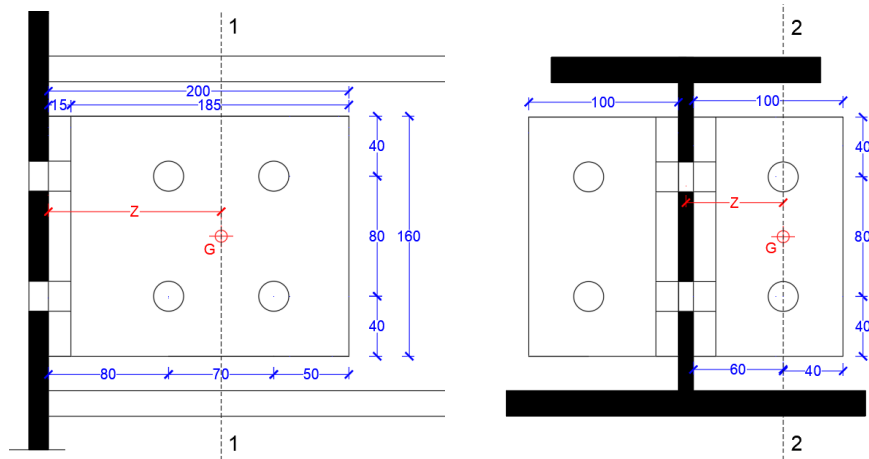


Figura 80 – Sezioni considerate per la verifica dei bulloni con indicazione del loro baricentro

Nella sezione 1-1 (bulloni sull'anima della trave) si hanno le seguenti sollecitazioni:

$$T_1 = R = 131.4 \text{ kN}$$

$$M_1 = R \cdot z = 15.11 \text{ kNm}$$

Danno luogo nei bulloni alle seguenti forze:

Bullone 1 e Bullone 3

$$F_h = -\frac{R \cdot z \cdot p_v/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = -53.48 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{4} + \frac{R \cdot z \cdot p_h/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = 79.64 \text{ kN}$$

$$F_{1-3} = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 95.93 \text{ kN}$$

Bullone 2 e Bullone 4

$$F_h = -\frac{R \cdot z \cdot p_v/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = -53.48 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{4} - \frac{R \cdot z \cdot p_h/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = 13.95 \text{ kN}$$

$$F_{2-4} = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 55.27 \text{ kN}$$

Quindi la forza di progetto dei bulloni presenti sulla trave sarà:

$$F_{Ed} = \max (F_1, F_2, F_3, F_4) = 95.93 \text{ kN}$$

Verifica a taglio

$$F_{V,Rd} = \frac{0.5 \cdot n_s \cdot A_{Res} \cdot f_{ub}}{1.25} = 98.00 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = 47.97 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

$$F_{B,Rd} = \frac{\alpha \cdot k \cdot d \cdot f_{uk}}{1.25 \cdot \min(2t_{ang}; t_{w, trave})} = 123.64 \text{ kN} > 95.93 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = \min\left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7; 2.5\right)$$

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{uk}}; 1\right)$$

Verifica del piatto a flessione

$$M_{Ed} = R \cdot \frac{z}{2} = 7.55 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot t_{ang.} \cdot \frac{L_3^2}{4} = 34.10 \text{ kNm}$$

Mentre nella sezione 2-2 (bulloni sulla colonna) si hanno le seguenti sollecitazioni:

$$T_1 = R/2 = 65.70 \text{ kN}$$

$$M_1 = \frac{R \cdot z}{2} = 4.27 \text{ kNm}$$

In quanto si considera solo uno dei due angolari, danno luogo nei bulloni alle seguenti forze:

Bullone 1

$$F_h = \frac{R}{2} \cdot \frac{z}{p_v} = 53.37 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2} = 32.85 \text{ kN}$$

$$F_1 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 62.67 \text{ kN}$$

Bullone 2

$$F_h = -\frac{R}{2} \cdot \frac{z}{p_v} = -53.37 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2} = 32.85 \text{ kN}$$

$$F_2 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 62.67 \text{ kN}$$

Quindi la forza di progetto dei bulloni presenti sulla colonna sarà:

$$F_{Ed} = \max (F_1, F_2) = 62.67 \text{ kN}$$

Anche in questo caso si eseguono le medesime verifiche descritte in precedenza.

Verifica a taglio

$$F_{V,Rd} = \frac{0.5 \cdot n_s \cdot A_{Res} \cdot f_{ub}}{1.25} = 98.00 \text{ kN} > 62.67 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

$$F_{B,Rd} = \frac{\alpha \cdot k \cdot d \cdot f_{uk}}{1.25 \cdot \min (2t_{ang}; t_{w,trave})} = 166.91 \text{ kN} > 62.67 \text{ kN}$$

Verifica del piatto a flessione

$$M_{Ed} = R \cdot \frac{z}{2} = 4.27 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot t_{ang} \cdot \frac{L_3^2}{4} = 34.10 \text{ kNm}$$

CASO B)

Geometria

Tabella 52 – Geometria degli angolari e dei bulloni

Angolare		Bulloni	
L_1 (mm) =	100,00	d (mm) =	20,00
L_2 (mm) =	200,00	d_0 (mm) =	22,00
L_3 (mm) =	160,00	f_{yb} (MPa) =	900,00
t_{ang} (mm) =	15,00	f_{ub} (MPa) =	1000,00
f_{yk} (MPa) =	355,00	A_{netta} (mm ²) =	314,16
f_{uk} (MPa) =	510,00	A_{res} (mm ²) =	245,00

Data la scarsa rigidezza della connessione, il vincolo che si considera nell'analisi strutturale è la cerniera, per cui il collegamento sarà soggetto solo allo sforzo di taglio T, equivalente alla reazione verticale R della trave:

$$R = 120.3 \text{ kN}$$

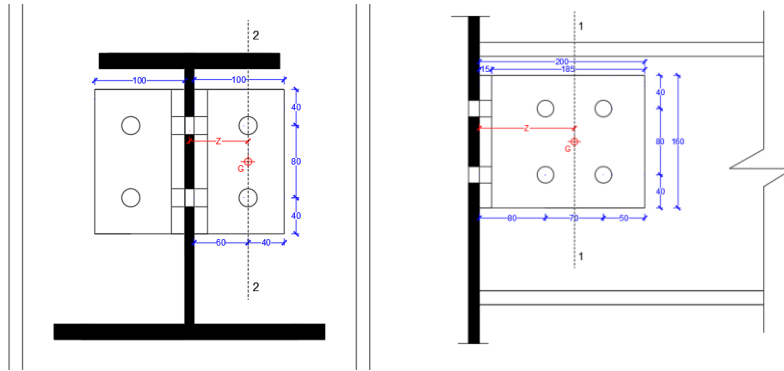


Figura 81 – Sezioni considerate per la verifica dei bulloni con indicazione del loro baricentro

Nella sezione 1-1 (bulloni sull'anima della trave) si hanno le seguenti sollecitazioni:

$$T_1 = R = 120.30 \text{ kN}$$

$$M_1 = R \cdot z = 13.83 \text{ kNm}$$

Danno luogo nei bulloni alle seguenti forze:

Bullone 1 e Bullone 3

$$F_h = -\frac{R \cdot z \cdot p_v/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = -48.97 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{4} + \frac{R \cdot z \cdot p_h/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = 72.93 \text{ kN}$$

$$F_{1-3} = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 87.84 \text{ kN}$$

Bullone 2 e Bullone 4

$$F_h = -\frac{R \cdot z \cdot p_v/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = -48.97 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{4} - \frac{R \cdot z \cdot p_h/2}{(p_v^2 + p_h^2)} = -12.78 \text{ kN}$$

$$F_{2-4} = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 50.61 \text{ kN}$$

Quindi la forza di progetto dei bulloni presenti sulla trave sarà:

$$F_{Ed} = \max(F_1, F_2, F_3, F_4) = 87.84 \text{ kN}$$

Le verifiche da soddisfare sono:

Verifica a taglio

$$F_{V,Rd} = \frac{0.5 \cdot n_s \cdot A_{Res} \cdot f_{ub}}{1.25} = 98.00 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = 43.92 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

$$F_{B,Rd} = \frac{\alpha \cdot k \cdot d \cdot f_{uk}}{1.25 \cdot \min(2t_{ang}; t_{w,trave})} = 136 \text{ kN} > 87.84 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = \min\left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7; 2.5\right)$$

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{uk}}; 1\right)$$

Verifica del piatto a flessione

$$M_{Ed} = R \cdot \frac{z}{2} = 6.92 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot t_{ang} \cdot \frac{L_3^2}{4} = 34.10 \text{ kNm}$$

Mentre nella sezione 2-2 (bulloni sulla colonna) si hanno le seguenti sollecitazioni:

$$T_1 = R/2 = 60.15 \text{ kN}$$

$$M_1 = \frac{R \cdot z}{2} = 6.91 \text{ kNm}$$

In quanto si considera solo uno dei due angolari, danno luogo nei bulloni alle seguenti forze:

Bullone 1

$$F_h = \frac{R}{2} \cdot \frac{z}{p_v} = 41.73 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2} = 30.08 \text{ kN}$$

$$F_1 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 51.44 \text{ kN}$$

Bullone 2

$$F_h = -\frac{R}{2} \cdot \frac{z}{p_v} = -41.73 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2} = 30.08 \text{ kN}$$

$$F_2 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 51.44 \text{ kN}$$

Quindi la forza di progetto dei bulloni presenti sulla colonna sarà:

$$F_{Ed} = \max(F_1, F_2) = 51.44 \text{ kN}$$

Verifica a taglio

$$F_{V,Rd} = \frac{0.5 \cdot n_s \cdot A_{Res} \cdot f_{ub}}{1.25} = 98.00 \text{ kN} > 51.44 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

$$F_{B,Rd} = \frac{\alpha \cdot k \cdot d \cdot f_{uk}}{1.25 \cdot \min(2t_{ang}; t_{w, trave})} = 166.91 \text{ kN} > 51.44 \text{ kN}$$

Verifica del piatto a flessione

$$M_{Ed} = R \cdot \frac{Z}{2} = 3.34 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot t_{ang.} \cdot \frac{L_3^2}{4} = 34.10 \text{ kNm}$$

CASO C)

Geometria

Tabella 53 – Geometria degli angolari e dei bulloni

Angolare		Bulloni	
L_1 (mm) =	150,00	d (mm) =	22,00
L_2 (mm) =	200,00	d_0 (mm) =	22,00
L_3 (mm) =	205,00	f_{yb} (MPa) =	900,00
t_{ang} (mm) =	20,00	f_{ub} (MPa) =	1000,00
f_{yk} (MPa) =	355,00	A_{netta} (mm ²) =	380,13
f_{uk} (MPa) =	510,00	A_{res} (mm ²) =	303,00

Data la scarsa rigidezza della connessione, il vincolo che si considera nell'analisi strutturale è la cerniera, per cui il collegamento sarà soggetto solo allo sforzo di taglio T, equivalente alla reazione verticale R della trave:

$$R = 293.90 \text{ kN}$$

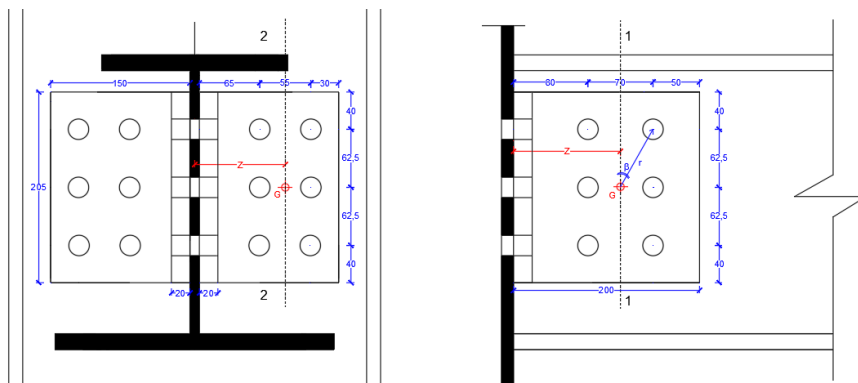


Figura 82 – Sezioni considerate per la verifica dei bulloni con indicazione del loro baricentro

Nella sezione 1-1 (bulloni sull'anima della trave) si hanno le seguenti sollecitazioni:

$$T_1 = R = 293.90 \text{ kN}$$

$$M_1 = R \cdot z = 33.80 \text{ kNm}$$

Danno luogo nei bulloni alle seguenti forze:

Bullone 1

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 91.97 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = -2.46 \text{ kN}$$

$$F_1 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 92.00 \text{ kN}$$

Bullone 2

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 91.97 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} + \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 100.43 \text{ kN}$$

$$F_2 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 136.18 \text{ kN}$$

Bullone 3

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 0 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = -2.46 \text{ kN}$$

$$F_3 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 2.46 \text{ kN}$$

Bullone 4

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 0 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} + \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 100.43 \text{ kN}$$

$$F_4 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 100.43 \text{ kN}$$

Bullone 5

$$F_h = -\frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = -91.97 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = -2.46 \text{ kN}$$

$$F_5 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 92.00 \text{ kN}$$

Bullone 6

$$F_h = - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin \beta}{\Sigma r^2} = -91.97 \text{ kN}$$
$$F_v = \frac{R}{6} + \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin \beta}{\Sigma r^2} = 100.43 \text{ kN}$$
$$F_6 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 136.18 \text{ kN}$$

Quindi la forza di progetto dei bulloni presenti sulla trave sarà:

$$F_{Ed} = \max (F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6) = 136.18 \text{ kN}$$

Le verifiche da soddisfare sono:

Verifica a taglio

$$F_{V,Rd} = \frac{0.5 \cdot n_s \cdot A_{Res} \cdot f_{ub}}{1.25} = 121.20 \text{ kN} > \frac{F_{Ed}}{2} = 68.09 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

$$F_{B,Rd} = \frac{\alpha \cdot k \cdot d \cdot f_{uk}}{1.25 \cdot \min (2t_{ang.}; t_{w,trave})} = 187 \text{ kN} > 136.18 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = \min \left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7 ; 2.5 \right)$$
$$\alpha = \min \left(\frac{e_1}{3 d_0} ; \frac{f_{ub}}{f_{uk}} ; 1 \right)$$

Verifica del piatto a flessione

$$M_{Ed} = R \cdot \frac{z}{2} = 16.90 \text{ kNm}$$
$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot t_{ang.} \cdot \frac{L_3^2}{4} = 74.60 \text{ kNm}$$

Mentre nella sezione 2-2 (bulloni sulla colonna) si hanno le seguenti sollecitazioni:

$$T_1 = R/2 = 146.95 \text{ kN}$$
$$M_1 = \frac{R \cdot z}{2} = 6.79 \text{ kNm}$$

In quanto si considera solo uno dei due angolari, danno luogo nei bulloni alle seguenti forze:

Bullone 1

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin \beta}{\Sigma r^2} = 42.14 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 5.97 \text{ kN}$$

$$F_1 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 42.57 \text{ kN}$$

Bullone 2

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 42.14 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} + \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 43.01 \text{ kN}$$

$$F_2 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 60.22 \text{ kN}$$

Bullone 3

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 0 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 5.95 \text{ kN}$$

$$F_3 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 5.95 \text{ kN}$$

Bullone 4

$$F_h = \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 0 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} + \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 43.03 \text{ kN}$$

$$F_4 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 43.03 \text{ kN}$$

Bullone 5

$$F_h = - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = -42.14 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 5.97 \text{ kN}$$

$$F_5 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 42.57 \text{ kN}$$

Bullone 6

$$F_h = - \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = -42.14 \text{ kN}$$

$$F_v = \frac{R}{6} + \frac{M_1 \cdot r \cdot \sin\beta}{\Sigma r^2} = 43.01 \text{ kN}$$

$$F_6 = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = 60.22 \text{ kN}$$

Quindi la forza di progetto dei bulloni presenti sulla trave sarà:

$$F_{Ed} = \max (F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6) = 60.22 \text{ kN}$$

Verifica a taglio

$$F_{V,Rd} = \frac{0.5 \cdot n_s \cdot A_{Res} \cdot f_{ub}}{1.25} = 121.20 \text{ kN} > 60.22 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

$$F_{B,Rd} = \frac{\alpha \cdot k \cdot d \cdot f_{uk}}{1.25 \cdot \min (2t_{ang.}; t_{w, trave})} = 183.60 \text{ kN} > 42.57 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = \min \left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7 ; 2.5 \right)$$

$$\alpha = \min \left(\frac{e_1}{3 d_0} ; \frac{f_{ub}}{f_{uk}} ; 1 \right)$$

Verifica del piatto a flessione

$$M_{Ed} = R \cdot \frac{z}{2} = 13.59 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = f_{yk} \cdot t_{ang.} \cdot \frac{L_3^2}{4} = 74.60 \text{ kNm}$$

Verifica tramite IDEAStatica

Le verifiche delle connessioni a squadretta sono state effettuate anche attraverso il software IDEA Statica – Connection che si avvale del metodo CBFEM (Component Based Finite Element Model). Esso è basato sul metodo delle componenti (risolvendo i giunti come un sistema di elementi interconnessi tra loro, ovvero le componenti) e sul metodo FEM (Finite Element Method) che sostituisce il precedente nell'analizzare le tensioni delle singole componenti.

CASO A)

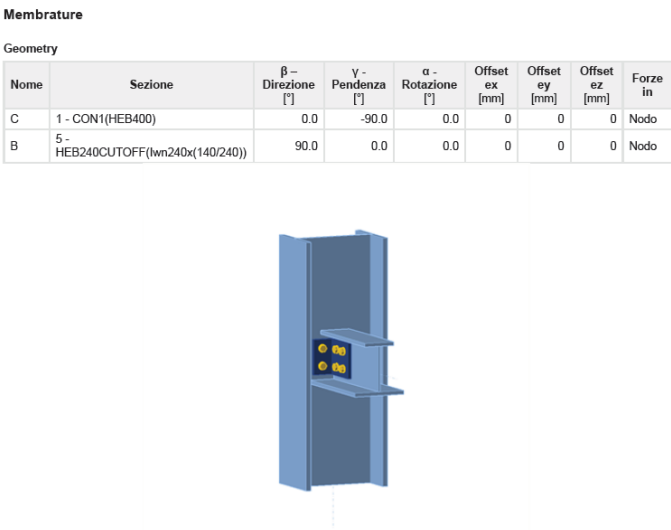


Figura 83 – Connessione a squadretta HEB240C

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	B	10.6	0.0	-131.4	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+X	B	10.5	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+Y	B	10.0	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-X	B	11.7	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-Y	B	12.2	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.2 < 5.0%	OK
Bulloni	62.1 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

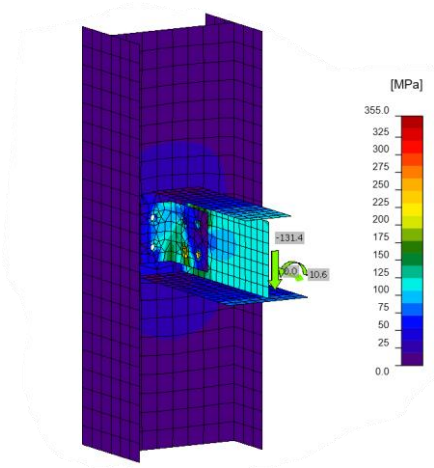
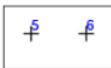
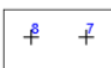


Figura 84 – Sforzi equivalenti su connessione a squadretta HEB240C

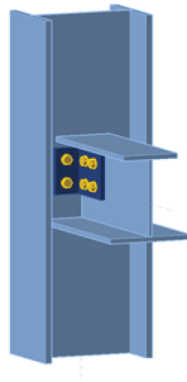
Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Stato
	B1	M20 10.9 - 1	ULS_GL	24.2	51.3	13.7	196.0	52.3	62.1	OK
	B2	M20 10.9 - 1	ULS_GL	6.1	49.4	3.5	187.7	52.6	52.9	OK
	B3	M20 10.9 - 1	ULS_GL	3.3	31.7	1.9	158.9	39.9	33.7	OK
	B4	M20 10.9 - 1	ULS_GL	1.0	29.2	0.6	196.0	29.8	30.2	OK
	B5	M20 10.9 - 2	ULS_GL	12.2	35.3	6.9	264.6	36.0	41.0	OK
	B6	M20 10.9 - 2	ULS_GL	2.2	33.1	1.2	178.2	33.8	34.6	OK
	B7	M20 10.9 - 2	ULS_GL	12.1	35.3	6.9	264.6	36.0	40.9	OK
	B8	M20 10.9 - 2	ULS_GL	2.2	33.1	1.2	178.2	33.7	34.6	OK

CASO B)

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzionale [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
C	1 - CON1(HEB400)	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo
B	5 - HEB300CUTOFF(lwn300x(200/300))	90.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo



Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 10.9	M20 10.9	20	1000.0	314

Effetti del carico (equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	B	0.0	0.0	-120.3	0.0	0.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.0 < 5.0%	OK
Bulloni	55.2 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

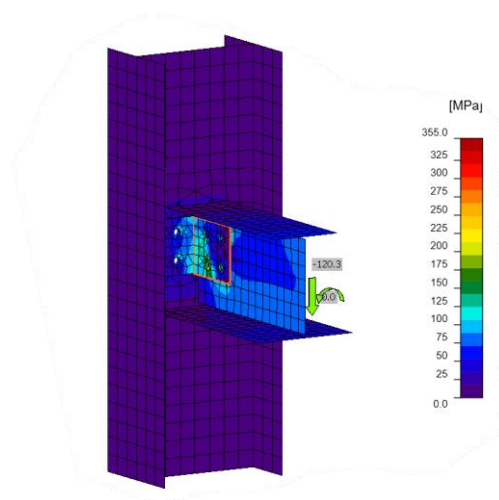


Figura 85 – Sforzi equivalenti su connessione a squadretta HEB300C

Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _{t,t} [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _{t,s} [%]	U _{t,t,s} [%]	Stato
	B1	M20 10.9 - 1	ULS_GL	21.0	45.7	11.9	215.6	46.7	55.2	OK
	B2	M20 10.9 - 1	ULS_GL	5.6	45.8	3.1	206.7	46.8	49.0	OK
	B3	M20 10.9 - 1	ULS_GL	2.9	27.0	1.6	174.8	30.9	28.7	OK
	B4	M20 10.9 - 1	ULS_GL	1.0	27.1	0.6	215.6	27.7	28.1	OK
	B5	M20 10.9 - 2	ULS_GL	6.6	33.8	3.8	264.6	34.5	37.1	OK
	B6	M20 10.9 - 2	ULS_GL	1.2	30.1	0.7	178.2	30.8	31.2	OK
	B7	M20 10.9 - 2	ULS_GL	6.6	33.7	3.7	264.6	34.4	37.1	OK
	B8	M20 10.9 - 2	ULS_GL	1.2	30.1	0.7	178.2	30.7	31.2	OK

CASO C)

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
C14 HEB400	1 - HEB400	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo
T14-30 HEB300C	5 - HEB300CUTOFF(lwn300x(200/300))	90.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo



Figura 86 – Connessione a squadretta HEB300c

Effetti del carico (equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	T14-30 HEB300C	16.6	0.0	-293.9	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+X	T14-30 HEB300C	17.4	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+Y	T14-30 HEB300C	17.6	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-X	T14-30 HEB300C	17.9	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-Y	T14-30 HEB300C	17.7	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.5 < 5.0%	OK
Bulloni	77.9 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

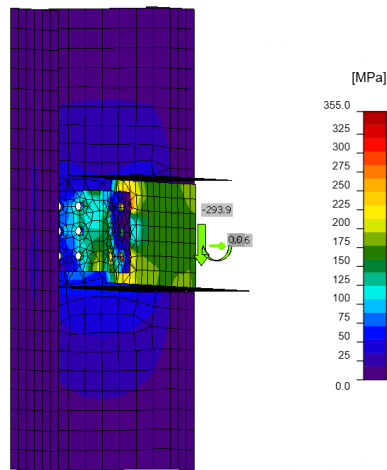


Figura 87 – Sforzi equivalenti su connessione a squadretta HEB300C

Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t1} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{ts} [%]	U_{ts} [%]	Stato
	B1	M22 10.9 - 1	ULS_GL	42.2	71.0	19.3	237.2	59.9	72.4	OK
	B2	M22 10.9 - 1	ULS_GL	10.4	51.7	4.8	141.3	73.2	46.1	OK
	B3	M22 10.9 - 1	ULS_GL	3.2	69.6	1.5	197.2	70.6	58.5	OK
	B4	M22 10.9 - 1	ULS_GL	5.4	52.7	2.5	135.3	77.9	45.3	OK
	B5	M22 10.9 - 1	ULS_GL	0.0	2.1	0.0	237.2	1.8	1.7	OK
	B6	M22 10.9 - 1	ULS_GL	1.4	50.0	0.6	187.4	53.4	41.7	OK
	B7	M22 10.9 - 2	ULS_GL	16.3	34.2	7.5	291.1	28.2	33.5	OK
	B8	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.6	31.7	0.3	109.8	28.9	26.3	OK
	B9	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.9	30.8	0.4	109.8	28.0	25.7	OK
	B10	M22 10.9 - 2	ULS_GL	5.7	23.3	2.6	271.3	19.2	21.1	OK
	B11	M22 10.9 - 2	ULS_GL	2.0	19.1	0.9	109.8	17.4	16.4	OK
	B12	M22 10.9 - 2	ULS_GL	3.2	18.9	1.5	109.8	17.2	16.6	OK
	B13	M22 10.9 - 2	ULS_GL	16.3	34.1	7.5	291.1	28.2	33.5	OK
	B14	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.6	31.7	0.3	109.8	28.9	26.3	OK
	B15	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.9	30.7	0.4	109.8	28.0	25.7	OK
	B16	M22 10.9 - 2	ULS_GL	5.7	23.3	2.6	271.3	19.2	21.1	OK
	B17	M22 10.9 - 2	ULS_GL	2.1	19.1	0.9	109.8	17.4	16.4	OK
	B18	M22 10.9 - 2	ULS_GL	3.2	18.9	1.5	109.8	17.2	16.6	OK

Al fine di validare i calcoli ottenuti dal software di seguito vengono confrontati lo sforzo agente sul bullone più sollecitato con i valori ottenuti dai calcoli manuali:

Tabella 54 – Confronto tra i valori del software IDEAStatica e calcoli manuali

CONFRONTO			
CASO	VALORE	TAGLIO (kN)	ERRORE (%)
A	SOFTWARE	51,3	4,7
A	MANUALE	47,97	
B	SOFTWARE	45,9	2,8
B	MANUALE	43,92	
C	SOFTWARE	71	4,10
C	MANUALE	68,09	

Si precisa che i calcoli manuali sono comunque figli di formulazioni presenti varie ipotesi e quindi approssimati mentre i valori ottenuti dal software risultano in ogni caso più precisi e a vantaggio di sicurezza.

Per tale motivo le successive connessioni a squadretta sono state verificate con il software IDEASTatica, risultando analogamente tutte verificate

Per i reports completi vedere l'Appendice.

11. MODELLO DI CALCOLO GLOBALE DELL'EDIFICIO

Completata la fase progettuale, successivamente si è proceduto alla modellazione numerica dell'edificio ricorrendo ai seguenti software:

- SAP2000;
- Advance Design;
- OpenSees.

Con i primi due software è stato modellato l'edificio globalmente, e precisamente con Advance Design sono state effettuate le verifiche globali dell'edificio.

Invece con OpenSees sono stati modellati solo i telai sismo-resistenti e quindi si è proceduto ad una modellazione bidimensionale.

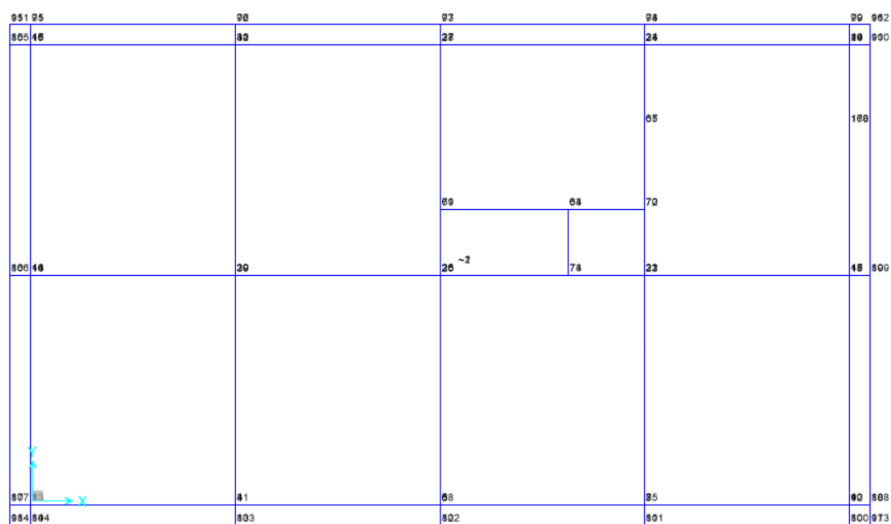
Modellazione con SAP2000

SAP2000 è un programma di calcolo agli elementi finiti. Avendo caratteristiche molto versatili, rientra nella categoria dei programmi cosiddetti “General purpose”, capaci cioè di analizzare strutture con caratteristiche molto diverse tra loro.

L'edificio è stato modellato tramite elementi “Frame” monodimensionali per le aste e “Joint” per i nodi, ad esse successivamente sono stati assegnati materiale e sezione.

La distribuzione spaziale è la seguente:

Pianta piano tipo



Pianta copertura

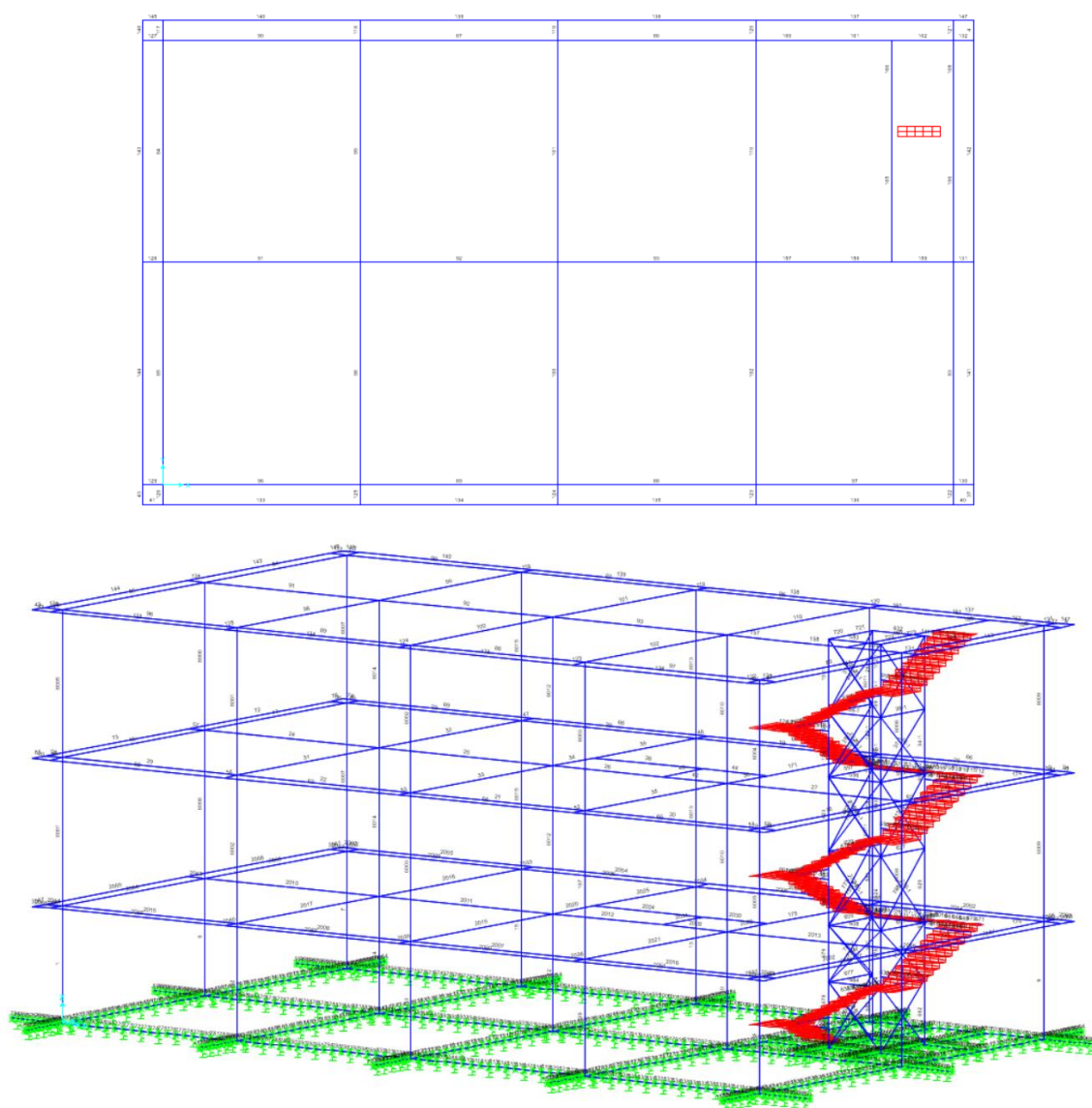


Figura 88 – Modellazione geometria della struttura su SAP2000

Come materiale è stato definito “Acciaio” per tutte le sezioni dell’edificio, avente le seguenti proprietà:

S Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: Acciaio ■

Material Type: Steel

Material Grade: Grade 50

Material Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 76.9822

Mass per Unit Volume: 7.85

Units

KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2.059E+08

Poisson, U: 0.3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.200E-05

Shear Modulus, G: 79207557

Other Properties For Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 344737.9

Minimum Tensile Stress, Fu: 448159.3

Expected Yield Stress, Fye: 379211.7

Expected Tensile Stress, Fue: 492975.2

Per quanto riguarda le sezioni invece, come da progetto, sono state definite le seguenti:

HEB400 per tutte le colonne

IPE450 per le travi appartenenti ai telai sismo-resistente del 1 e 2 livello

IPE400 per le travi appartenenti ai telai sismo-resistente della copertura

HEB240C per le travi appartenenti ai telai porta-solaio

HEB300C per le travi appartenenti ai telai porta-solaio

UPN240 per le travi estremali che compongono gli sbalzi

Rappresentati tramite differenti colori nella figura seguente:

—	HEB400	—	HEB240C
—	IPE450	—	HEB300C
—	IPE400	—	UPN240

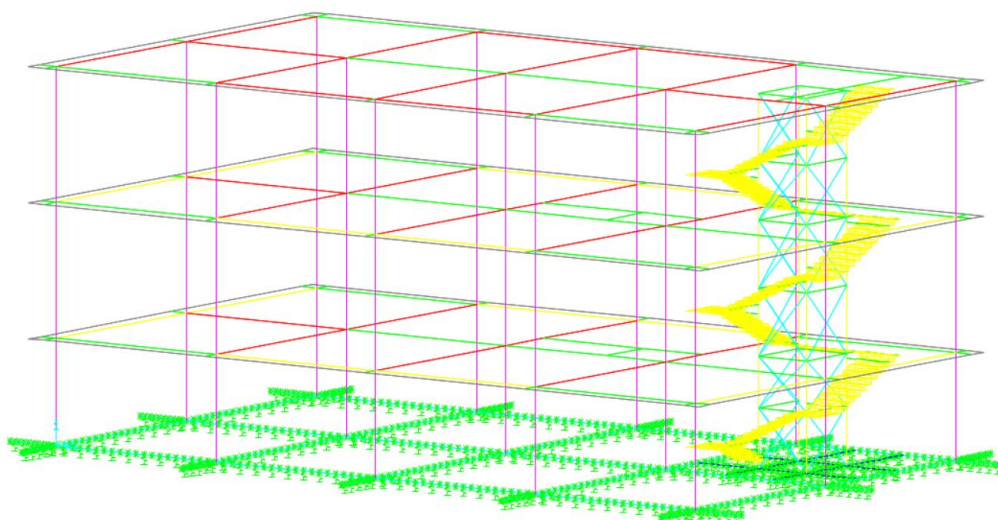


Figura 89 – Modellazione geometria della struttura su SAP2000 con indicazione delle sezioni

Si precisa che le travi appartenenti ai telai porta-solaio, ovvero le HEB240C e HEB300C essendo delle travi composte acciaio-calcestruzzo, come già dettagliatamente descritte nei capitoli precedenti, sono state modellate come profili con flangia superiore tagliata:

Section Name		HEB240C	Display Color	■
Section Notes		Modify/Show Notes...		
Dimensions				
Outside height (t3)		0.24		
Top flange width (t2)		0.14		
Top flange thickness (tf)		0.017		
Web thickness (tw)		0.01		
Bottom flange width (t2b)		0.24		
Bottom flange thickness (tfb)		0.017		
Fillet Radius		0.		
Material				
+	Acciaio			
Property Modifiers				
Set Modifiers...				
Section				
Properties		Section Properties... Time Dependent Properties...		

Figura 90 – Definizione sezione e materiale

A cui è stato assegnato, come in figura, il materiale Acciaio (lo stesso utilizzato per gli altri profili).

Per tener conto che si tratta di un profilo composto acciaio-calcestruzzo è stato assegnato un “Property modifiers”, ovvero un coefficiente moltiplicativo per il Momento d’Inerzia lungo l’asse 3 (z) , in particolare è stato valutato come:

$$\frac{\text{Inerzia sezione composta}}{\text{Inerzia sezione acciaio}} = \frac{I_{z,L}}{I_{z,L}}$$

Precisamente, per la sezione HEB240C vale:

$$\frac{\text{Inerzia sezione composta}}{\text{Inerzia sezione acciaio}} = \frac{I_{z,L}}{I_{z,L}} = \frac{15433 \text{ cm}^4}{9853 \text{ cm}^4} = 1,56$$

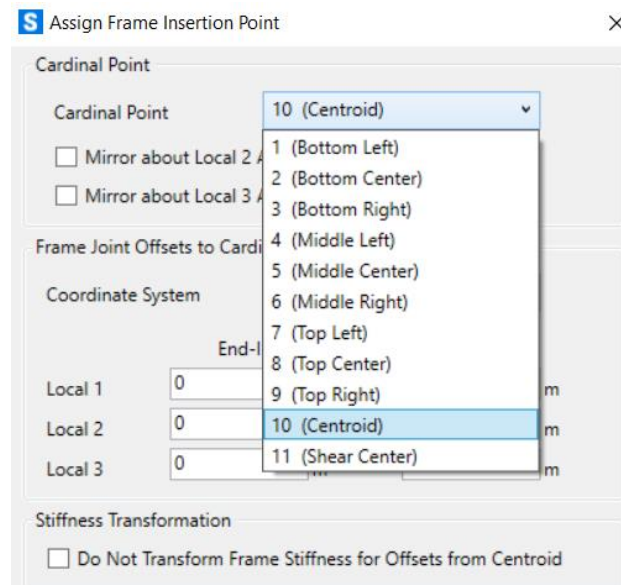
Mentre per la sezione HEB300C vale:

$$\frac{\text{Inerzia sezione composta}}{\text{Inerzia sezione acciaio}} = \frac{I_{z,L}}{I_{z,L}} = \frac{32957 \text{ cm}^4}{20860 \text{ cm}^4} = 1,58$$

I momenti d'inerzia utilizzati delle sezioni composte sono quelli valutati nei capitoli precedenti tramite il software CosFB.

Per modellare il comportamento strutturale quanto più reale possibile sono state definite anche le eccentricità costruttive tra i vari elementi, infatti non tutti gli elementi risultano connessi ad altri tramite il loro baricentro ma invece sono eccentrici.

Per tale motivo sono stati assegnati gli "Insertion points" per ogni frame.



Ad esempio, nel caso delle travi IPE450 che risultavano a filo superiore rispetto le adiacenti travi HEB240C è stato assegnato l'insertion point 8 (Top Center) mentre alle travi adiacenti è stato assegnato un I.P. 2 (Bottom center), per ottenere una distribuzione come in figura:



Figura 91 – Assegnazione eccentricità delle aste

Inoltre, in accordo alle NTC2018, il solaio può essere considerato come diaframma rigido essendo un solaio composto acciaio-clt con almeno 5cm di soletta e collegato tramite opportune connessioni a taglio. A tal proposito per ogni impalcato è stato definito un diaframma rigido di piano (DIAPH1, DIAPH2 e DIAPH3 rispettivamente per 1° impalcato, 2° impalcato, copertura). In figura si riporta l'esempio per il diaframma 1:

Figura 92 – Definizione diaframma di piano su SAP2000

Per modellare le connessioni a squadretta dei telai pendolari sono stati assegnati dei rilasci rotazionali agli estremi delle travi secondarie

	Release		Frame Partial Fixity Springs	
	Start	End	Start	End
Axial Load	☐	☐		
Shear Force 2 (Major)	☐	☐		
Shear Force 3 (Minor)	☐	☐		
Torsion	☐	☐		
Moment 22 (Minor)	☒	☒	0 kN-m/rad	0 kN-m/rad
Moment 33 (Major)	☒	☒	0 kN-m/rad	0 kN-m/rad

Infine sono stati modellati i dispositivi FreeDam attraverso delle “Non-linear hinges” . Precisamente sono stati definite 3 tipologie tante quanto sono i tipi di Freedom utilizzati:

- D1-IPE450-0.3 utilizzato nel 1° e 2° impalcato dei MRFs lungo x
- D2A-IPE450-0.4 utilizzato nel 1° e 2° impalcato dei MRFs lungo y
- D1-IPE400-0.3 utilizzato sull'impalcato di copertura

Evidenziati in figura:

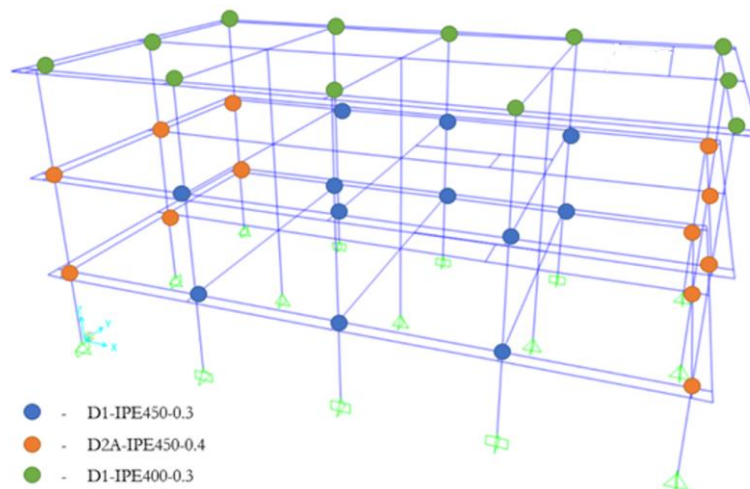


Figura 93 – Assegnazione dispositivi FREEDAM su SAP2000

Sono state quindi definite attraverso una curva Momento-Rotazione

Dispositivo D1-IPE450-0,3

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E	-0.1	-1.105
D	-1.5	-1.1
C	-1.	-1.
B	-1.	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.	1.
D	1.5	1.1
E	0.1	1.105

☐ Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

☒ Drops To Zero

☐ Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

☐ Use Yield Moment

☐ Use Yield Rotation (Steel Objects Only)

	Positive	Negative
Moment SF	181.	226.
Rotation SF	0.04	0.04

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

☒ Immediate Occupancy

☐ Life Safety

☐ Collapse Prevention

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	0.	0.
Life Safety	0.625	-0.625
Collapse Prevention	1.	-1.

Type

☒ Moment - Rotation

☐ Moment - Curvature

Hinge Length

☐ Relative Length

Hysteresis Type And Parameters

Hysteresis Type: Isotropic

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

Dispositivo D2A-IPE450-0,4

Scaling for Moment and Rotation

☐ Use Yield Moment

☐ Use Yield Rotation (Steel Objects Only)

	Positive	Negative
Moment SF	242.	302.
Rotation SF	0.04	0.04

Dispositivo D1-IPE400-0,3

Scaling for Moment and Rotation

☐ Use Yield Moment

☐ Use Yield Rotation (Steel Objects Only)

	Positive	Negative
Moment SF	139.	174.
Rotation SF	0.04	0.04

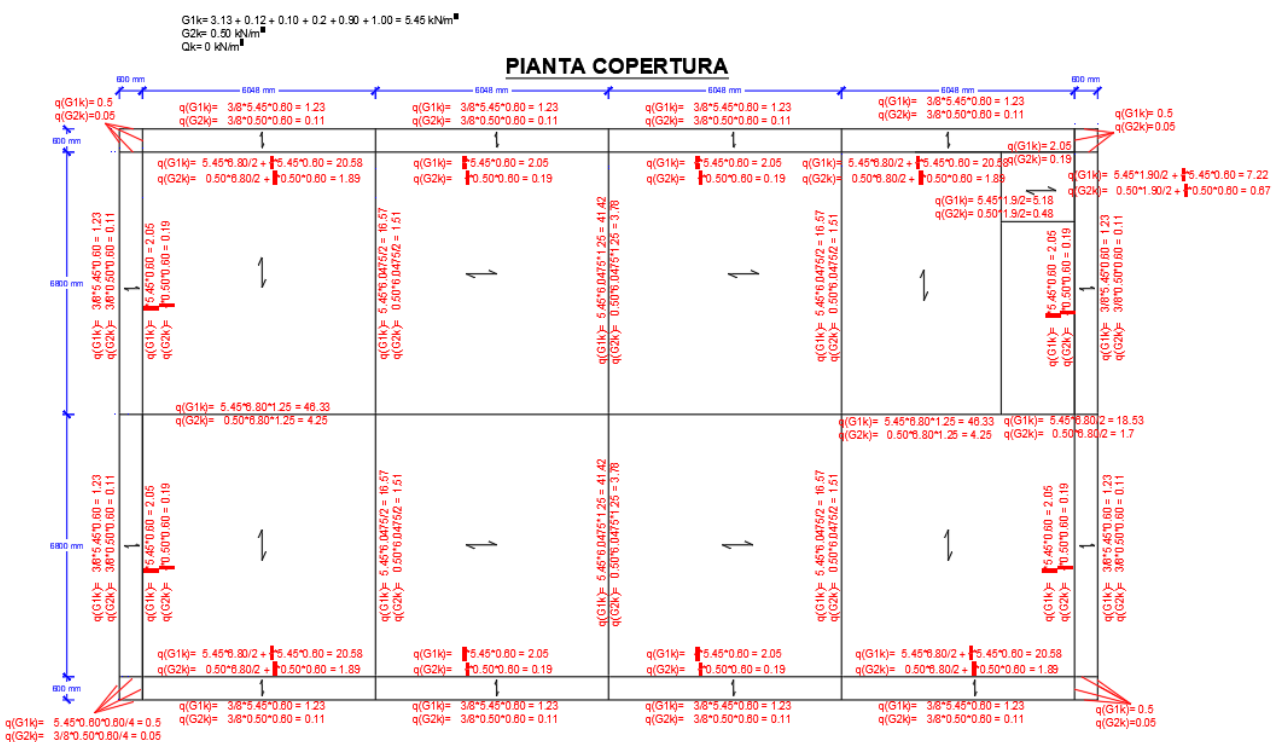
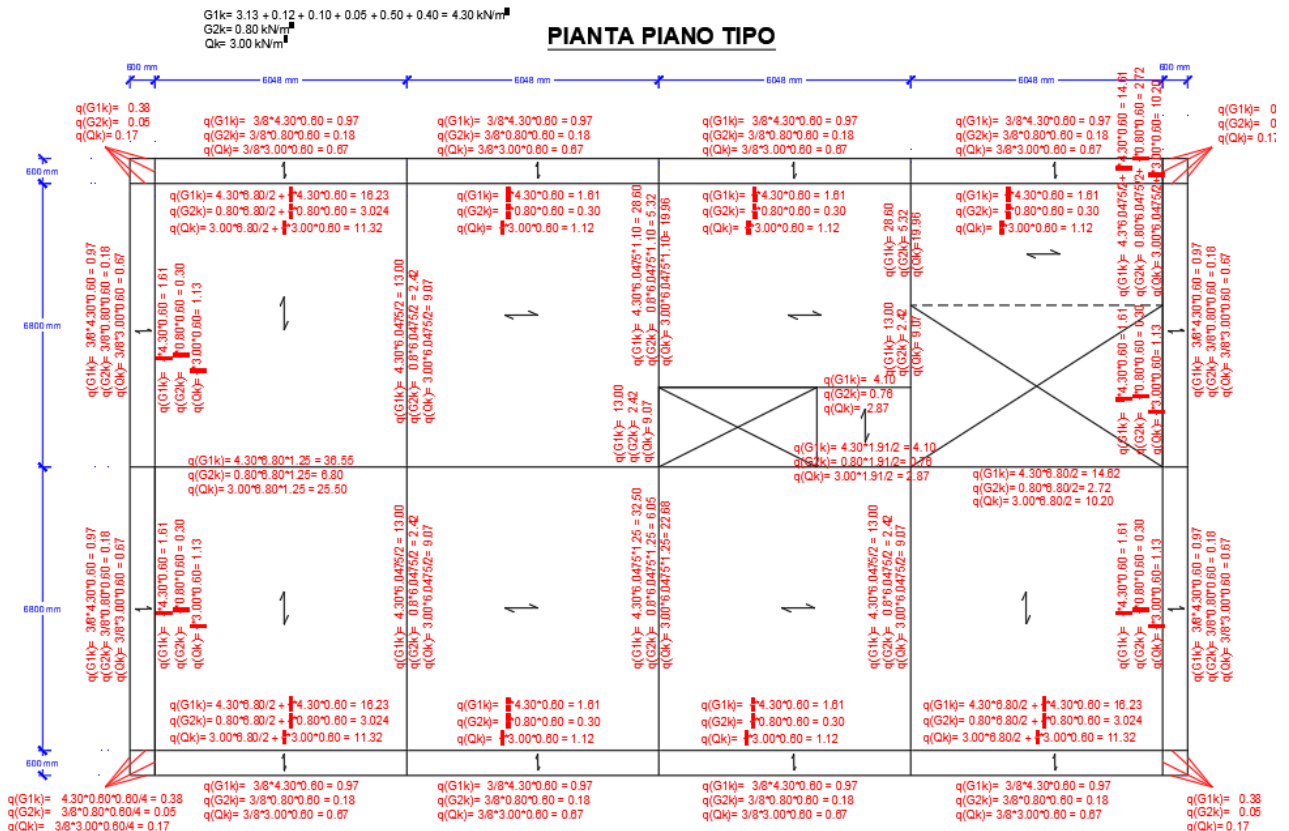
I tre dispositivi sono stati modellati in modo analogo, cambiando il momento di scorrimento. Si è modellata anche l'asimmetria dei dispositivi definendo i momenti di scorrimento positivi e negativi. Una volta definita la geometria e le proprietà dei materiali utilizzati, bisogna definire i carichi agenti sulla struttura.

Innanzitutto, si definiscono i Load Patterns:

Load Patterns			
Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
Gk1	Dead	1	
Gk1	Dead	1	
Gk2	Dead	0	
Gcladding	Dead	0	
Qk	Live	0	
Qsnow	Snow	0	
Edx_ecc+X	Quake	0	Italian NTC 2018
Edy_ecc+Y	Quake	0	Italian NTC 2018
Edx_ecc-X	Quake	0	Italian NTC 2018
Edy_ecc-Y	Quake	0	Italian NTC 2018
Edx_+X	Quake	0	Italian NTC 2018
Edy_+Y	Quake	0	Italian NTC 2018
Qwind+X	Wind	0	Italian NTC 2018
Qwind+Y	Wind	0	Italian NTC 2018
Qwind-X	Wind	0	Italian NTC 2018
Qwind-Y	Wind	0	Italian NTC 2018

Dove G_{k1} e G_{k2} sono i carichi permanenti strutturali e non, Q_k i carichi accidentali, $G_{cladding}$ il carico del rivestimento esterno, Q_{snow} i carichi da neve, Edx Edy ecc. sono le azioni sismiche nelle direzioni X e Y considerando l'eccentricità accidentale e non ed infine Q_{wind} che corrisponde al carico da vento sempre in entrambe le direzioni.

Per quanto riguarda i carichi permanenti, strutturali e non, accidentali vengono assegnati alle travi della struttura in modo manuale, ripartendoli in funzione dell'orditura dei solai come mostrato in figura:



Esempio carichi G_k1 assegnati al modello:

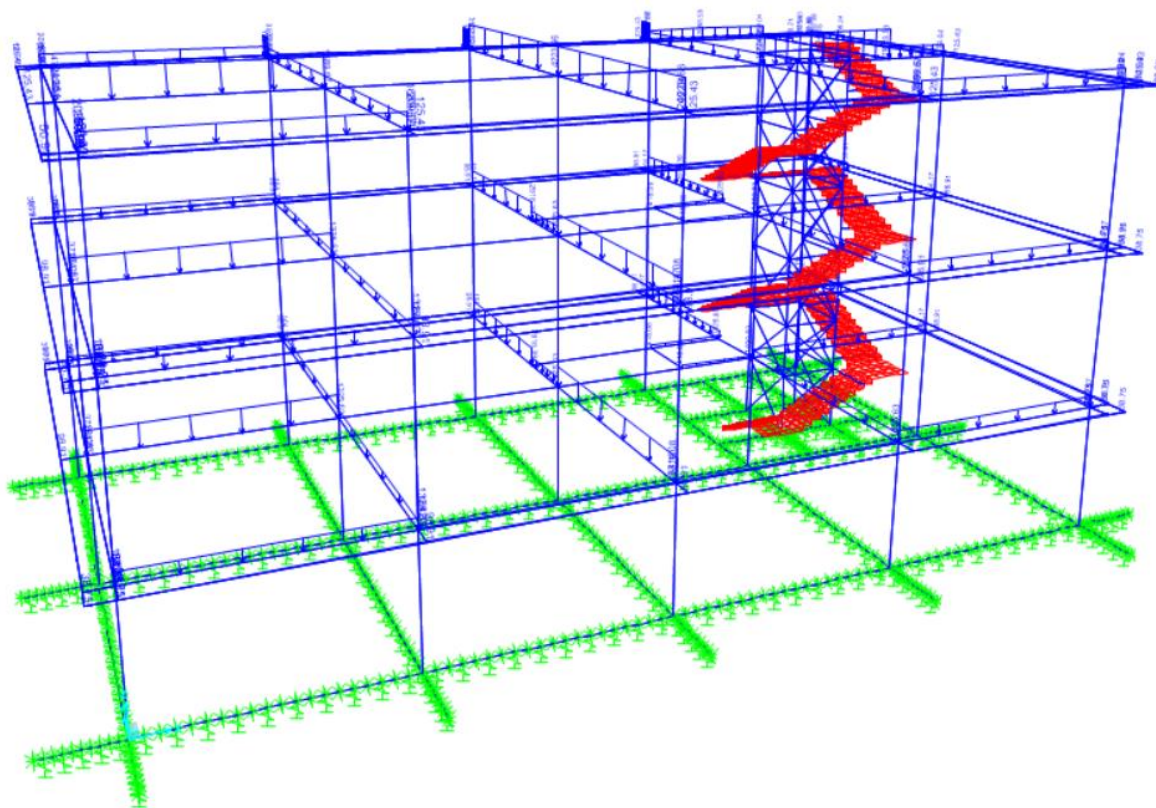


Figura 94 – Assegnazione carichi sulla struttura

Nel caso dei Load Pattern sismici (indicati con Type: Quake) vanno definiti i parametri necessari alla valutazione dello Spettro di norma; ovvero direzione del sisma per quel pattern, Latitudine e longitudine del sito, classe d'uso, vita nominale della struttura, tipo di suolo, topografia e fattore di comportamento (valutato nei capitoli precedenti):

Load Direction and Diaphragm Eccentricity

☐ Global X Direction
 ☒ Global Y Direction

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

Time Period

☐ Approximate
 ☒ Program Calc
 ☐ User Defined

T =

Parameters

Parameters ag, F0, T*c by	By Lat./Long. ▾	Spectrum Type	Design Horizontal ▾
Site Longitude (degrees)	14.7948	Soil Type	B ▾
Site Latitude (degrees)	40.7732	Topography	T1 ▾
Island Name	▾	h/H Ratio	1.
Limit State	SLV ▾	Spectrum Period, Tb	0.1866
Usage Class	III ▾	Spectrum Period, Tc	0.5597
Nominal Life	50.	Spectrum Period, Td	2.1991
Peak Ground Acc., ag/g	0.1498	Damping [in%], Xi	5.
Magnification Factor, F0	2.5229	Behavior Factor, q	5.1
Reference Period, Tc*	0.4298	Correction Factor, Lambda	0.85

Lateral Load Elevation Range

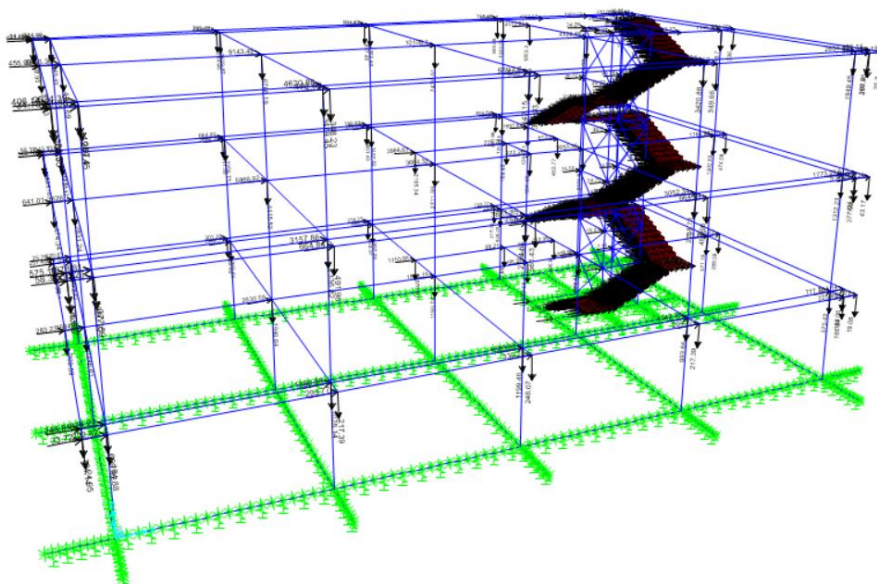
☒ Program Calculated
 ☐ User Specified

Max Z

Min Z

Figura 95 – Definizione parametri sismici sulla struttura

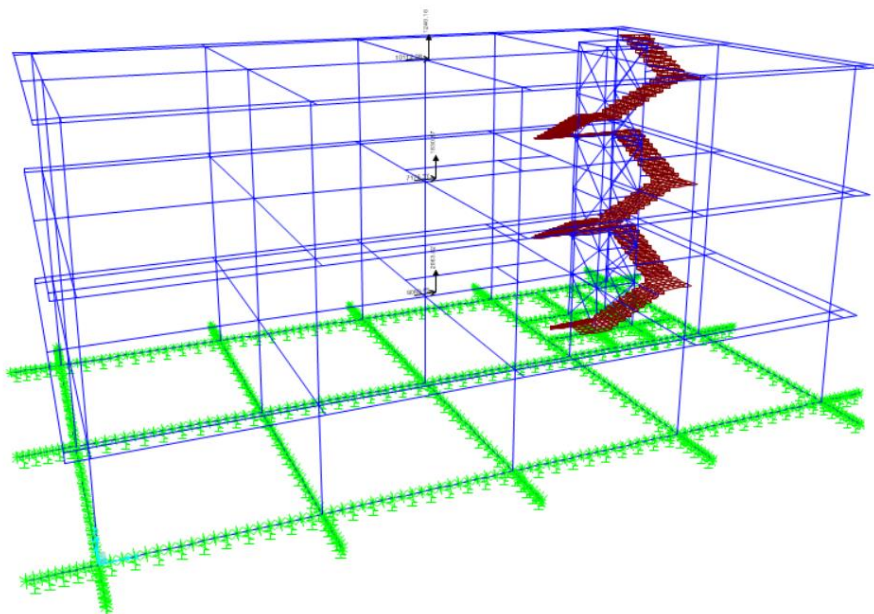
In questo modo il software in automatico ripartisce le azioni sismiche nei nodi della struttura.
Esempio carichi sismici assegnati al modello (comb. Edx_ecc + X):



Analogamente per i pattern indicanti le azioni da vento Q_{wind} (type: Wind) vanno indicati i coefficienti di esposizione sottovento e sopravvento, velocità, fattore di forma ecc. :

Figura 96 – Definizione parametri da vento sulla struttura

Esempio carichi da vento (Q_{windX}):



Successivamente si definiscono i Load Cases, ovvero le varie combinazioni delle azioni precedentemente indicate. Quali le combinazioni fondamentali e caratteristiche allo SLU e SLE, le 32 combinazioni sismiche considerando le varie eccentricità accidentali nelle due direzioni come da norma, MASS per l'analisi non lineare (push-over) descritta successivamente, MODAL per l'analisi modale.

Load Cases	
Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
MODAL	Modal
Gk2	Linear Static
Qk	Linear Static
Qsnow	Linear Static
Gcladding	Linear Static
ULS_Gravity	Linear Static
SLS_Characteristic	Linear Static
SLS_Frequent	Linear Static
SLS_Quasi_permanent	Linear Static
Exceptional	Linear Static
Edx_ecc+X	Linear Static
Edy_ecc+Y	Linear Static
Edy_ecc+Y	Linear Static
Edx_ecc-X	Linear Static
Edy_ecc-Y	Linear Static
1_+Edx_ecc+X_+0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
2_+Edx_ecc+X_-0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
3_-Edx_ecc+X_+0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
4_-Edx_ecc+X_-0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
5_+0.3Edx_ecc+X_+EdY_ecc+Y	Linear Static
6_+0.3Edx_ecc+X_-EdY_ecc+Y	Linear Static
7_-0.3Edx_ecc+X_+EdY_ecc+Y	Linear Static
8_-0.3Edx_ecc+X_-EdY_ecc+Y	Linear Static
9_+Edx_ecc+X_+0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
10_+Edx_ecc+X_-0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
11_-Edx_ecc+X_+0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
12_-Edx_ecc+X_-0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
13_+0.3Edx_ecc+X_+EdY_ecc-Y	Linear Static
14_+0.3Edx_ecc+X_-EdY_ecc-Y	Linear Static
15_-0.3Edx_ecc+X_+EdY_ecc-Y	Linear Static
16_-0.3Edx_ecc+X_-EdY_ecc-Y	Linear Static
17_+Edx_ecc-X_+0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
18_+Edx_ecc-X_-0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
19_-Edx_ecc-X_+0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
20_-Edx_ecc-X_-0.3EdY_ecc-Y	Linear Static
21_+0.3Edx_ecc-X_+EdY_ecc-Y	Linear Static
22_+0.3Edx_ecc-X_-EdY_ecc-Y	Linear Static
23_-0.3Edx_ecc-X_+EdY_ecc-Y	Linear Static
24_-0.3Edx_ecc-X_-EdY_ecc-Y	Linear Static
25_+Edx_ecc-X_+0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
26_+Edx_ecc-X_-0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
27_-Edx_ecc-X_+0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
28_-Edx_ecc-X_-0.3EdY_ecc+Y	Linear Static
29_+0.3Edx_ecc-X_+EdY_ecc+Y	Linear Static
30_+0.3Edx_ecc-X_-EdY_ecc+Y	Linear Static
31_-0.3Edx_ecc-X_+EdY_ecc+Y	Linear Static
32_-0.3Edx_ecc-X_-EdY_ecc+Y	Linear Static
Quasi_permanent_SLS-PUSHOVER	Nonlinear Static
MODAL_+X	Nonlinear Static
MODAL_-X	Nonlinear Static
MASS+X	Nonlinear Static
MASS-X	Nonlinear Static
MODAL_+Y	Nonlinear Static
MODAL_-Y	Nonlinear Static
MASS+Y	Nonlinear Static
MASS-Y	Nonlinear Static
Edx_+X	Linear Static
Edy_+Y	Linear Static
MODAL_+X_+0.3Y	Nonlinear Static
MODAL_+X_-0.3Y	Nonlinear Static
MODAL_-X_+0.3Y	Nonlinear Static
MODAL_-X_-0.3Y	Nonlinear Static
ULS_Qwind+X	Linear Static
ULS_Qwind+Y	Linear Static
ULS_Qwind-X	Linear Static
ULS_Qwind-Y	Linear Static
Gk+0.3Qk	Linear Static

Si riportano quindi di seguito alcune combinazioni viste nel dettaglio:

Load case: ULS_Gravity

Loads Applied		
Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern ▾	Gcladding ▾	1.3
Load Pattern	Gcladding	1.3
Load Pattern	Gk1	1.3
Load Pattern	Qk	1.5
Load Pattern	Gk2	1.5
Load Pattern	Qsnow	1.5

Load case: 1_+Edx_ecc+X_+0.3EdY_ecc+Y

Loads Applied		
Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern ▾	Edx_ecc+X ▾	1.25
Load Pattern	Edx_ecc+X	1.25
Load Pattern	Gk1	1.
Load Pattern	Gk2	1.
Load Pattern	Qk	0.3
Load Pattern	Edy_ecc+Y	0.375
Load Pattern	Gcladding	1.

Load case: MODAL_+X

Loads Applied		
Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern ▾	Edx_+X ▾	1.
Load Pattern	Edx_+X	1.

Load case: ULS_Qwind+X

Loads Applied		
Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern ▾	Qwind+X ▾	1.5
Load Pattern	Qwind+X	1.5
Load Pattern	Gk1	1.3
Load Pattern	Gk2	1.3
Load Pattern	Qk	1.05
Load Pattern	Qsnow	0.75
Load Pattern	Gcladding	1.5

Alcuni dei risultati ottenuti una volta fatte partire le varie analisi sono i seguenti:

SLU Carichi verticali – Moment 3-3

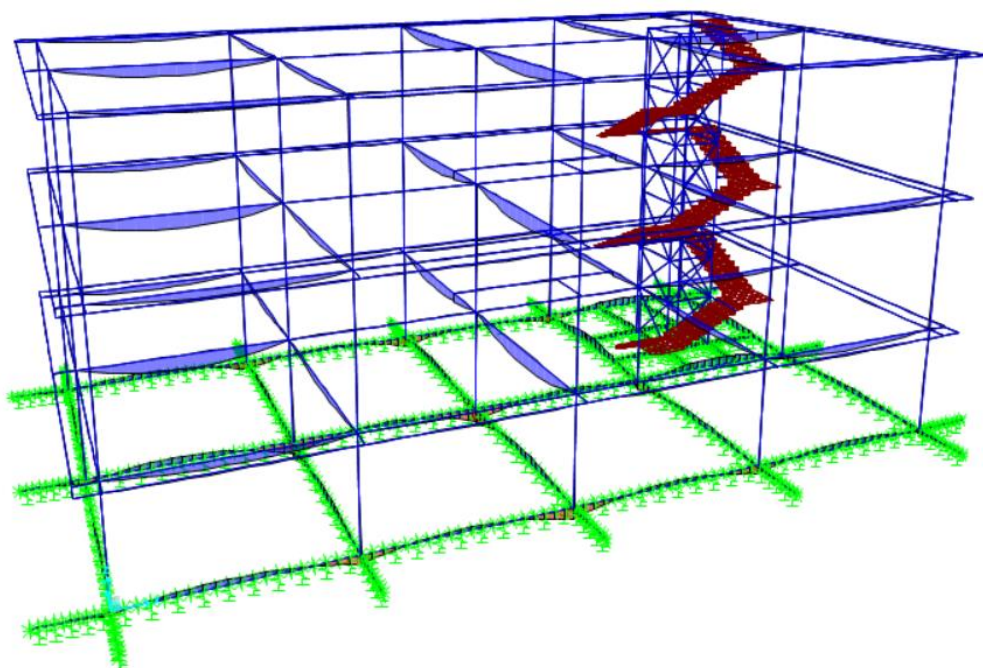


Figura 97 – Diagramma dei momenti – combinazione SLU carichi verticali

SLU Wind+X – Moment 3-3

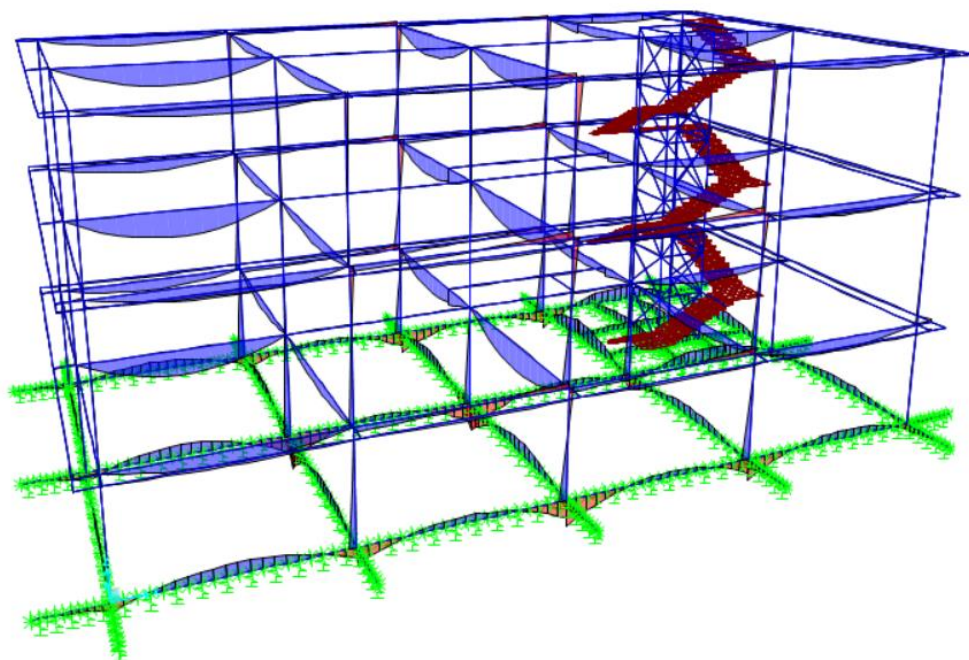


Figura 98 – Diagramma dei momenti – combinazione SLU da vento

1_+Edx-ecc+X +0.3Edy-ecc + Y – Moment 3-3

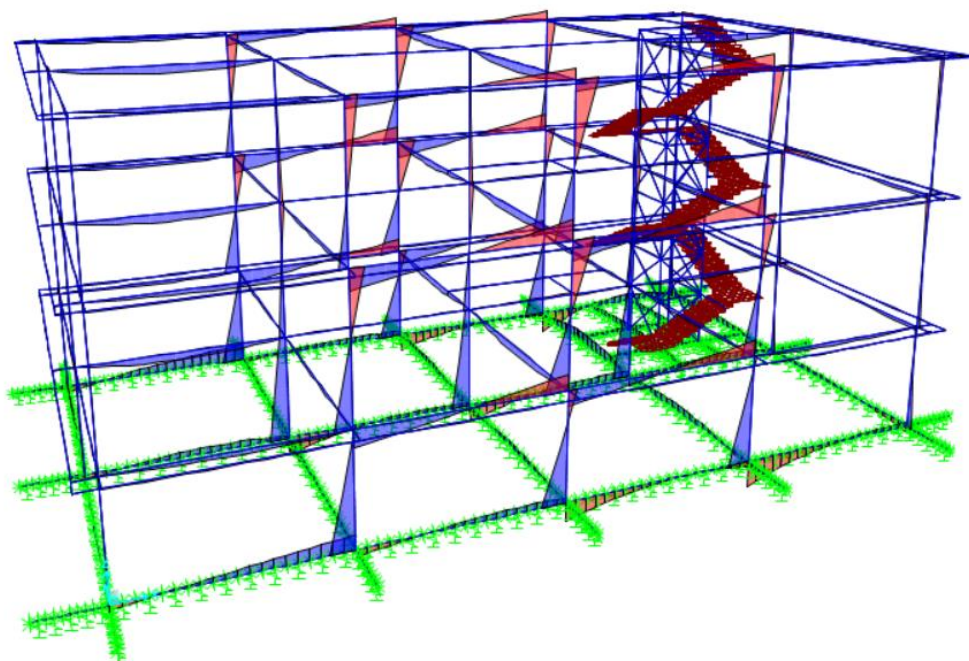


Figura 99 – Diagramma dei momenti – combinazione sismica

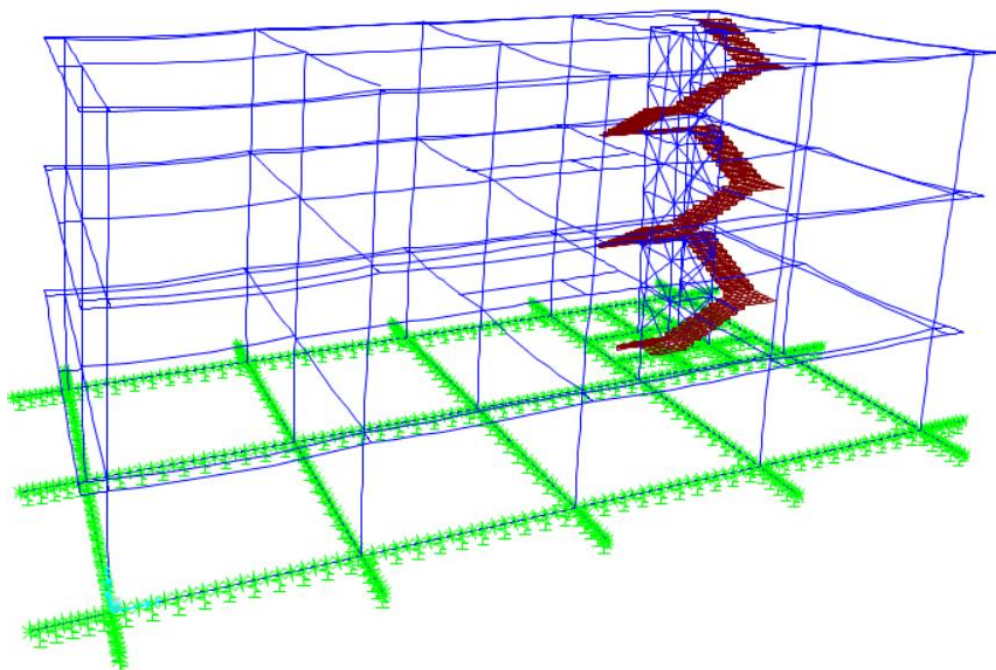


Figura 100 – Deformata della struttura – combinazione sismica

Per concludere è stata eseguita un'analisi statica non lineare (push-over), in quanto pur risultando di semplice interpretazione come le analisi statiche lineari consente di ottenere valutazioni della risposta strutturale anche in campo non lineare.

Consente quindi di ottenere un legame forza-spostamento descrittivo del comportamento strutturale chiamato anche Curva di capacità.

In pratica l'analisi push-over ci consente di “spingere” la struttura fino a che questa collassa o un parametro di controllo di deformazione non raggiunge un valore limite prefissato, “la spinta” è data da un profilo di forze orizzontali in corrispondenza di ogni piano in modo incrementale.

In un sistema MDOF come nel caso in esame, si è soliti scegliere come parametri il taglio alla base e lo spostamento in sommità della struttura.

Il risultato di tale analisi è la definizione della curva di pushover (o curva di capacità) ossia la curva forza-spostamento che rappresenta come dice il nome stesso, la capacità del sistema a fronteggiare una forzante esterna.

La curva ottenuta nel Case: MASS-X è la seguente:

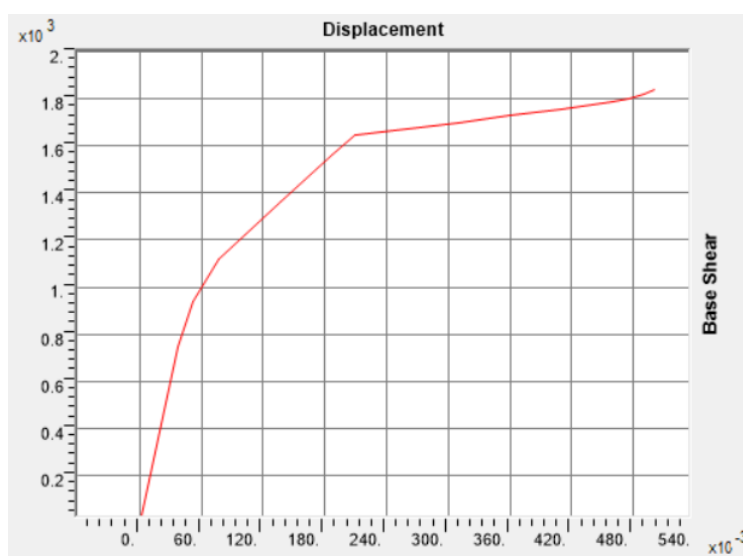


Figura 101 – Curva push-over ottenuta da SAP2000

Linearizzando la curva come bilineare o trilineare è possibile identificare la resistenza di snervamento F_y , la rigidezza elastica k_e e la rigidezza post-elastica k_p .

Si nota che la curva presenta un tratto finale incrudente, ciò è dovuto ad una limitazione del software SAP2000 in quanto nella modellazione della struttura non considera le sezioni a fibre.

A seguito dell'analisi push-over è possibile visualizzare la curva Momento-rotazione delle cerniere plastiche rappresentative dei nodi FREEDAM.

A titolo di esempio si riporta la curva di un dispositivo FREEDAM D2A:

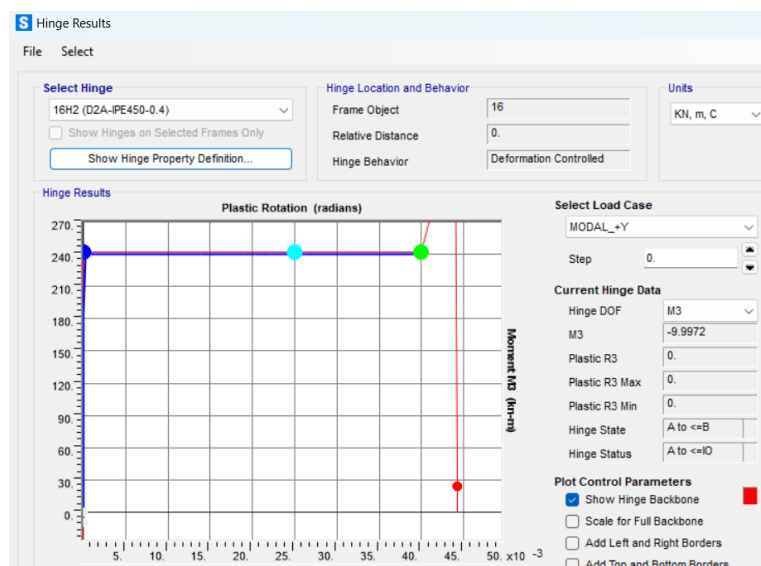


Figura 102 – Curva momento rotazione dispositivo freedom su SAP2000

In corrispondenza dello SLV si osserva una rotazione pari a 25 mrad.

Modellazione con AdvanceDesign

Advance Design è stato sviluppato per progettare e analizzare strutture in calcestruzzo, acciaio e legno in accordo alle recenti versioni degli Eurocodici (EC0, EC1, EC2, EC3, EC5 and EC8), e in accordo alla normativa italiana NTC2018.

Inoltre, il software è integrato in un processo BIM per la progettazione strutturale. Infatti, supporta la sincronizzazione con Autodesk Revit e Advance Steel.

In riferimento all'analisi degli edifici, i maggiori vantaggi dell'utilizzo di tale software sono:

- implementazione di verifiche in accordo agli Eurocodice e alla Normativa Italiana;
- Generazione automatica delle azioni da vento.

L'edificio in esame è stato modellato in modo analogo a quanto fatto nel paragrafo precedente con il software SAP2000

Vista UTENTE
-12.00 m -18.11 m -1.45 m / L = 7.41 m

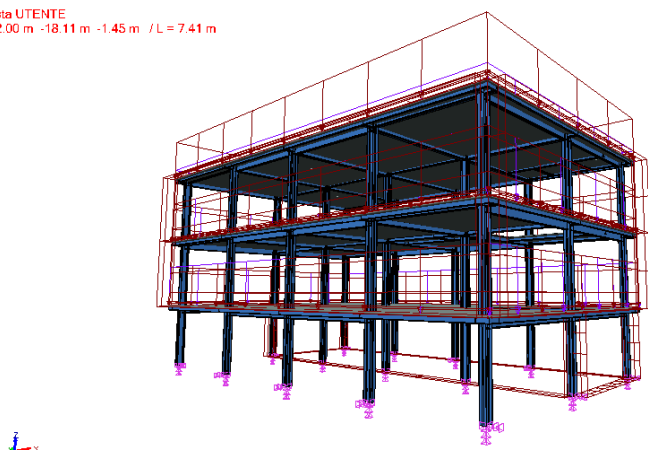


Figura 103 – Modellazione edificio in Advance Design

Per la corretta generazione delle azioni da vento sono stati modellate le superfici di chiusura dell'edificio, come si evince dalla figura precedente.

Si riportano di seguito alcuni risultati ottenuti effettuando l'analisi, avendo definito le combinazioni in modo analogo a quanto fatto in SAP2000.

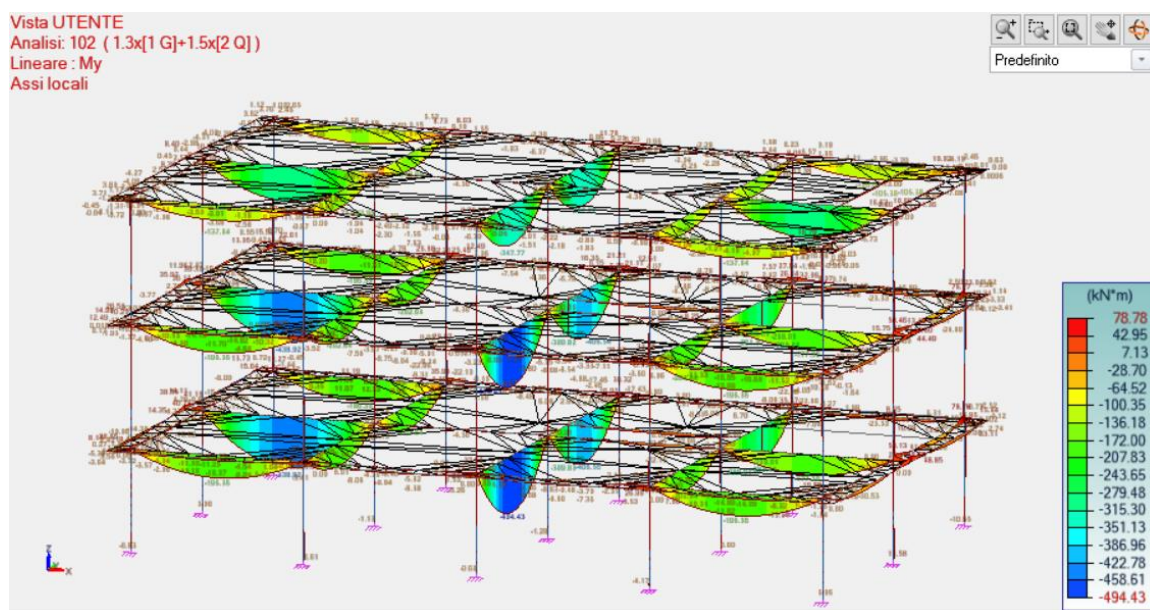


Figura 104 – Momenti sollecitanti, combinazione SLU gravitazionale in Advance Design

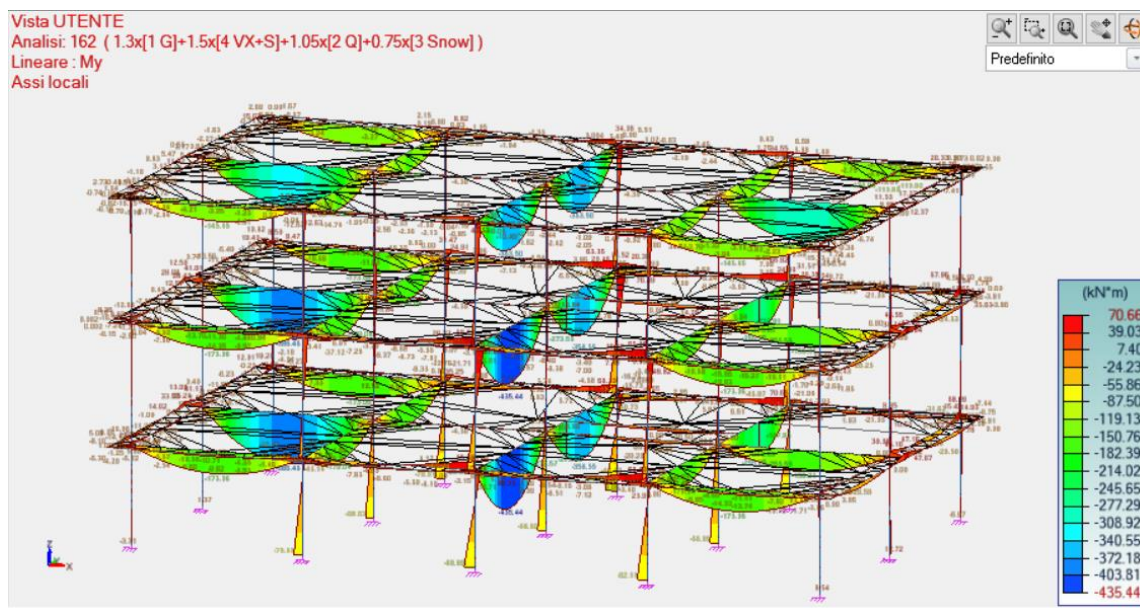


Figura 105 – Momenti sollecitanti, combinazione Vento+X in Advance Design

Dato che le azioni sismiche vengono generate e ripartite in automatico sia dal software SAP2000 che Advance Design, al fine di confrontare i risultati ottenuti si riportano i risultati ottenuti dalle sole azioni sismiche in direzione x (E_x) e in direzione y (E_y) senza combinarle con gli ulteriori carichi:

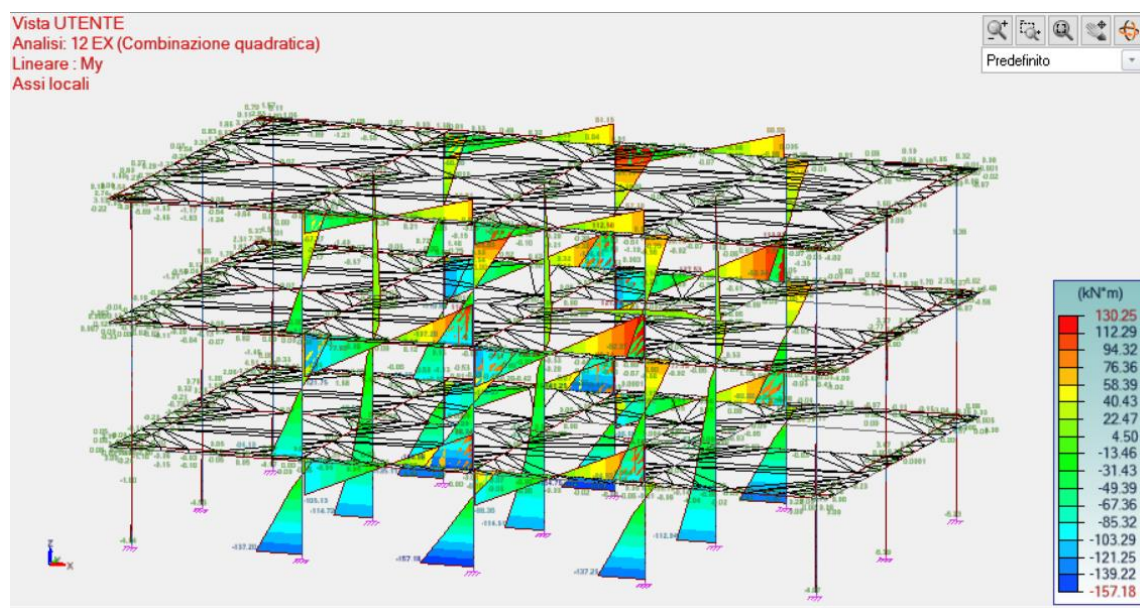


Figura 106 – Momenti sollecitanti, azioni E_x in Advance Design

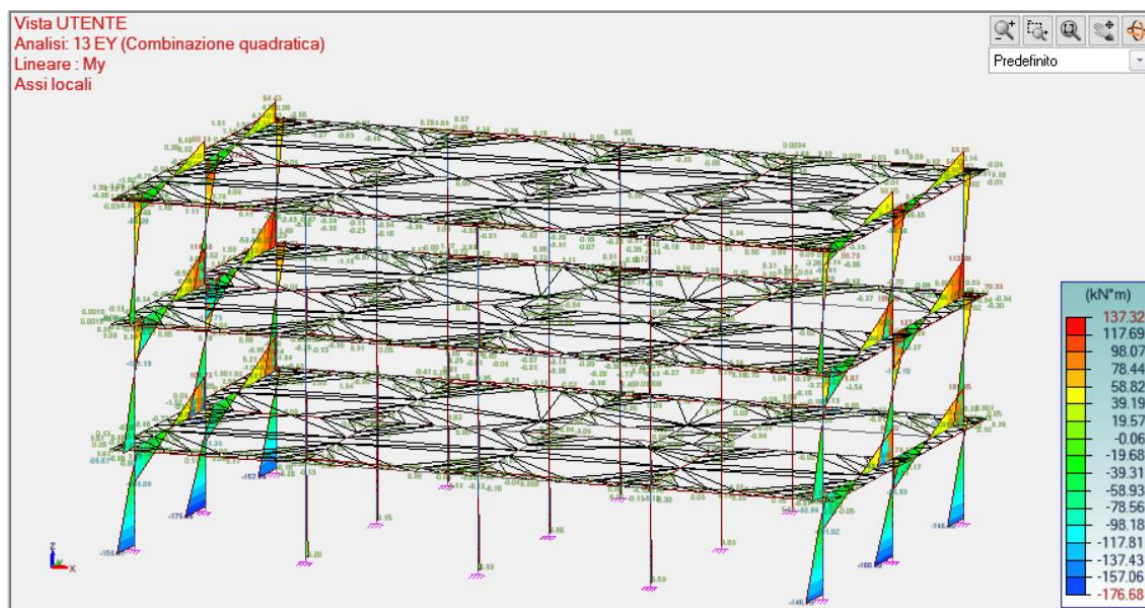


Figura 107 – Momenti sollecitanti, azioni Ey in Advance Design

Per quanto riguarda gli spostamenti:

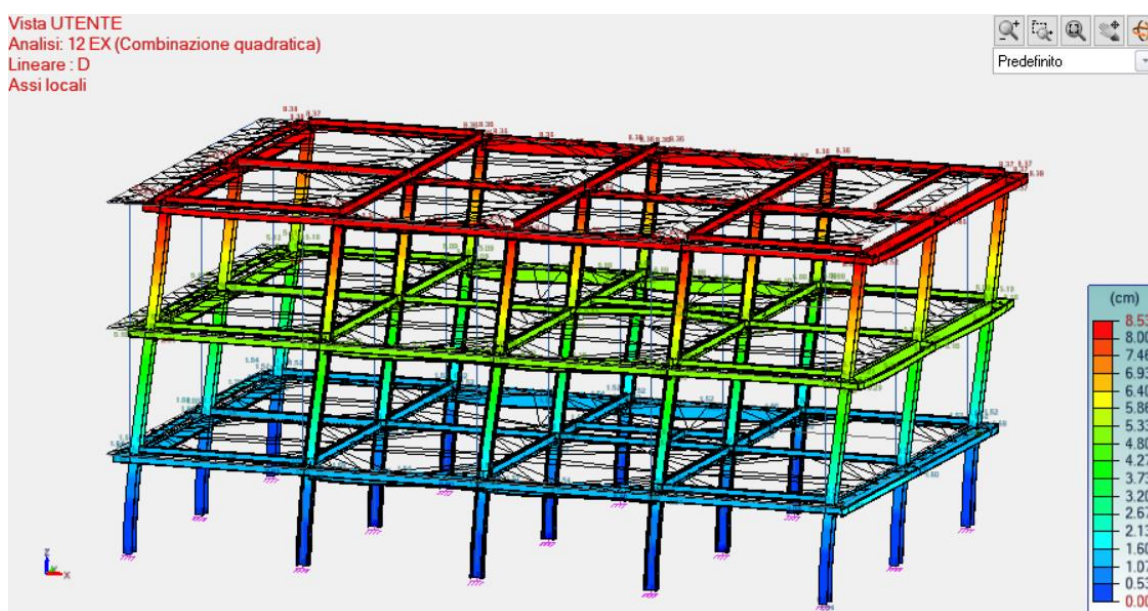


Figura 108 – Spostamenti, azioni Ex in Advance Design

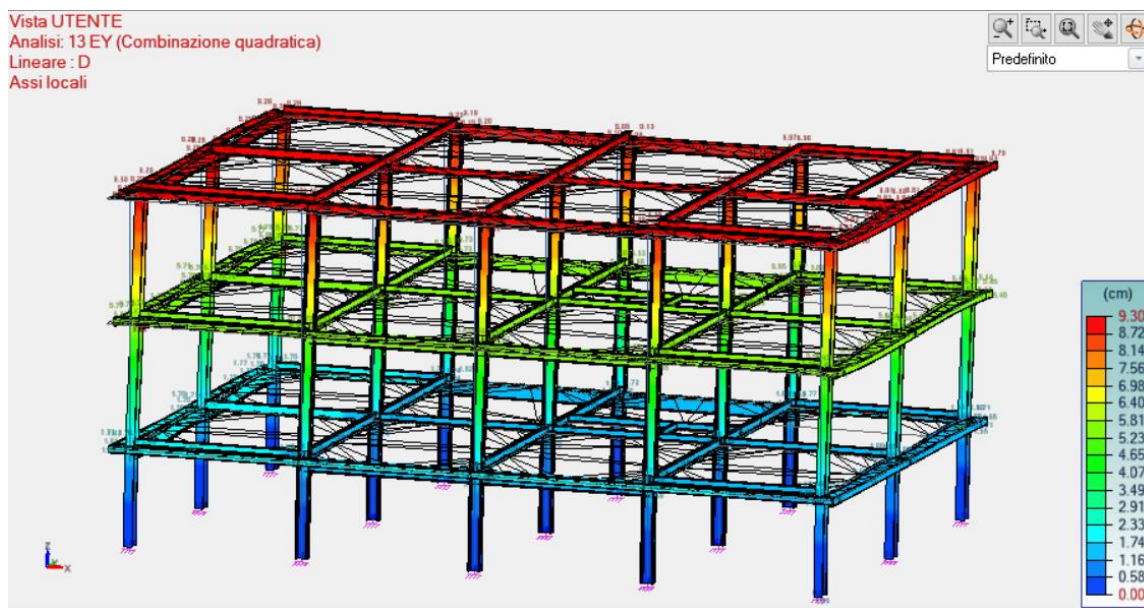


Figura 109 – Spostamenti, azioni Ey in Advance Design

Dall'analisi modale effettuata si riportano i primi due modi di vibrare:

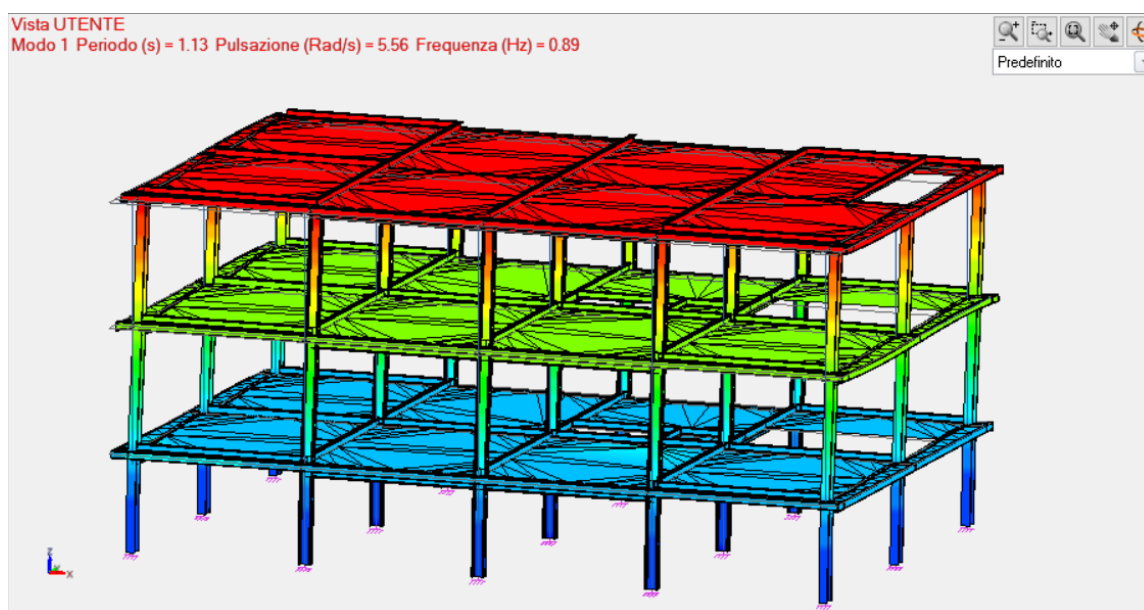


Figura 110 – Analisi modale, Modo 1 in Advance Design

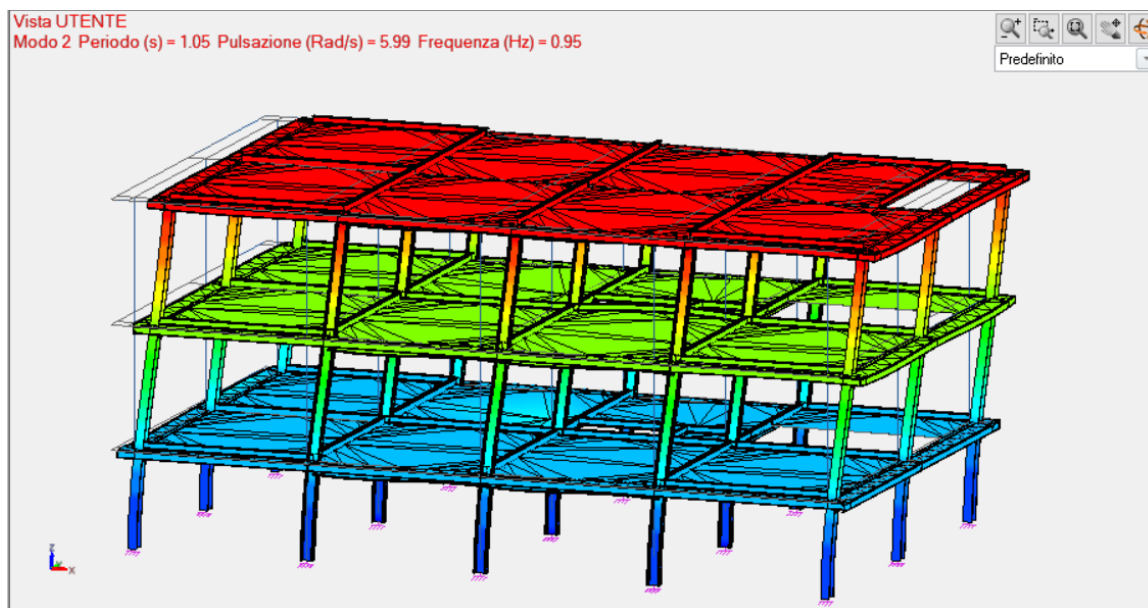


Figura 111 – Analisi modale, Modo 2 in Advance Design

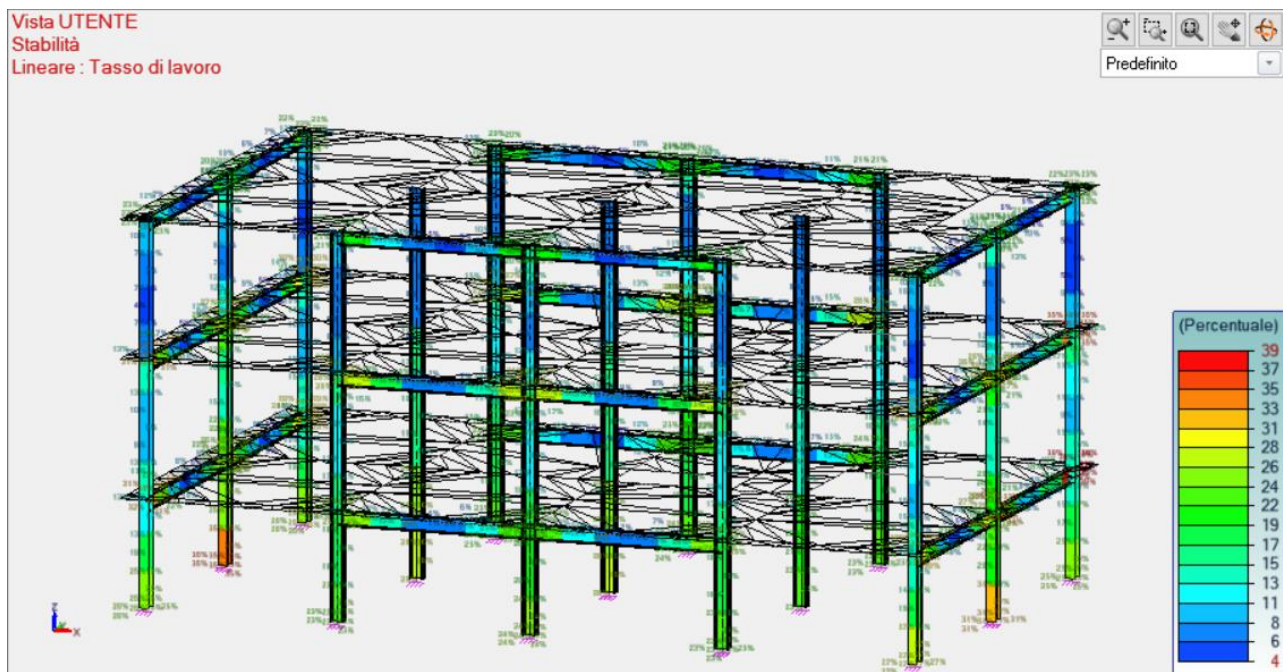
Infine, sono state effettuate le verifiche di stabilità e deformabilità, si riportano i tabulati di calcolo estrapolati dal software, dove si evincono i tassi di lavoro in %:

Tasso di lavoro massimo - stabilità: per elemento										
Id	Nome	Sezione	Caso	Verificato	Xy Xz	XLT	Tasso di lavoro N (%)	Tasso di lavoro My (%)	Tasso di lavoro Mz (%)	Tasso di lavoro (%)
28	Trave	IPE450	166	6.61 6.62	0.97 0.34	0.81	0 0	35 18	1 1	36 19
29	Trave	IPE450	175	6.61 6.62	0.97 0.34	0.78	0 1	31 16	0 1	32 18
30	Trave	IPE450	171	6.61 6.62	0.97 0.34	0.79	0 0	30 15	0 0	30 16
31	Trave	IPE450	175	6.61 6.62	1.00 1.00	0.79	0 0	28 15	0 0	28 0
37	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	28 14	0 0	28 0
38	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	27 14	0 0	27 0
47	Trave	IPE400	171	6.61 6.62	0.96 0.32	0.80	0 1	22 12	0 0	23 13
48	Trave	IPE400	175	6.61 6.62	0.96 0.32	0.79	0 1	22 12	0 0	23 13
49	Trave	IPE400	171	6.61 6.62	0.96 0.32	0.79	0 1	22 11	0 0	22 13
50	Trave	IPE400	175	6.61 6.62	0.96 0.32	0.79	0 1	21 11	0 0	22 13
56	Trave	IPE400	170	6.61 6.62	0.97 0.38	0.82	0 0	21 11	0 0	21 11
57	Trave	IPE400	172	6.61 6.62	0.97 0.38	0.80	0 1	20 10	0 0	21 12
60	Trave	IPE400	170	6.61 6.62	0.97 0.38	0.82	0 0	21 11	0 0	21 11
61	Trave	IPE400	174	6.61 6.62	0.97 0.38	0.82	0 0	21 11	0 0	21 11
63	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	10 11	20 10	1 2	31 23
64	Colonna	HEB400	166	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	8 8	18 9	0 0	25 18
65	Trave	IPE450	166	6.61 6.62	0.97 0.34	0.81	0 0	39 20	0 0	39 21
66	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	28 15	0 0	28 0
67	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	28 15	0 0	28 0
68	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	17 9	0 0	26 18
69	Trave	IPE450	169	6.61 6.62	0.97 0.34	0.80	1 3	30 16	1 2	32 20
70	Colonna	HEB400	168	6.61	1.00	1.00	15	19	1	35

Tasso di lavoro massimo - stabilità: per elemento										
Id	Nome	Sezione	Caso	Verificato	Xy Xz	XLT	Tasso di lavoro N (%)	Tasso di lavoro My (%)	Tasso di lavoro Mz (%)	Tasso di lavoro (%)
71	Trave	IPE450	167	6.62 6.61 6.62	0.92 0.97 0.34	0.80	16 0 1	10 28 15	2 1 1	28 29 16
81	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	13 7	1 1	23 18
82	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 9	14 7	1 1	24 18
84	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	16 17	0 0	4 6	20 23
85	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	20 22	0 0	4 6	24 28
86	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	20 22	0 0	4 6	24 28
87	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	10 10	13 7	1 1	23 18
88	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	15 8	1 1	24 19
89	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	10 10	13 7	0 1	23 18
102	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	23 12	0 0	23 0
108	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	24 13	0 0	24 0
109	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	24 13	0 0	24 0
152	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	24 12	0 0	24 0
154	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	17 9	0 1	27 19
155	Trave	IPE450	168	6.61 6.62	0.97 0.34	0.80	0 0	29 15	1 2	31 17
157	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	4 5	9 5	0 0	13 10
158	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	5 6	8 4	2 3	15 13
159	Colonna	HEB400	119	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	14 16	0 0	1 1	15 17
160	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	17 14
161	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	17 14
162	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	11 6	1 2	18 14
163	Colonna	HEB400	119	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	14 16	0 0	1 1	15 17
164	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	14 7	2 2	22 17
165	Colonna	HEB400	119	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	12 13	1 0	1 1	13 14
166	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	7 8	12 6	2 3	21 17
167	Colonna	HEB400	171	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	4 5	10 5	1 1	15 11
168	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	16 14
169	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	13 7	1 2	20 15
170	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	16 14
171	Colonna	HEB400	166	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	5 5	10 5	2 2	16 13
172	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 8
173	Colonna	HEB400	169	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	0 0	1 1	7 8
174	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	2 2	8 4	1 1	10 7
175	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 8
176	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	14 9
177	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	14 10
178	Colonna	HEB400	169	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	7 8	0 0	1 1	8 9
179	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	2 2	7 4	1 1	10 7
180	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	1 0	1 1	8 9
181	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	13 9
182	Colonna	HEB400	171	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	2 2	7 4	1 1	10 7
183	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 7

Tasso di lavoro massimo - stabilità: per elemento										
Id	Nome	Sezione	Caso	Verificato	Xy Xz	XLT	Tasso di lavoro N (%)	Tasso di lavoro My (%)	Tasso di lavoro Mz (%)	Tasso di lavoro (%)
184	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	13 9
185	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 8
186	Colonna	HEB400	171	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	1 2	7 4	0 1	9 6
284	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	13 7	1 1	23 18
286	Colonna	HEB400	166	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	17 9	1 1	26 19

Frecce massime: per elemento								
Id	Nome	Sezione	Lunghezza L (m)	Frecce (ratio)	Frecce (cm)	Freccia(%)	Criterio	Caso
28	Trave	IPE450	6.80	L/4095	-0.17	6 %	1st	229
29	Trave	IPE450	6.80	L/8185	-0.08	3 %	1st	227
30	Trave	IPE450	6.80	L/7966	-0.09	3 %	1st	229
31	Trave	IPE450	6.80	L/8260	-0.08	3 %	1st	227
37	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	226
38	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	223
47	Trave	IPE400	6.80	L/8221	-0.08	3 %	1st	237
48	Trave	IPE400	6.80	L/9790	-0.07	3 %	1st	235
49	Trave	IPE400	6.80	L/9531	-0.07	3 %	1st	237
50	Trave	IPE400	6.80	L/9506	-0.07	3 %	1st	235
56	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	234
57	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	231
60	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	234
61	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	231
65	Trave	IPE450	6.80	L/3857	-0.18	6 %	1st	246
66	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	226
67	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	223
69	Trave	IPE450	6.80	L/6904	-0.10	4 %	1st	227
71	Trave	IPE450	6.80	L/6507	-0.10	4 %	1st	230
102	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	239
108	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	242
109	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	239
152	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	242
155	Trave	IPE450	6.80	L/6834	-0.10	4 %	1st	228



Si precisa che sono stati estrapolati i tassi di lavoro di tutti gli elementi ad esclusione delle travi CosFB, già dettagliatamente analizzate nei precedenti capitoli.

Inoltre, confrontando i valori ottenuti dalle analisi in SAP2000 e quelle in Advance Design si riscontra un errore del max 2%. Per cui si può ritenere precisa la modellazione in tale software.

Si riportano nel dettaglio le verifiche della trave e colonna con maggiore tasso di lavoro:

Scheda sezione - Elemento lineare no. 28 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm ²)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm ³)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Freccce	
1° criterio	Freccce elementi: y : Caso n° 237 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 28.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 237 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 28.8 3/4 L/4095 < L/250 (6 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.7 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 17.72 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 13.69 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.11 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 113.32 < 992.59 kN (11 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 161.58 < 575.44 kN*m (28 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.98 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00670 < 1 (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00520 < 1 (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 28.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 49.55 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 28.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.72 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{161.41}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.71}{93.45}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.08631 < 1 (9 \%)$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 28 Trave	
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 28.12 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.003 < 8.94 \text{ kN*m (0 \%)}$
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.76 m $\lambda_y = 0.337$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.57$ $\chi_y = 0.969$ Ncry = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.76 m $\lambda_z = 1.513$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.87$ $\chi_z = 0.338$ Ncrz = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.76 m Lds = 4.76 m C1 = 3.183 C2 = 0.692 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1402.84 kN*m $\lambda_{LT} = 0.656$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\Phi_{LT} = 0.79$ $\chi_{LT} = 0.808$
Termini ausiliari (Annessi A)	Cmy0 = 1.00 ($ \delta_x = 0.16 \text{ cm}$ at x = 2.43 m) Cmz0 = 1.00 ($ \delta_x = 0.00 \text{ cm}$ at x = 3.64 m) NcrT = 3534.44 kN $\lambda_{max} = 1.51$ Mcr0 = 440.68 kN*m $\lambda_0 = 1.17$ $\lambda_{limite} = 0.36$ Cmy = 1.00 Cmz = 1.00 CmlT = 1.00 ($ \delta_x = 0.16 \text{ cm}$ at x = 2.43 m) aLT = 1.00 sy = 206.03 muy = 1.00 muz = 1.00 wy = 1.13 wz = 1.50 npl = 0.00 bLT = 0.00 cLT = 0.44 dLT = 0.00 eLT = 0.12 Cyy = 1.00 Cyz = 0.78 Cxy = 1.00 Czz = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	kyy = 1.00 kyz = 0.89 kzy = 0.52 kzz = 1.00
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.35 + 0.01 = 0.36 < 1.00 (36%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.18 + 0.01 = 0.19 < 1.00 (19%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 70 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 1074.69 < 6687.52 kN (16 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 11.82 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 92.56 < 1366.01 kN (7 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 209.27 < 1092.72 kN*m (19 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 70.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 28.15 < 373.26 kN*m (8 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 994.69 kN < 1671.88 kN $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 994.69 \text{ kN} > 912.86 \text{ kN}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 70 Colonna	
	My,Ed < M Ny,Rd (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 209.27 < 1076.61 kN*m (19 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot b_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 612.22 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 76.79 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 6.04 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 70.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{1.91}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{28.15}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07542 < 1 (8 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.6 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} \cdot f_y$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flesso-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.262 C2 = 0.016 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 19094.49 kN*m $\lambda_{LT} = 0.245$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$
Termini ausiliari (Annessi A)	Cmy0 = 1.00 ($ \delta_x = 0.08$ cm at x = 1.11 m) Cmz0 = 0.68 NcrT = 50166.49 kN $\lambda_{max} = 0.41$ Mcr0 = 8442.43 kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.30$ Cmy = 1.00 Cmz = 0.68 CmLT = 1.02 ($ \delta_x = 0.08$ cm at x = 1.11 m) $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 1.44$ muy = 1.00 muz = 1.00 wy = 1.12 wz = 1.50 npl = 0.15 bLT = 0.00 cLT = 0.05 dLT = 0.04 eLT = 0.88 Cyy = 1.02 Cyz = 1.11 Czy = 1.01 Czz = 1.06 kyy = 1.00 kyz = 0.43 kzy = 0.52 kzz = 0.65
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.15 + 0.19 + 0.01 = 0.35 < 1.00 (35%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.16 + 0.10 + 0.02 = 0.28 < 1.00 (28%)

Modellazione con OpenSees

OpenSees (the Open System for Earthquake Engineering Simulation) è un framework software per lo sviluppo di applicazioni per simulare le prestazioni di sistemi strutturali e geotecnici soggetti a terremoti. I telai sismo-resistenti dell'edificio, indicati in figura, sono stati modellati attraverso OpenSees.

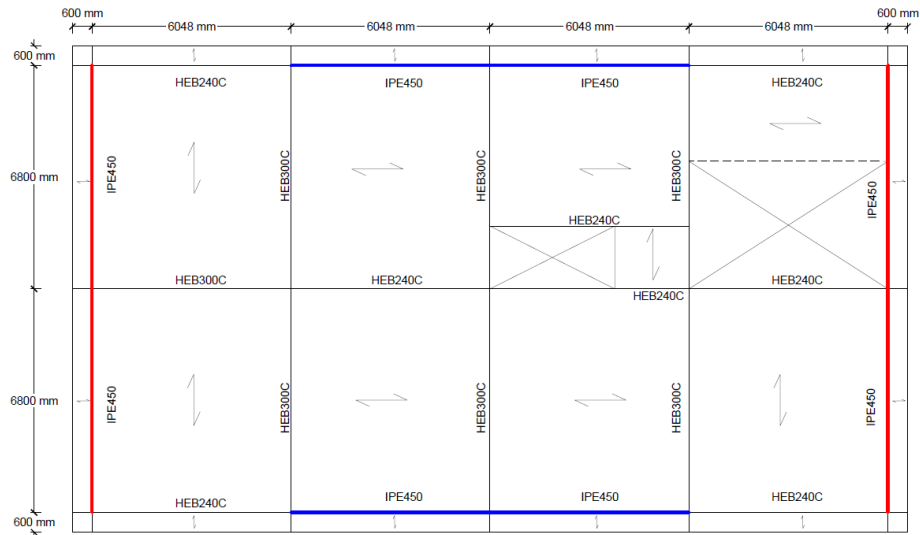


Figura 112 – Telai sismo-resistenti di riferimento modellati in OpenSees

Precisamente sono stati sviluppati mediante modelli bidimensionali al fine di descrivere la risposta non lineare del sistema.

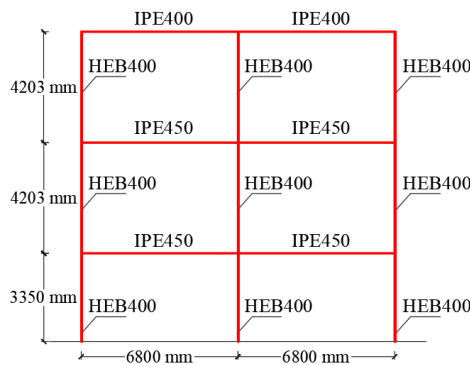


Figura 113 – Geometria telaio sismo-resistente di riferimento

Per le colonne e per le travi è stato assegnato il materiale 'Steel01' di OpenSees con una resistenza allo snervamento di 355 MPa e rapporto di incrudimento pari allo 0,2%.

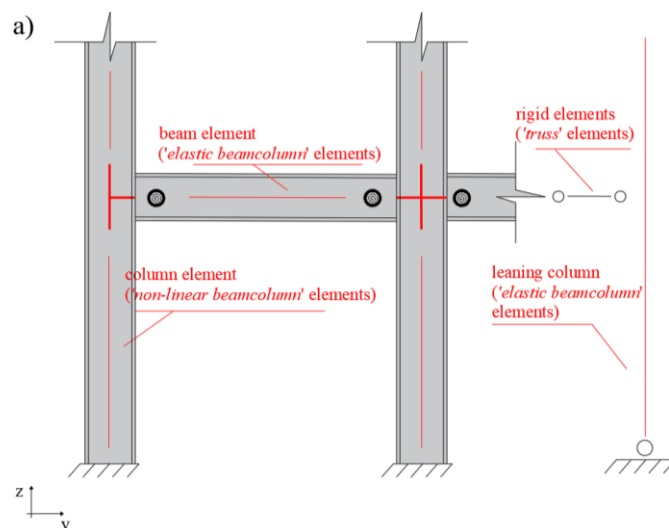


Figura 114 – Modellazione travi e colonne in OpenSees

Le travi sono state modellate con un modello a plasticità concentrata in cui la parte interna è modellata con elementi elastici, mentre le cerniere plastiche sono rappresentate da molle rotazionali associate a elementi 'zero-length'.

Il comportamento di tali molle segue un modello isteretico bilineare basato sul modello modificato di Ibarra-Krawinkler implementato da Lignos e Krawinkler (2011).

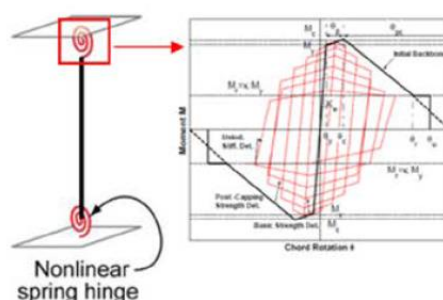


Figura 115 – Modello a plasticità concentrata per le travi in OpenSees

Diversamente, al fine di catturare l'interazione tra momento flettente e sforzo assiale, le colonne sono modellate mediante un approccio a plasticità distribuita, con elementi 'non-linear beam-column' con 4 punti di integrazione e ciascuna sezione è discretizzata in 8 fibre lungo l'altezza della sezione e 4 lungo la flangia.

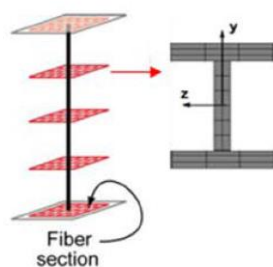


Figura 116 – Modello a plasticità distribuita per le colonne in OpenSees

Riguardo le connessioni trave-colonna, il dispositivo FreeDam viene modellato attraverso una molla rotazionale (zero length element) con comportamento Isteretico uniassiale:

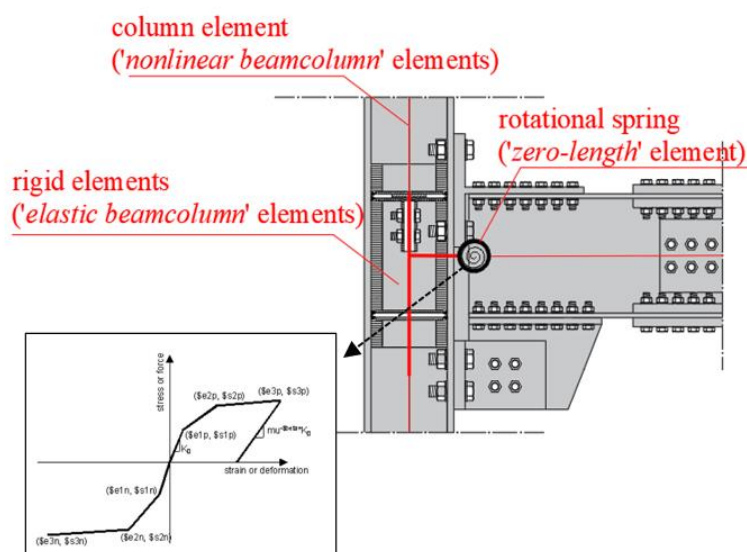


Figura 117 – Modello isteretico uniassiale per i FREEDAM in OpenSees

Inoltre, al fine di considerare gli effetti P- Δ relativi agli spostamenti e alle forze assiali nelle colonne del telaio pendolare, è stata aggiunta una “leaning column”. Quest’ultima risulta incernierata alla base e continua lungo l’altezza ed è connessa al telaio mediante pendoli rigidi.

La rigidezza flessionale ed assiale della ‘leaning column’ è posta uguale alla somma delle rigidezze flessionali ed assiali delle singole colonne del telaio pendolare che essa rappresenta.

Il diaframma è modellato assegnando un valore elevato alla rigidezza assiale delle travi. I carichi gravitazionali sono applicati direttamente sulle travi considerando la combinazione sismica in accordo all’ EC8, mentre le masse sono concentrate a livello delle connessioni trave-colonna.

Lo smorzamento del sistema, tralasciando la dissipazione di energia isterica è modellato tramite la matrice di smorzamento Rayleigh, in cui i valori dei coefficienti di smorzamento relativi alla massa e alla rigidezza sono considerati per un fattore di smorzamento del 2% per i primi due modi di vibrare.

Sono state eseguite delle Analisi Dinamiche Incrementali (I.D.A.), ovvero una serie di analisi dinamiche non lineari, eseguite con accelerogrammi scalati secondo accelerazioni di picco via via crescenti.

Attraverso questo semplice metodo di analisi, si possono raggiungere obiettivi diversi:

- migliorare la comprensione dell'andamento del rapporto risposta/domanda sismica ai vari livelli di sollecitazione;
- interpretazione più accurata delle implicazioni strutturali di terremoti di grande intensità,
- valutazione dei cambiamenti di comportamento degli edifici in termini di deformabilità, indotti dal degrado di resistenza e rigidezza della struttura.
- determinazione della sollecitazione sismica che induce il raggiungimento dei diversi livelli prestazionali della struttura.

L'efficacia dell'I.D.A. è confermata anche dalla F.E.M.A. (Federal Emergency Management Agency) , che la indica come strumento principale per determinare la capacità globale di collasso di una struttura.

Secondo le indicazioni presenti nello studio si hanno le seguenti definizioni, utili per la comprensione dei paragrafi successivi:

- Accelerogramma base (a): è una singola storia temporale in termini di accelerazione caratterizzata da un suo valore massimo ben preciso. Si tratta in pratica di un vettore i cui elementi sono $a(t_i)$ dove t appartiene $\{0, t_1, \dots, t_{n-1}\}$.
- Fattore di scala (λ): è uno scalare non negativo che, moltiplicato per tutti i termini dell'accelerogramma base, consente di ottenere un accelerogramma scalato ($a \lambda$) con un nuovo valore massimo di accelerazione di picco. $a \lambda = \lambda \times a$.
- Misura di intensità (IM): è una funzione non negativa che dipende da $a \lambda$ ed è monotonicamente crescente con λ ; le grandezze più utilizzabili per caratterizzare l'intensità di un sisma sono l'accelerazione di picco del terreno (PGA), la velocità di picco del terreno, l'accelerazione spettrale corrispondente al primo modo di vibrare della struttura (ottenuta ad un rapporto di smorzamento $\xi = 5\%$).
- Misura di danno (DM): è un numero non negativo legato alla risposta della struttura ad una data sollecitazione sismica; alcuni esempi di DM sono il Taglio alla base della struttura, il massimo spostamento del tetto, i vari indici di danno, i massimi spostamenti di interpiano ai diversi livelli, la massima deformazione plastica. Nel caso particolare di strutture intelaiate, lo spostamento di interpiano rappresenta comunque una misura di insieme completa ed accurata dello stato di danno poiché è strettamente collegato al collasso locale e globale e alle rotazioni elastiche e plastiche dei nodi.
- Curva I.D.A.: è un grafico in cui si rappresenta una misura di danno rispetto ad una o più misure di intensità e consente di dedurre importanti proprietà della struttura in esame.

Le analisi sono eseguite mediante un set di 7 accelerogrammi selezionati dal Spectra IT database (per esempio sisma nel Friuli, Irpinia e L'Aquila), scalati secondo valori crescenti di intensità fino al collasso. L'accelerazione spettrale corrispondente al primo periodo di vibrazione $S_a(T_1)$ è usata come misura di intensità sismica (IM) nel presente studio, dove $T_1 = 1.08$ sec è il periodo fondamentale di vibrazione di entrambe le strutture.

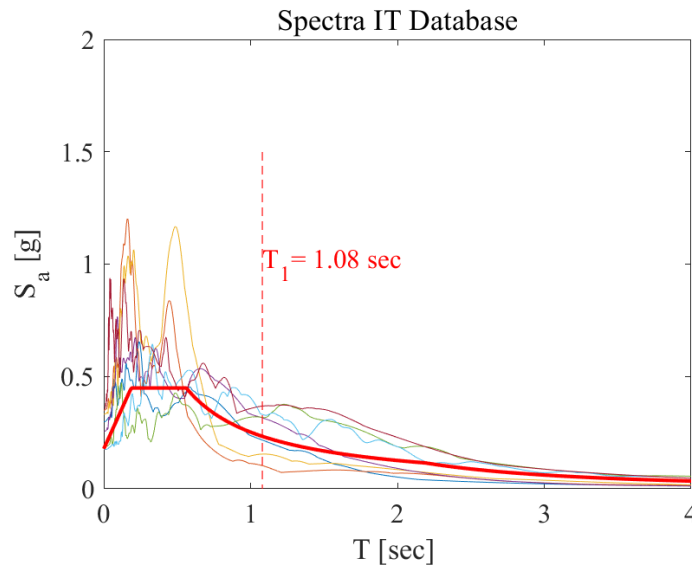


Figura 118 – Set di accelerogrammi IT Database

La risposta sismica del sistema viene valutata attraverso lo spostamento massimo e residuo di piano.

Di seguito si riportano i grafici Spostamenti max – $S_a(T_1)$ delle IDA's effettuate:

1° piano

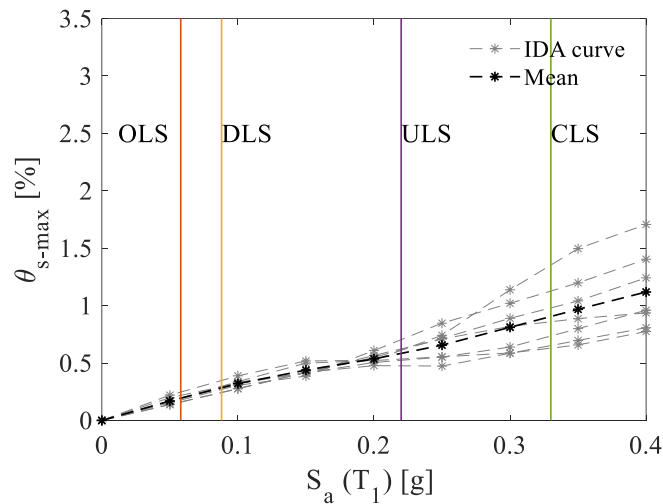


Figura 119 – Curve IDA Spostamenti- $S_a(T_1)$ relative al primo piano

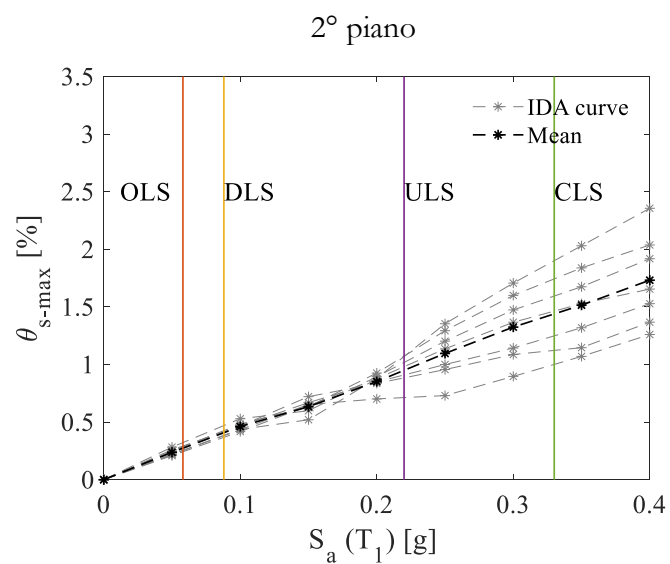


Figura 120 – Curve IDA Spostamenti- $S_a(T_1)$ relative al secondo piano

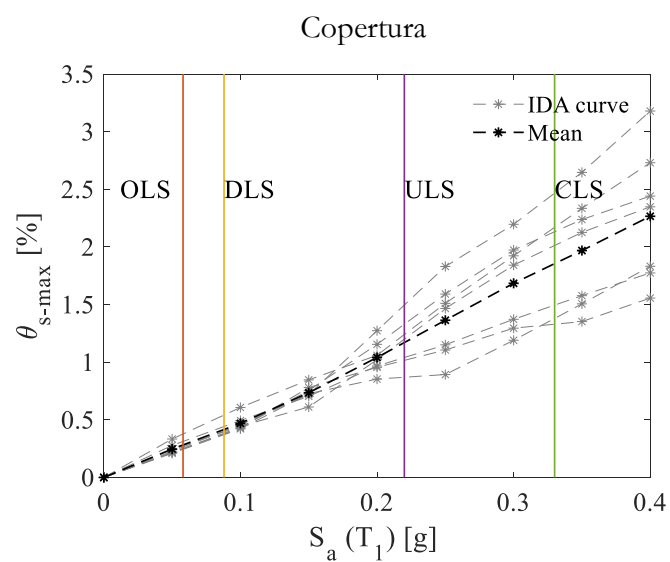


Figura 121 – Curve IDA Spostamenti- $S_a(T_1)$ relative alla copertura

Per quanto riguarda gli spostamenti residui di piano:

1° piano

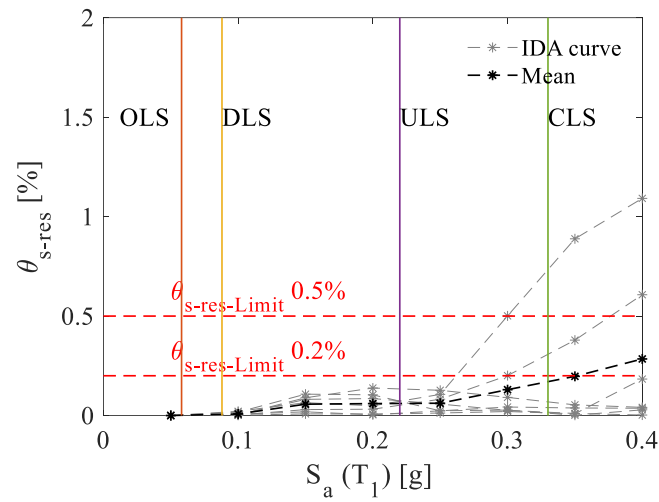


Figura 122 – Curve IDA Spostamenti residui - $S_a(T_1)$ relative al primo piano

2° piano

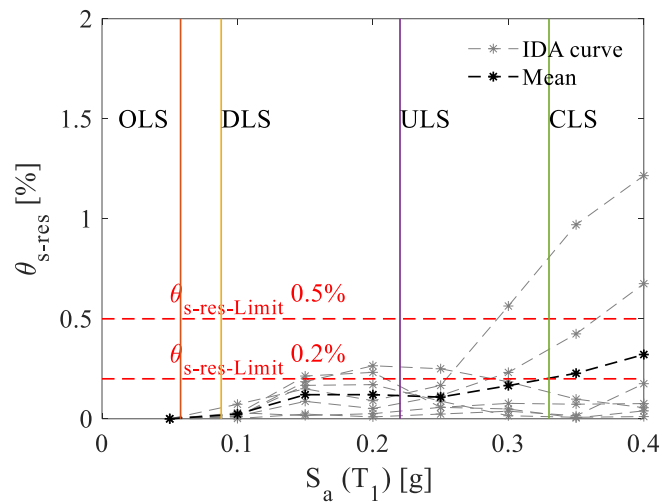


Figura 123 – Curve IDA Spostamenti residui - $S_a(T_1)$ relative al secondo piano

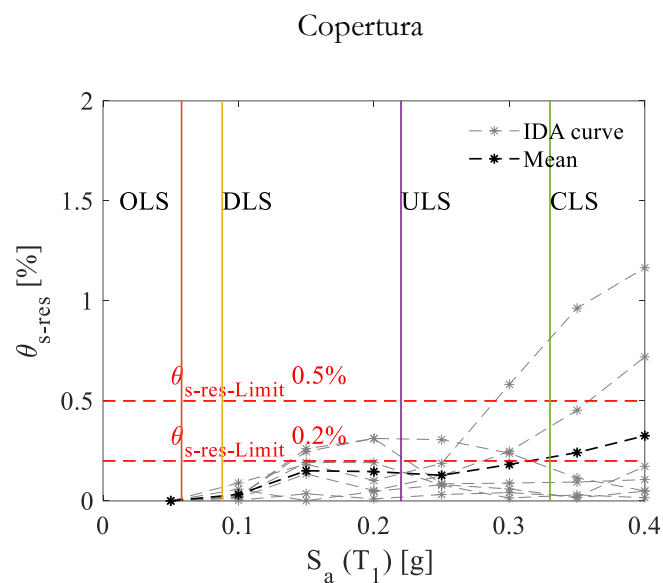


Figura 124 – Curve IDA Spostamenti residui - $S_a(T_1)$ relative alla copertura

Inoltre, in riferimento ai dispositivi FREEDAM:

Il momento massimo raggiunto al variare dell'accelerazione spettrale:

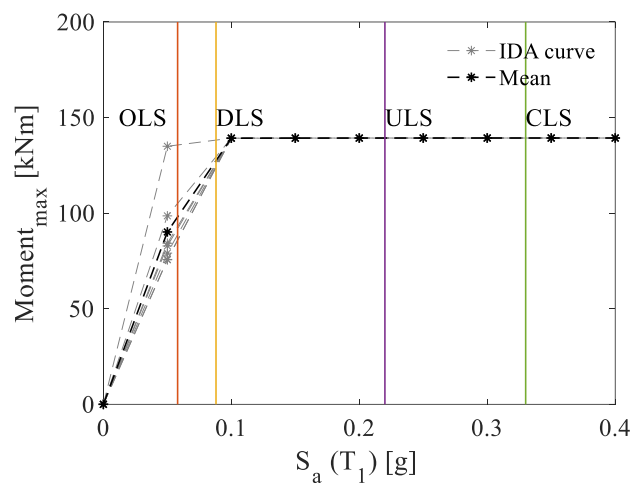


Figura 125 – Curve Momento – Rotazione dispositivi FREEDAM

Le rotazioni massime raggiunte al variare dell'accelerazione spettrale:

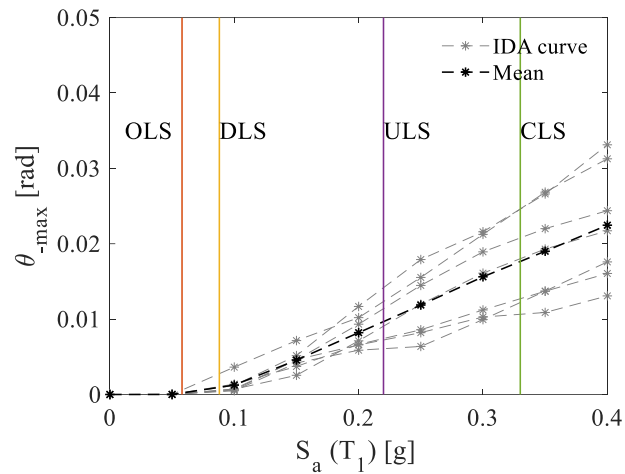


Figura 126 – Curve Rotazioni max – $S_a(T_1)$ dispositivi FREEDAM

Come si può osservare dai grafici raffiguranti la storia di spostamenti dei 3 livelli come ci siano degli spostamenti residui di piano al termine del sisma:

1° livello

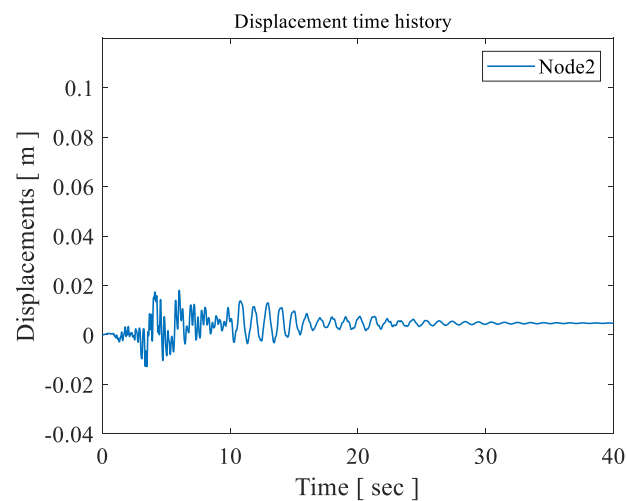


Figura 127 – Storia di spostamenti primo livello

2° livello

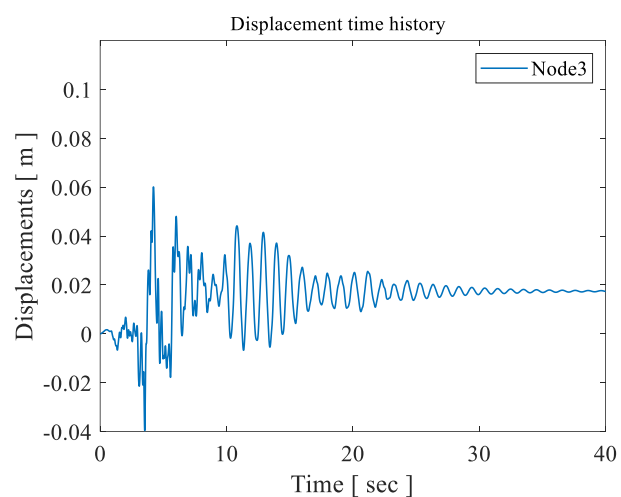


Figura 128 – Storia di spostamenti secondo livello

Copertura

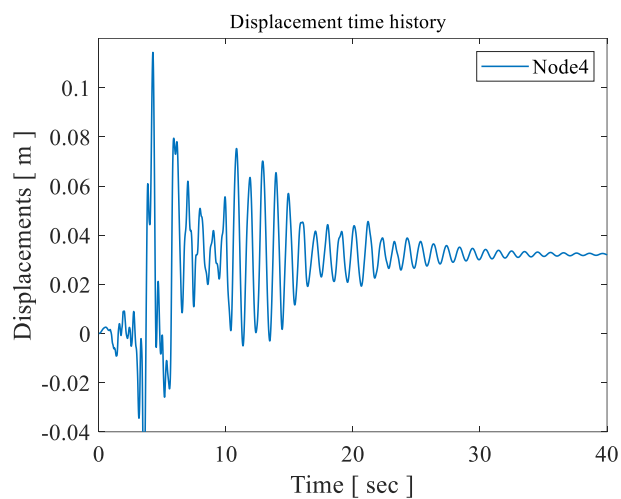


Figura 129 – Storia di spostamenti copertura

Inoltre dai grafici Momento-Curvatura delle colonne di base si evince come le stesse si plasticizzano per un sisma d'intensità SLC:

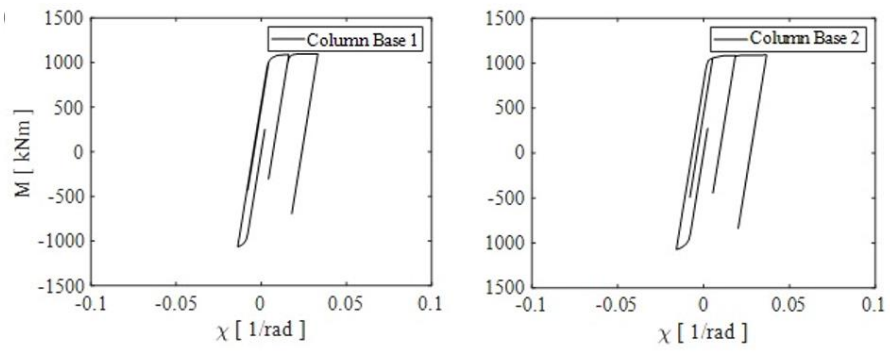


Figura 130 – Grafici Momento – Curvatura colonne di base per intensità SLC

12. FONDAZIONI

Lo schema di fondazioni scelto in fase progettuale consiste in un graticcio di travi rovesce il cui layout è riportato in Figura 131.

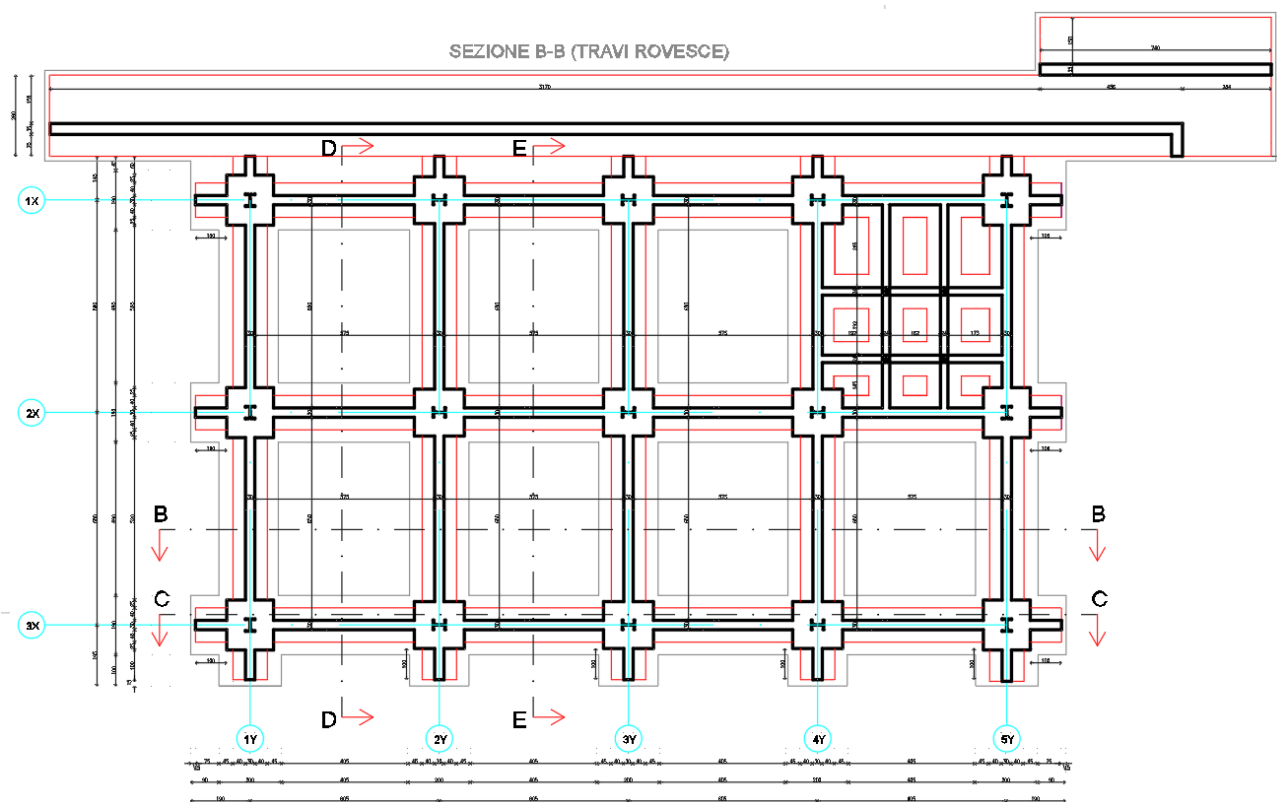


Figura 131 – Graticcio travi di fondazione

Con riferimento alle caratteristiche del suolo riportate in relazione geotecnica è stato possibile definire una costante di sottofondo $k_s = 5,2 \text{ kg/cm}^3$. Sulla base di questa considerazione, è stata dimensionata una sezione trasversale della trave di fondazione come riportato in Figura 132.

Con riferimento a tale sezione, si è proceduto alla modellazione in SAP2000 (Figura 133) ed Advance Design del graticcio di travi di fondazione, permettendo di ricavare i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione con riferimento a ciascuna delle travi rovesce. Si specifica che le travi rovesce sono state opportunamente discretizzate nell'ottica di modellare la risposta del terreno tramite una serie di molle puntuali aventi rigidezza definita come $k_{trave,i} = k_s \cdot b_{trave,i} \cdot \Delta z_{trave,i}$, dove k_s è la costante di sottofondo $k_s = 5,2 \text{ kg/cm}^3$, $b_{trave,i}$ è la larghezza della trave i -esima e $\Delta z_{trave,i}$ è il passo di discretizzazione dell' i -esima trave (Figura 134).

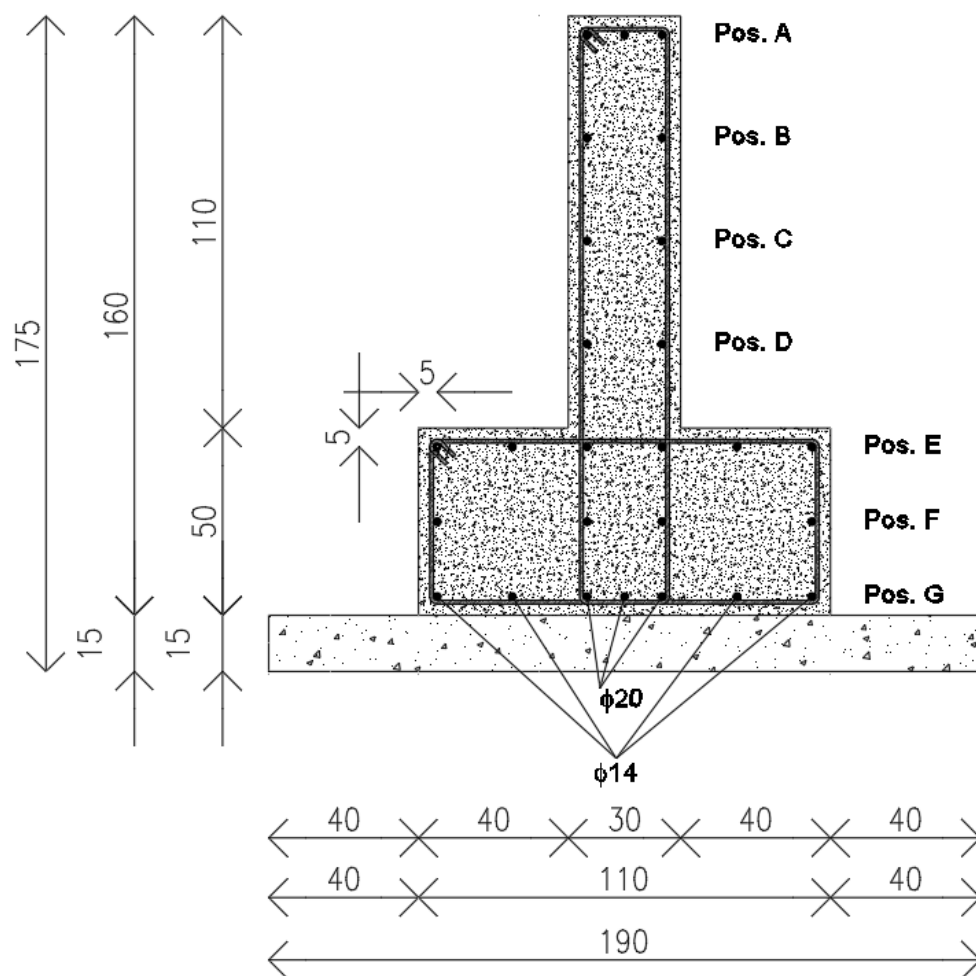


Figura 132 – Sezione tipo della trave di fondazione

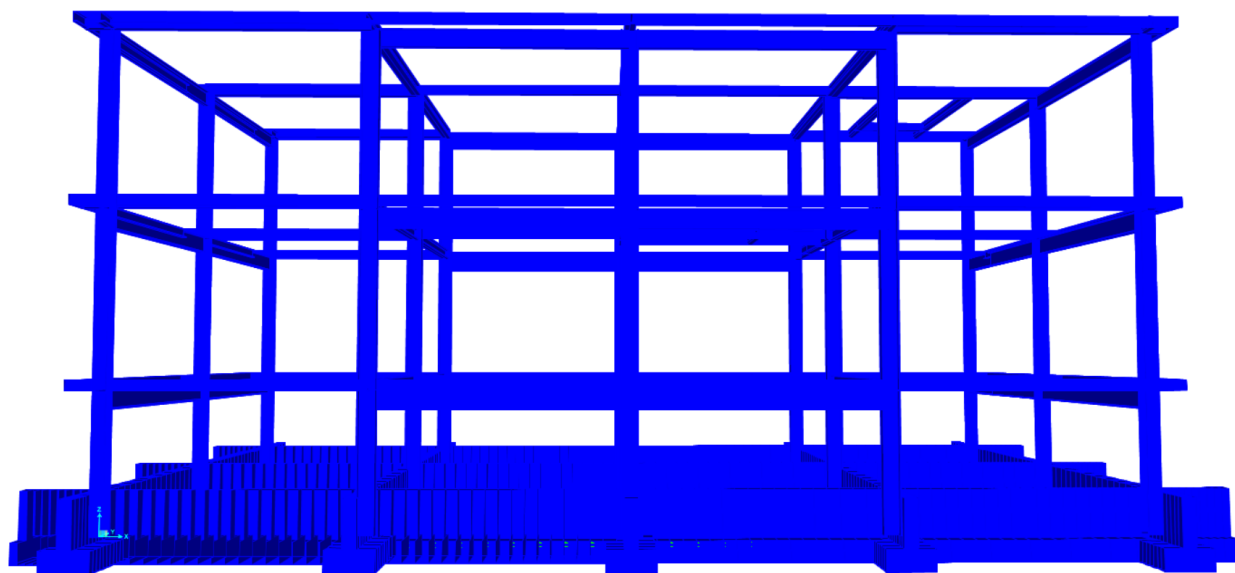


Figura 133 – Modello di SAP2000 con fondazione

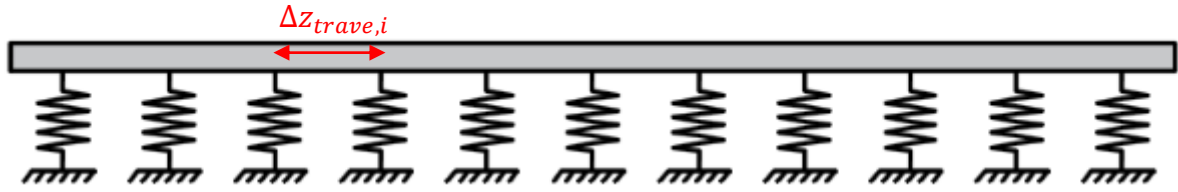


Figura 134 – Schema di molle adottato per modellare il comportamento del suolo

I software agli elementi finiti hanno permesso di ricavare i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione. Si precisa che tali diagrammi rappresentano l'involuppo di tutte le combinazioni di carico analizzate, con la particolarità che le azioni da sisma sono state valutate con riferimento ad un fattore di comportamento $q=1$.

Di seguito, si riportano i diagrammi dei momenti relativi delle travi rovesce adottate (trasversali e longitudinali) e contestualmente anche la distinta delle armature ed i diagrammi del momento resistente (da Figura 135 a Figura 158). Si precisa che le armature ritenute efficaci nell'offrire la necessaria resistenza flessionale alle travi rovesce sono costituite da barre di diametro 20 mm e si trovano in corrispondenza delle sole posizioni A e G ed all'interno dell'anima delle sezioni a T (Figura 132). Tutte le restanti barre di armatura non sono state specificamente tenute in considerazione nel calcolo dei momenti resistenti e sono costituite da barre di diametro 14 mm.

Le formule adoperate nel calcolare i momenti resistenti delle travi rovesce sono le classiche espressioni relative alle verifiche di sezioni in c.a. nelle ipotesi di assumere un legame costitutivo di tipo stress-block per il calcestruzzo, un legame elastico perfettamente plastico per l'acciaio, armature tese snervate ed armature compresse in campo elastico.

In particolare, le equazioni considerate sono state:

$$B \cdot 0.8y_c \cdot f_{cd} + A'_s E \frac{y_c - c}{y_c} \varepsilon_{cu} - A_s f_{yd} = 0$$

$$M_{Rd} = B \cdot 0.8y_c \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.4y_c) + A'_s E \frac{y_c - c}{y_c} \varepsilon_{cu} \cdot (d - c)$$

Si precisa che il momento resistente è stato calcolato rispetto all'armatura tesa, mentre con B si intende la larghezza della flangia o lo spessore dell'anima a seconda che si stia calcolando il momento resistente positivo oppure negativo, d è l'altezza utile, $c = 5 \text{ cm}$ è il copriferro, A'_s rappresenta l'armatura compressa, A_s è l'armatura tesa, y_c indica l'asse neutro.

TRAVI DI FONDAZIONE 1X E 3X

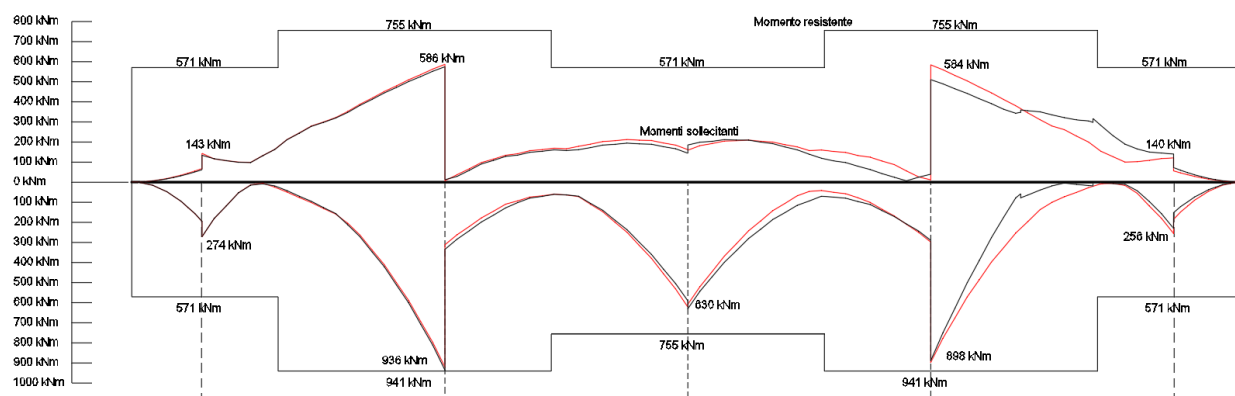


Figura 135 – Involuppi dei diagrammi del momento (travi di fondazione 1X e 3X)

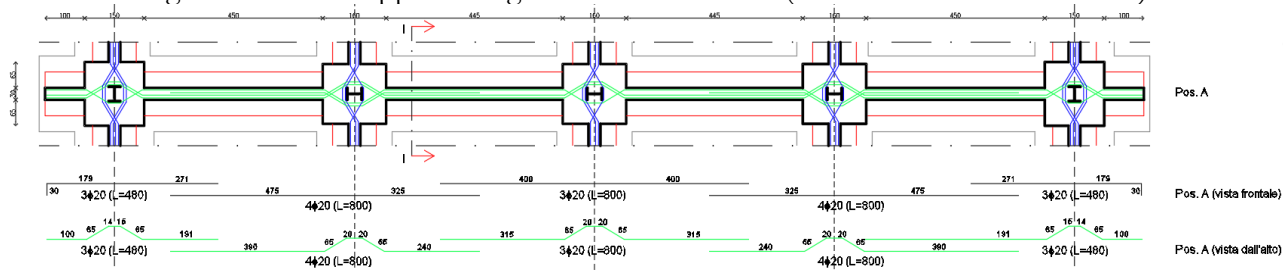


Figura 136 – Distinta armature delle travi 1X e 3X (posizione A in vista frontale e dall'alto)

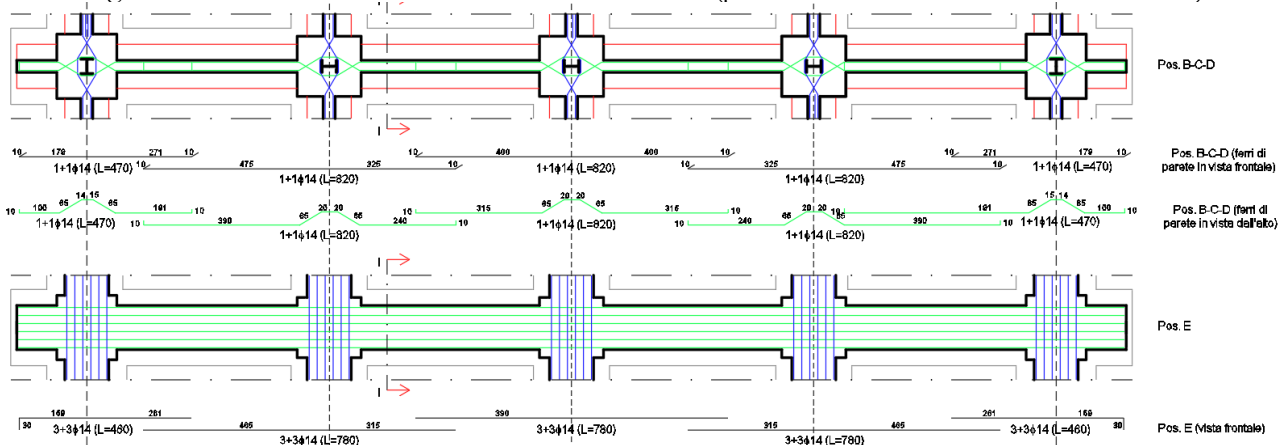


Figura 137 – Distinta armature delle travi 1X e 3X (posizioni B-C-D-E in vista frontale e dall'alto)

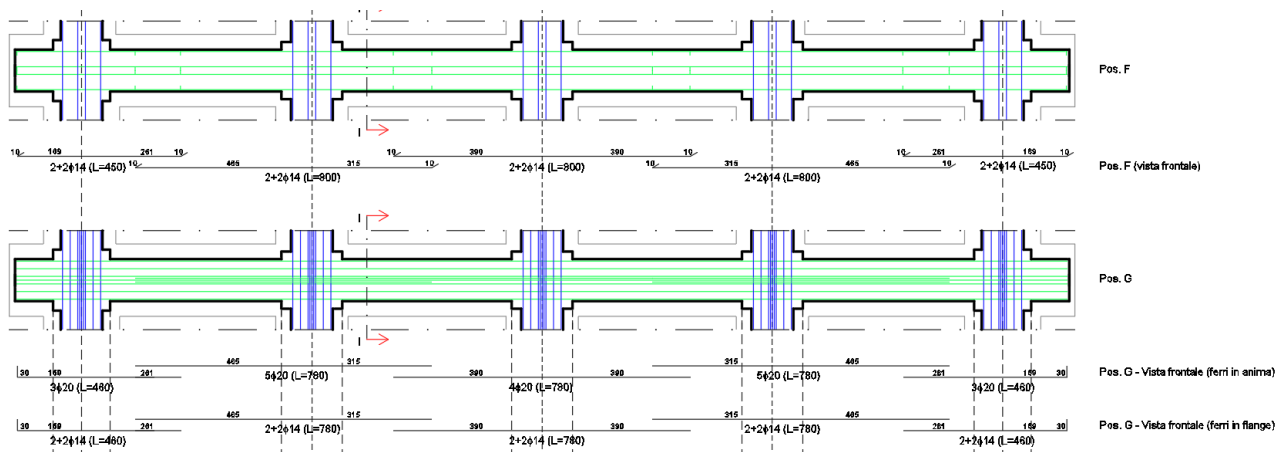


Figura 138 – Distinta armature delle travi 1X e 3X (posizioni F-G in vista frontale e dall'alto)

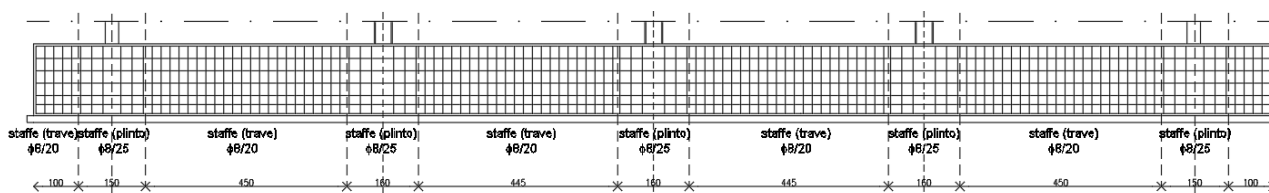


Figura 139 – Staffe delle travi 1X e 3X

TRAVE DI FONDAZIONE 2X

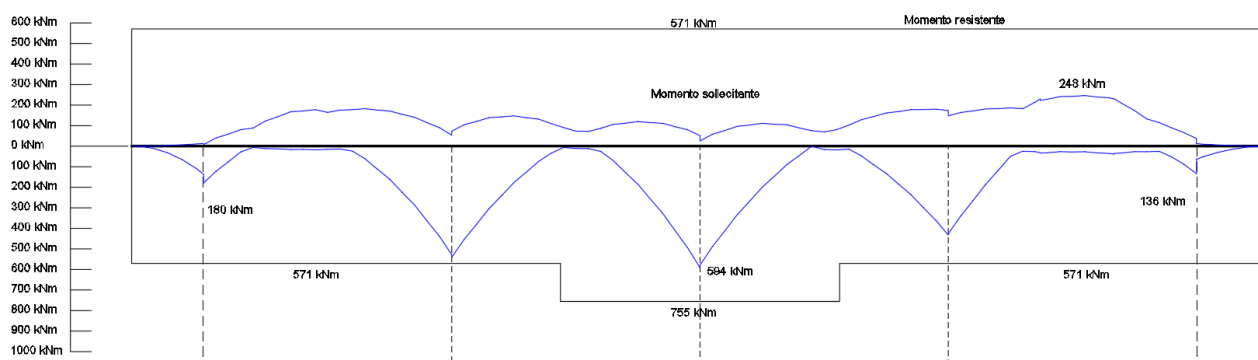


Figura 140 – Involuppi dei diagrammi del momento (trave di fondazione 2X)

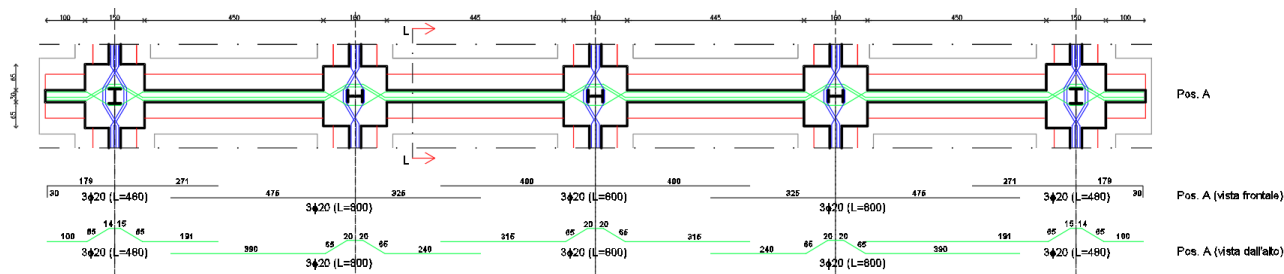


Figura 141 – Distinta armature della trave 2X (posizione A in vista frontale e dall'alto)

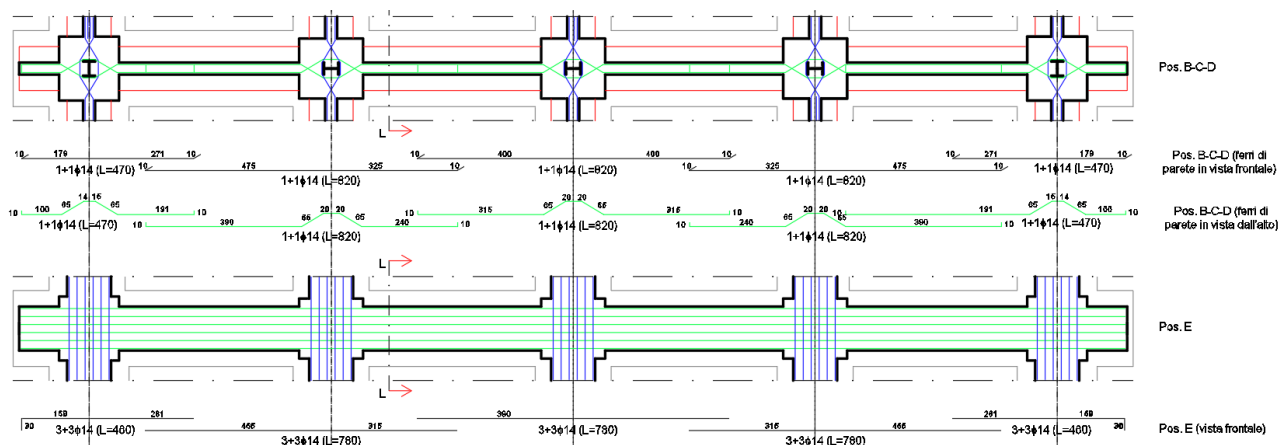


Figura 142 – Distinta armature della trave 2X (posizioni B-C-D-E in vista frontale e dall'alto)

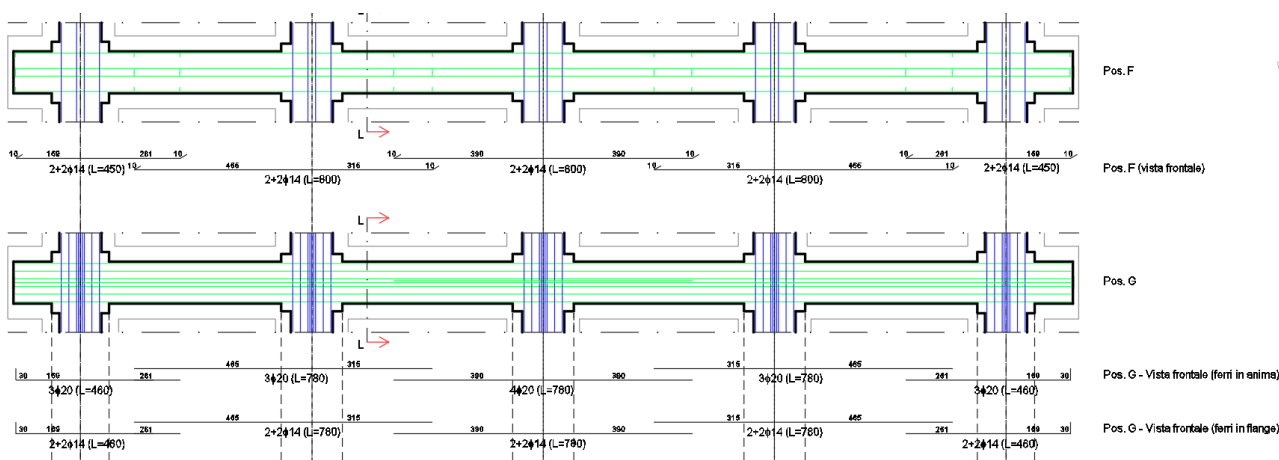


Figura 143 – Distinta armature della trave 2X (posizioni F-G in vista frontale e dall'alto)

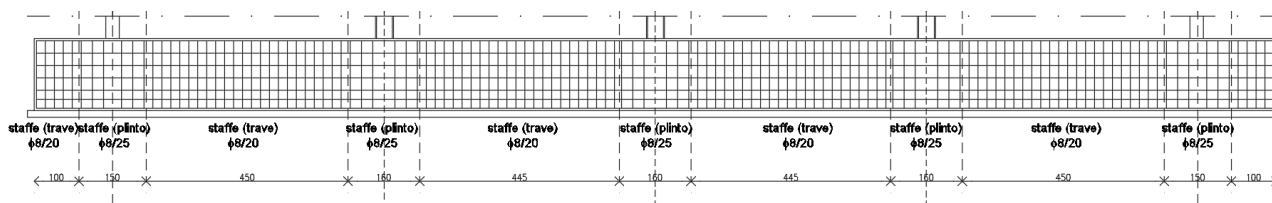


Figura 144 – Staffe della trave 2X

TRAVI DI FONDAZIONE 1Y E 5Y

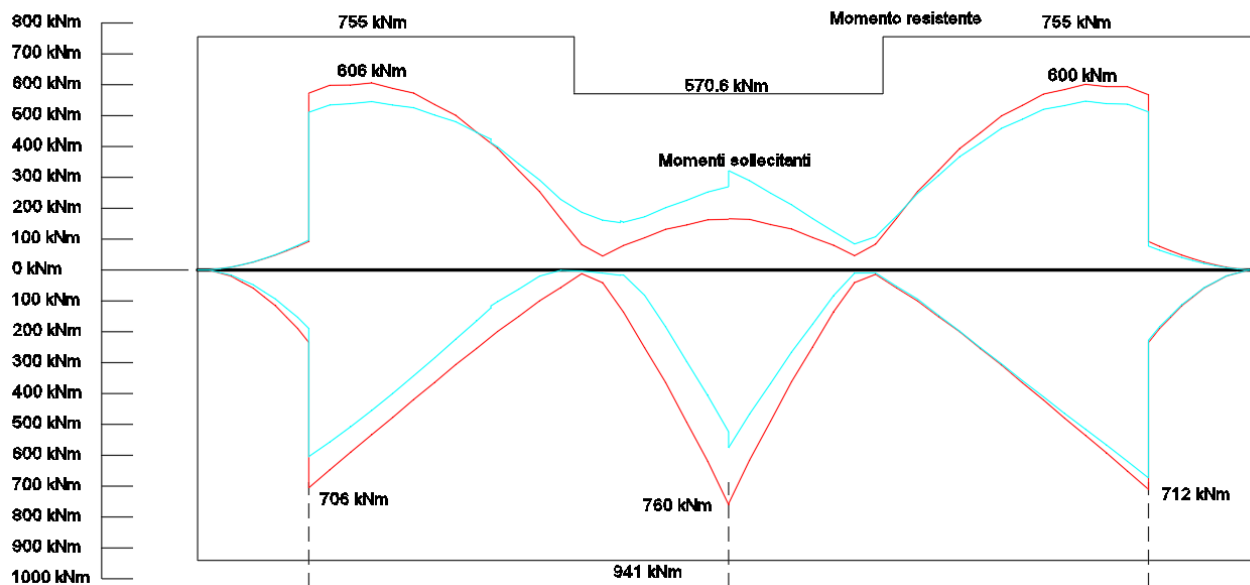


Figura 145 – Involuppi dei diagrammi del momento (travi di fondazione 1Y e 5Y)

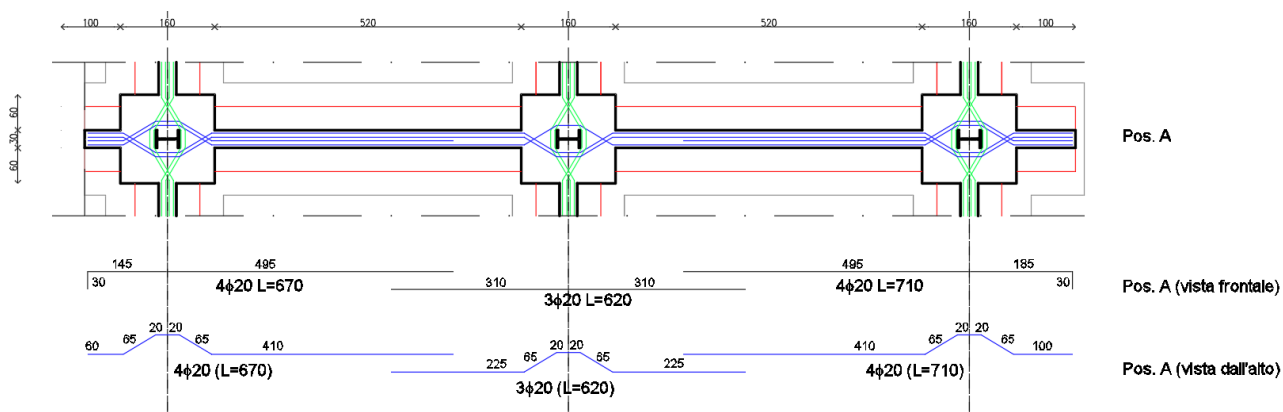


Figura 146 – Distinta armature delle travi 1Y e 5Y (posizione A in vista frontale e dall'alto)

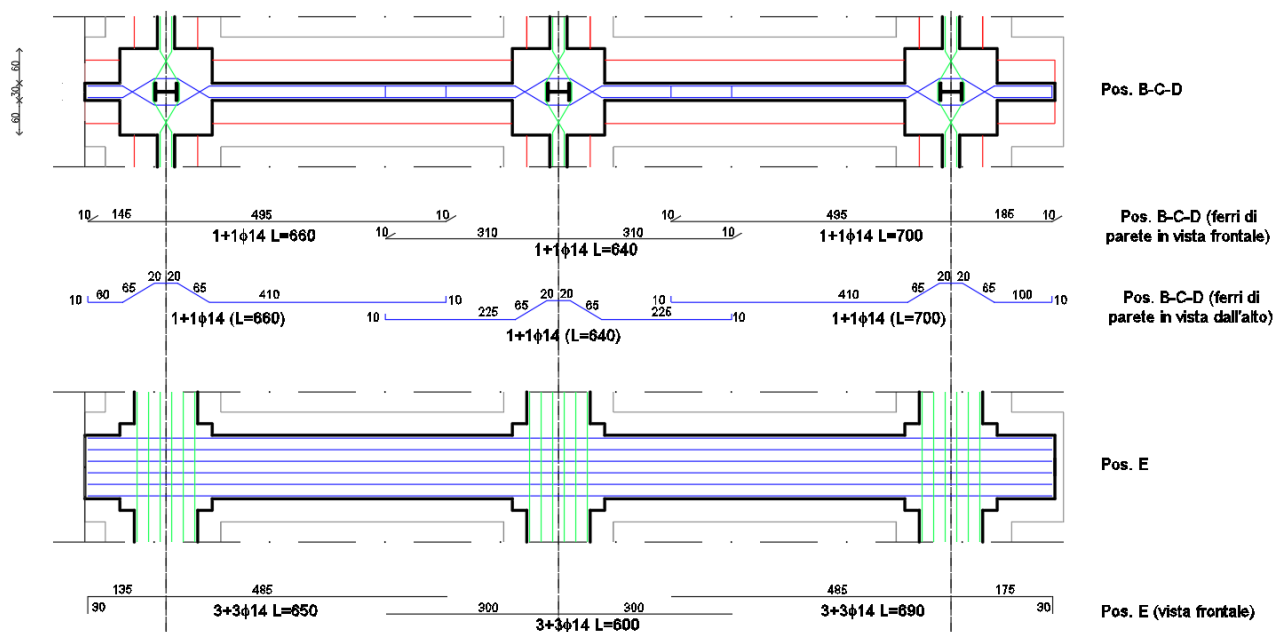


Figura 147 – Distinta armature delle travi 1Y e 5Y (posizioni B-C-D-E in vista frontale e dall'alto)

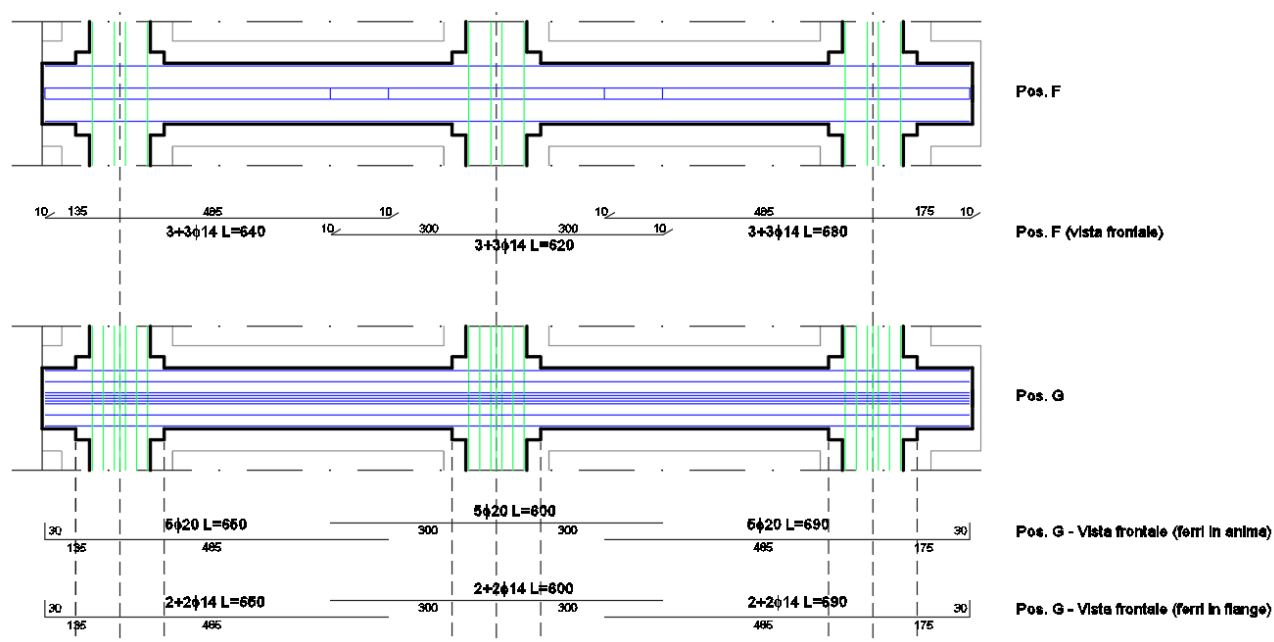


Figura 148 – Distinta armature delle travi 1Y e 5Y (posizioni F-G in vista frontale e dall'alto)

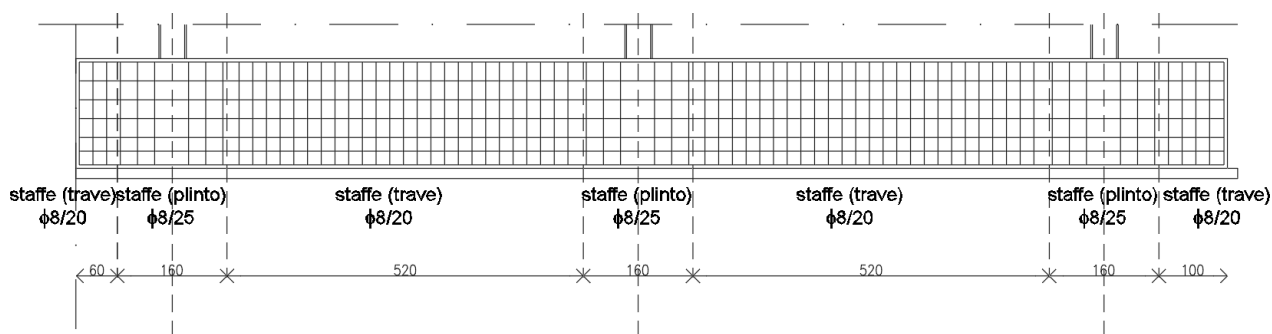


Figura 149 – Staffe delle travi 1Y e 5Y

TRAVI DI FONDAZIONE 2Y, 3Y E 4Y

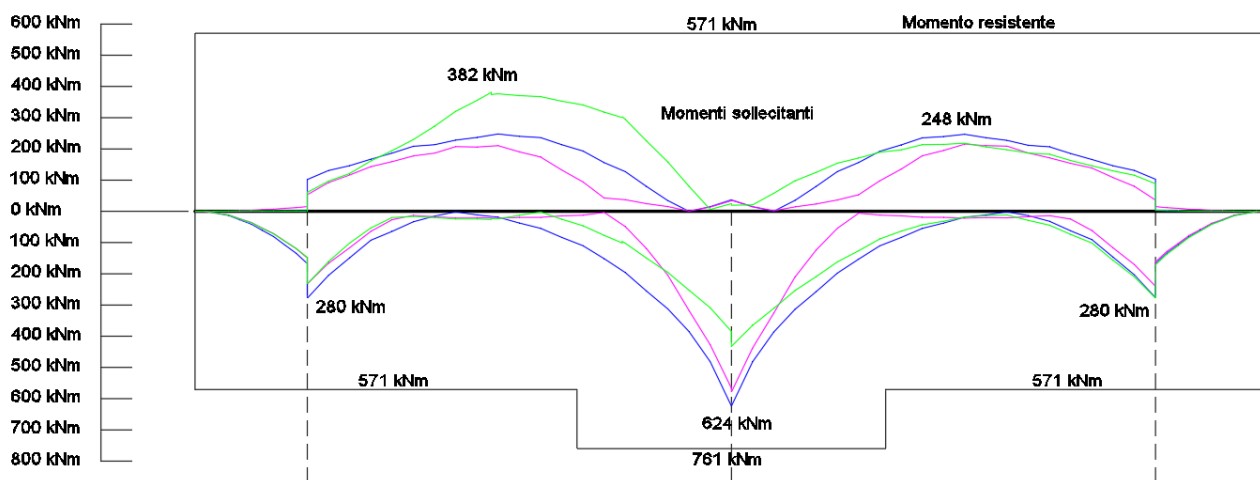


Figura 150 – Involuppi dei diagrammi del momento (travi di fondazione 2Y, 3Y e 4Y)

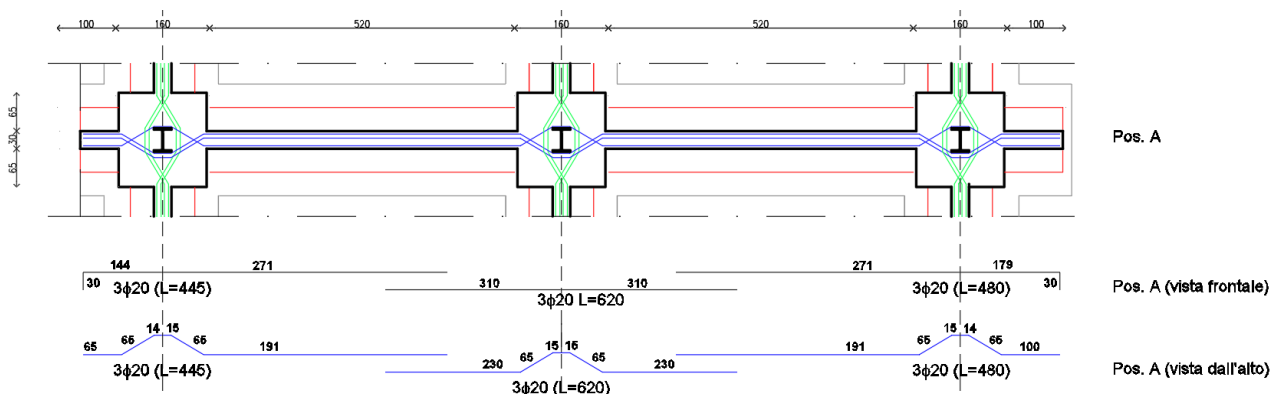


Figura 151 – Distinta armature delle travi 2Y, 3Y e 4Y (posizione A in vista frontale e dall'alto)

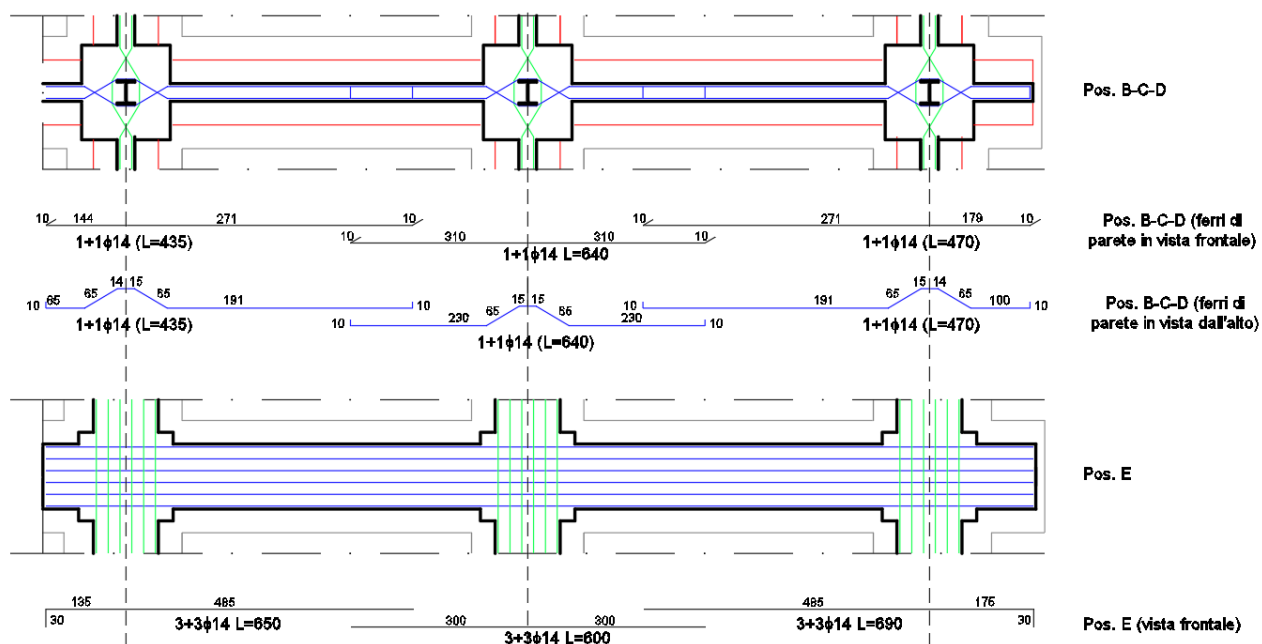


Figura 152 – Distinta armature delle travi 2Y, 3Y e 4Y (posizioni B-C-D-E in vista frontale e dall'alto)

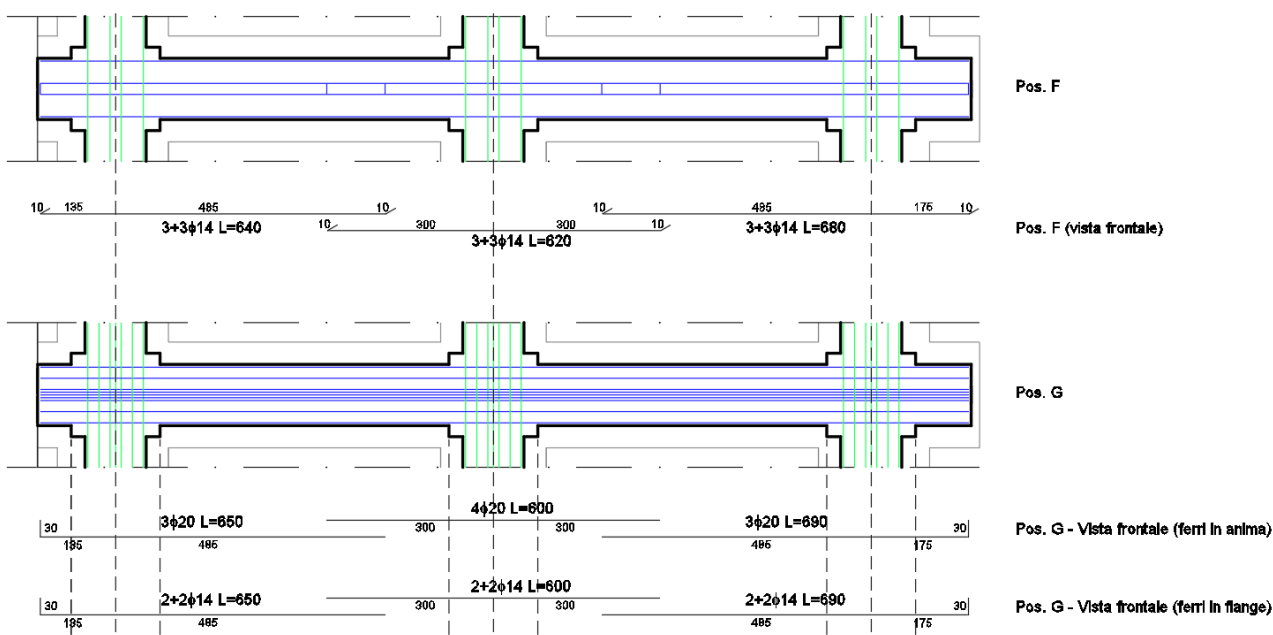


Figura 153 – Distinta armature delle travi 2Y, 3Y e 4Y (posizioni F-G in vista frontale e dall'alto)

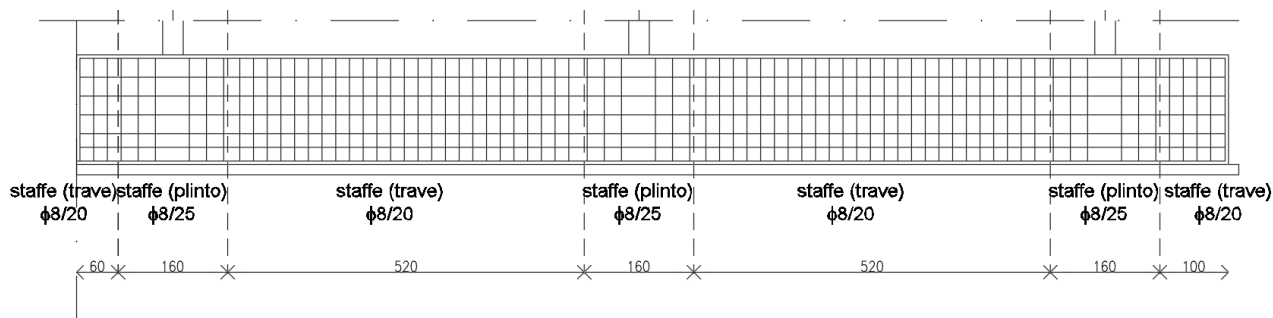


Figura 154 – Staffe delle travi 2Y, 3Y e 4Y

Un ulteriore controllo sui valori dei momenti resistenti riportati nelle precedenti figure è stato eseguito tramite il tool “Verifica C.A. S.L.U.” sviluppato dal prof. Gelfi (Figura 155). I valori di resistenza ottenuti tramite il tool differiscono di meno del 3% rispetto ai calcoli riportati in precedenza.

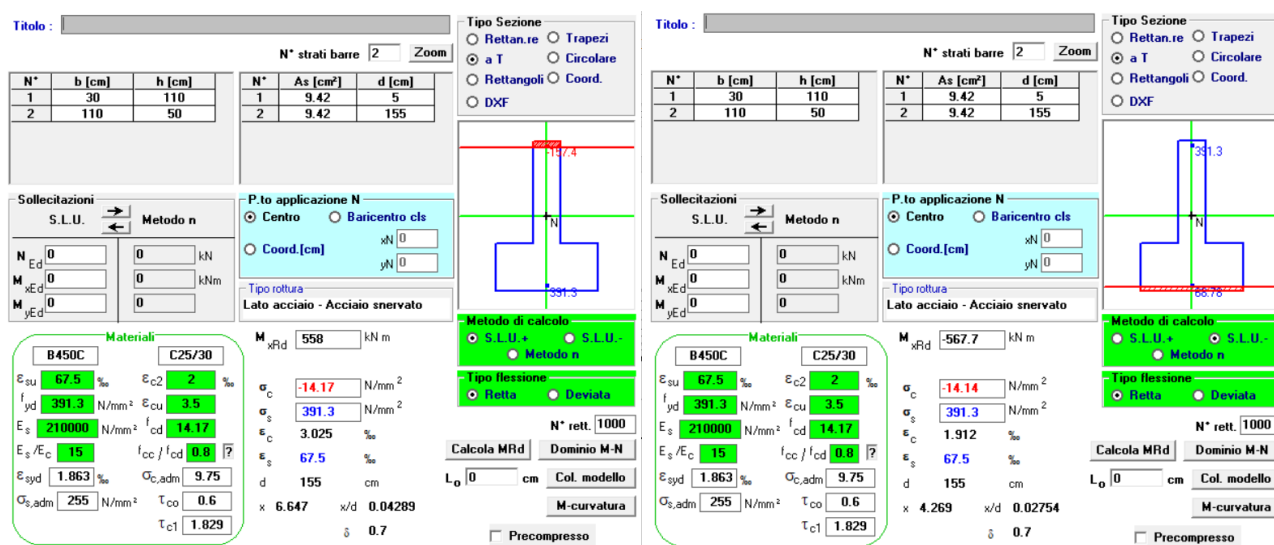


Figura 155 – Calcolo dei momenti resistenti di una sezione con 3φ20 quali armature tese e compresse

L'applicazione della formula 4.1.23 delle NTC2018, riferita ad elementi non armati a taglio, ha permesso di evidenziare che è necessario ricorrere ad un'opportuna armatura a taglio. In particolare, si è deciso di ricorrere a staffe di diametro 8 mm da collocare in corrispondenza dell'anima delle sezioni a T (Figura 156). Inoltre, staffe di analogo diametro vengono adoperate in corrispondenza delle flange delle travi rovesce.

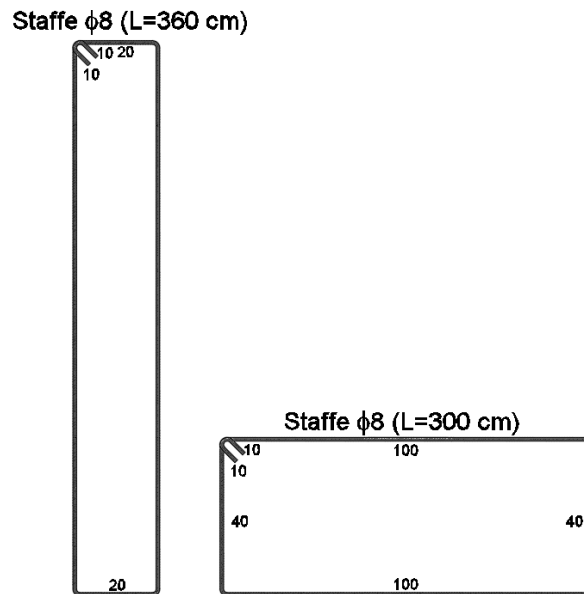


Figura 156 – Staffe $\phi 8$

La resistenza di progetto a taglio delle travi rovesce è stata valutata sulla base di una schematizzazione a traliccio avente quali elementi resistenti: le armature longitudinali, le armature trasversali, il corrente compresso di calcestruzzo ed i puntoni d'anima inclinati. Per tutte le sezioni in esame è stato possibile osservare che il taglio adimensionalizzato $t_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{bd \cdot f_{cd}}$ risulta inferiore al taglio adimensionalizzato lato calcestruzzo in corrispondenza di $ctg\vartheta^* = 2.5$ ($t_{Rcd,ctg\vartheta=2.5}$); di conseguenza, per tutte le sezioni è stato possibile definire la percentuale meccanica di armatura $\omega_{sw} = \frac{t_{Ed}}{2.5}$ ed un passo delle staffe pari a $s = \frac{A_{sw}f_{yd}}{b\omega_{sw}f_{cd}}$. Per rispettare le prescrizioni imposte dalla normativa e nell'ottica di uniformare i passi per evitare errori di disposizione delle staffe, si è deciso di adottare staffe con passo 20 cm nelle travi rovesce e staffe con passo 25 cm nei plinti di fondazione per tutte le travi del graticcio in esame. In tal modo, si ottengono dei tagli resistenti nell'ordine dei 550 kN, valore di resistenza superiore al maggiore dei tagli sollecitanti ricavati dall'analisi strutturale (pari a 416 kN).

Infine, si è proceduto alla verifica delle ali delle travi rovesce (Figura 157). In particolare, con riferimento al massimo abbassamento della fondazione ($\delta_{ced} = 0.4 \text{ cm}$), è stato possibile ricavare la rigidezza delle molle lineari presenti al di sotto dello schema a mensola considerato:

$$k_w = k_s \cdot \delta_{ced} = 5.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot 0.4 \text{ cm} = 2.08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Di conseguenza, i massimi tagli e momenti che possono agire all'incastro dello schema di mensola considerato sono:

$$M_{Ed} = \frac{208 \text{ kN/m} \cdot (0.4 \text{ m})^2}{2} = 16.64 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 208 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 0.4 \text{ m} = 83.20 \text{ kN}$$

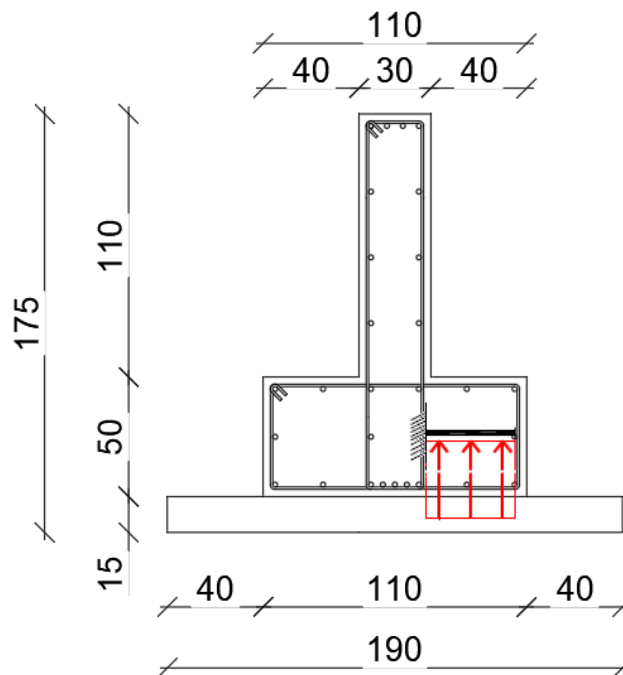


Figura 157 – Verifica dell'ala della sezione a T

Considerando che le armature longitudinali in tale schema coincidono con le armature delle staffe delle travi rovesce, è stato possibile calcolare che il momento resistente di una sezione larga 1 m è 83 kNm, mentre il taglio resistente di un elemento non armato a taglio risulta 169 kN. Tali valori resistenti eccedono le precedenti sollecitazioni e, di conseguenza, le verifiche risultano rispettate.

Di seguito si riporta il dettaglio della sezione maggiormente armata (Figura 158).

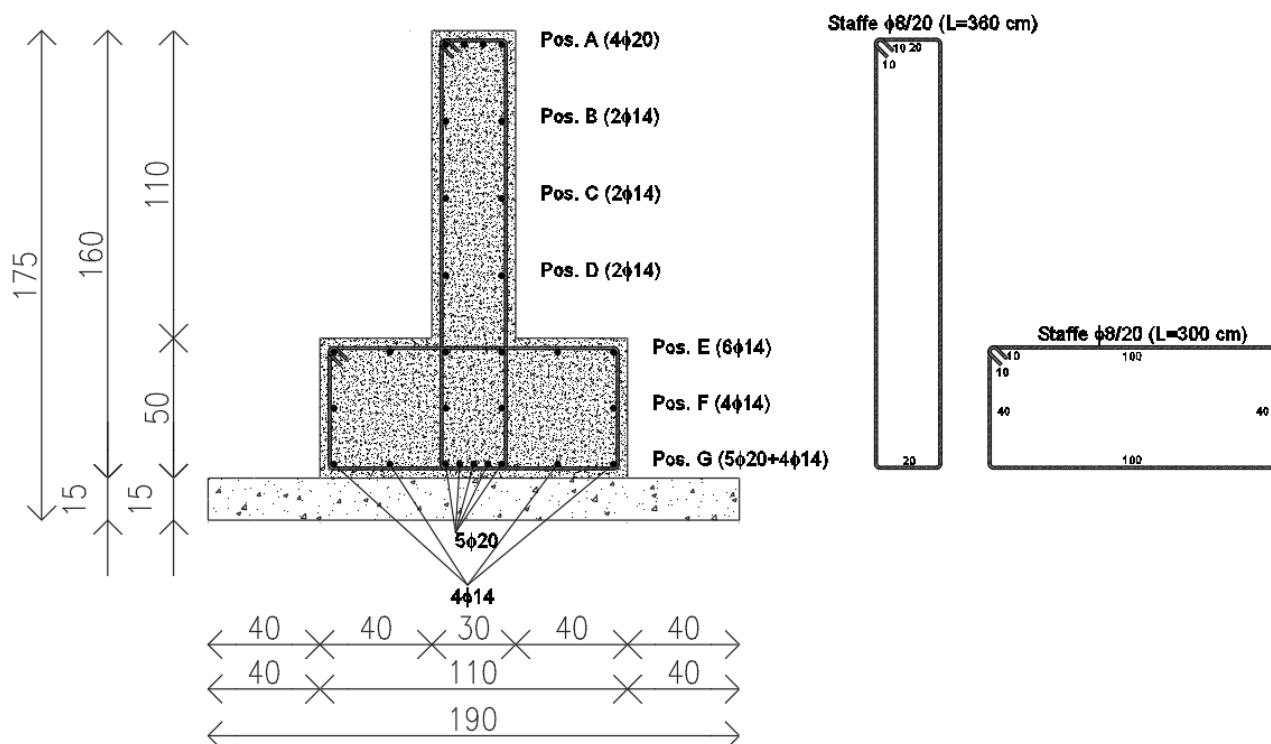


Figura 158 – Dettaglio delle armature della sezione maggiormente armata

In maniera analoga si è proceduto per le travi di fondazione in corrispondenza della scala, che differiscono rispetto alle altre solamente nello spessore dell'anima, che si riduce da 30 cm a 24 cm (Figura 159-Figura 161).

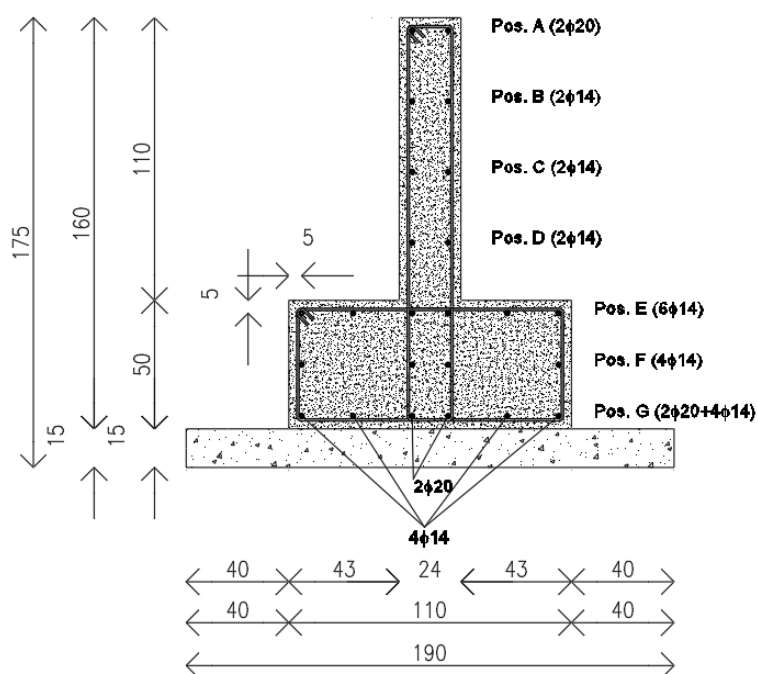
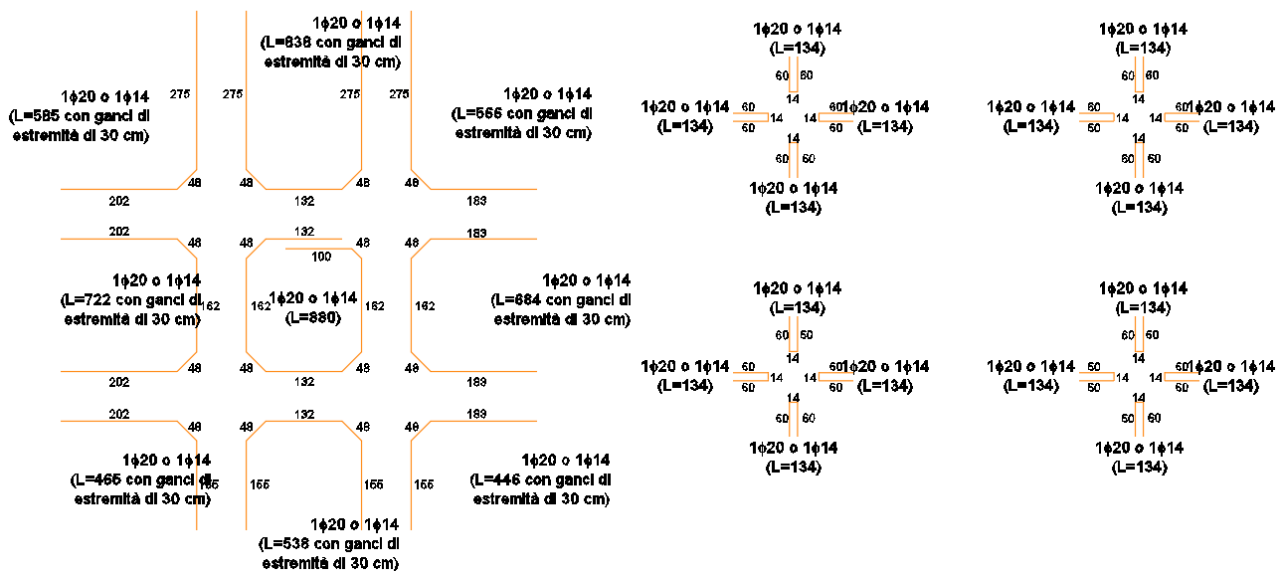


Figura 159 – Dettaglio delle armature della sezione delle travi in corrispondenza del vano scala

Pos. A-B-C-D (vista dall'alto)



184

Come precisato nelle precedenti figure, è stato necessario rappresentare alcuni registri di armature sia in vista frontale che dall'alto. Tale esigenza è stata dettata dal particolare dettaglio costruttivo di colonna embedded, che consiste nell'annegare parte della colonna nella fondazione in modo da creare un nodo di base rigido.

Il procedimento costruttivo si sviluppa nel seguente modo:

- getto del magrone di sottofondo (Figura 162);

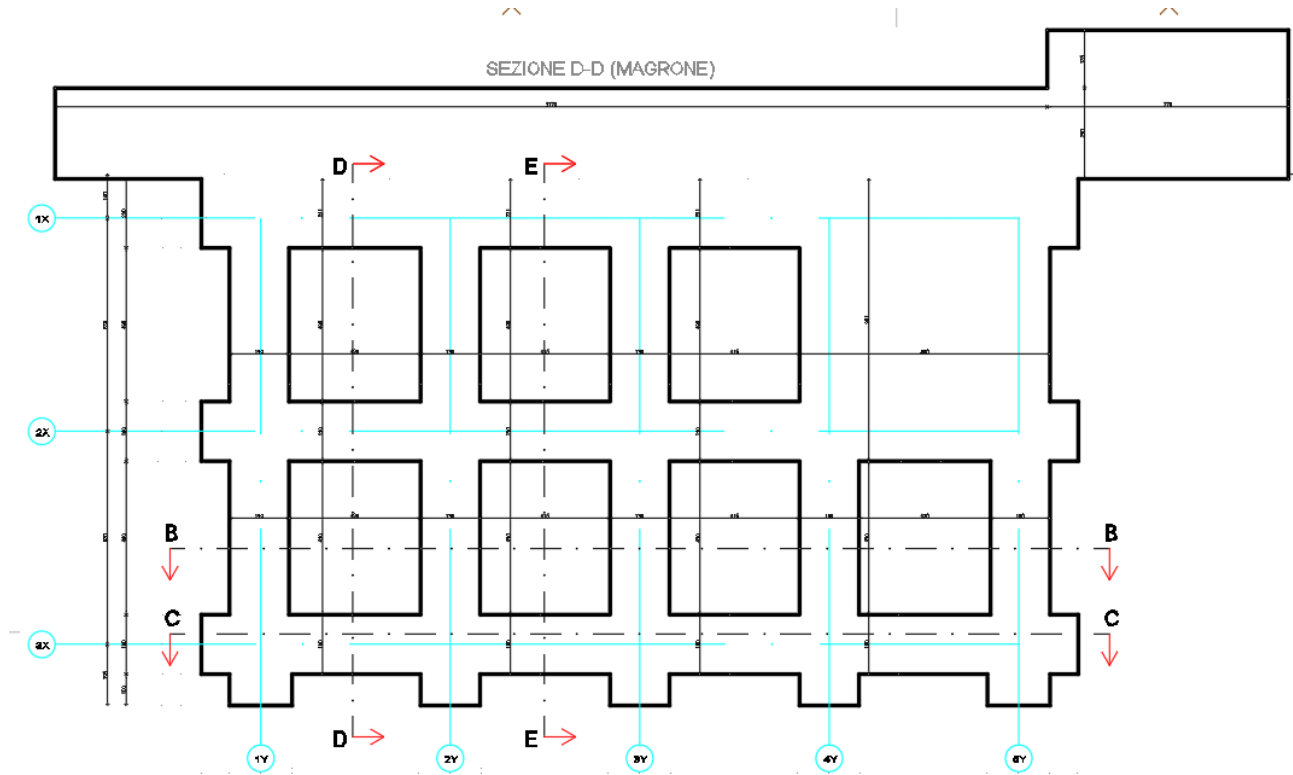


Figura 162 – Getto del magrone

- getto delle flange delle travi rovesce (Figura 163) in cui sono annegati i tirafondi dei nodi di base;

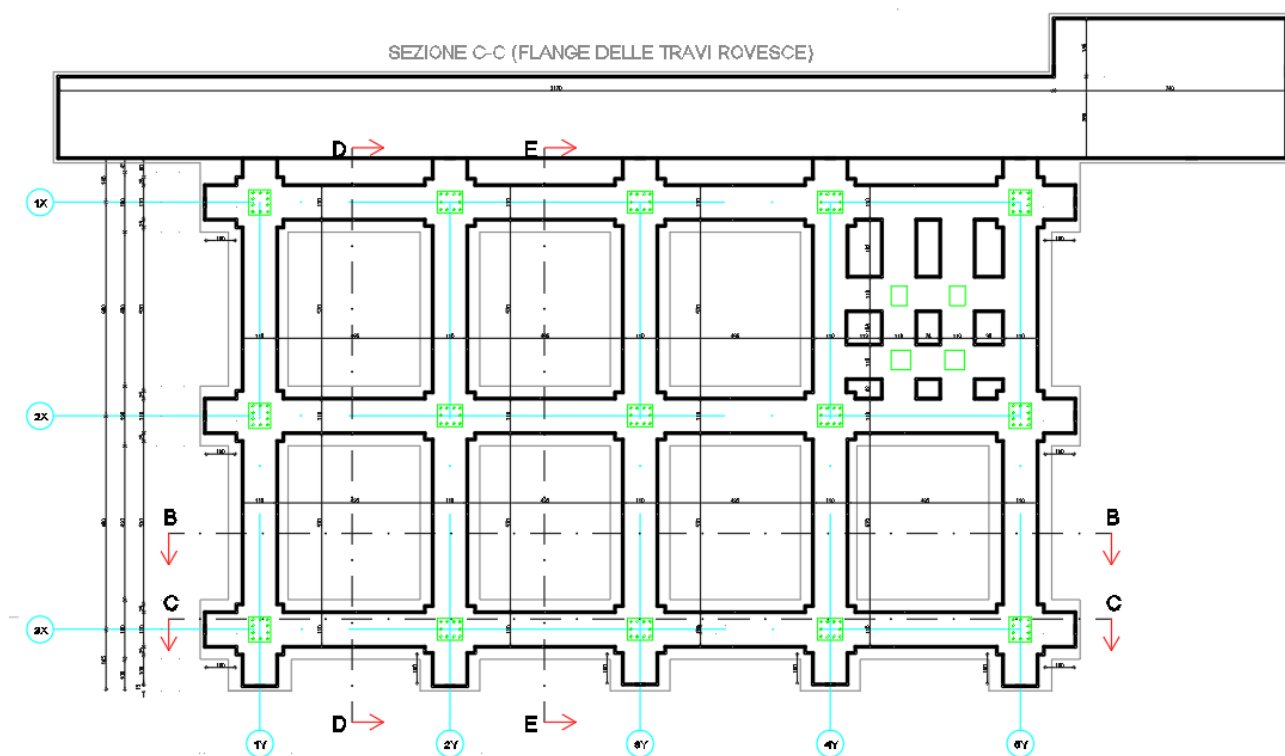


Figura 163 – Getto delle flange delle travi rovesce

- getto delle anime delle travi di fondazione e completamento dei plinti (Figura 164);

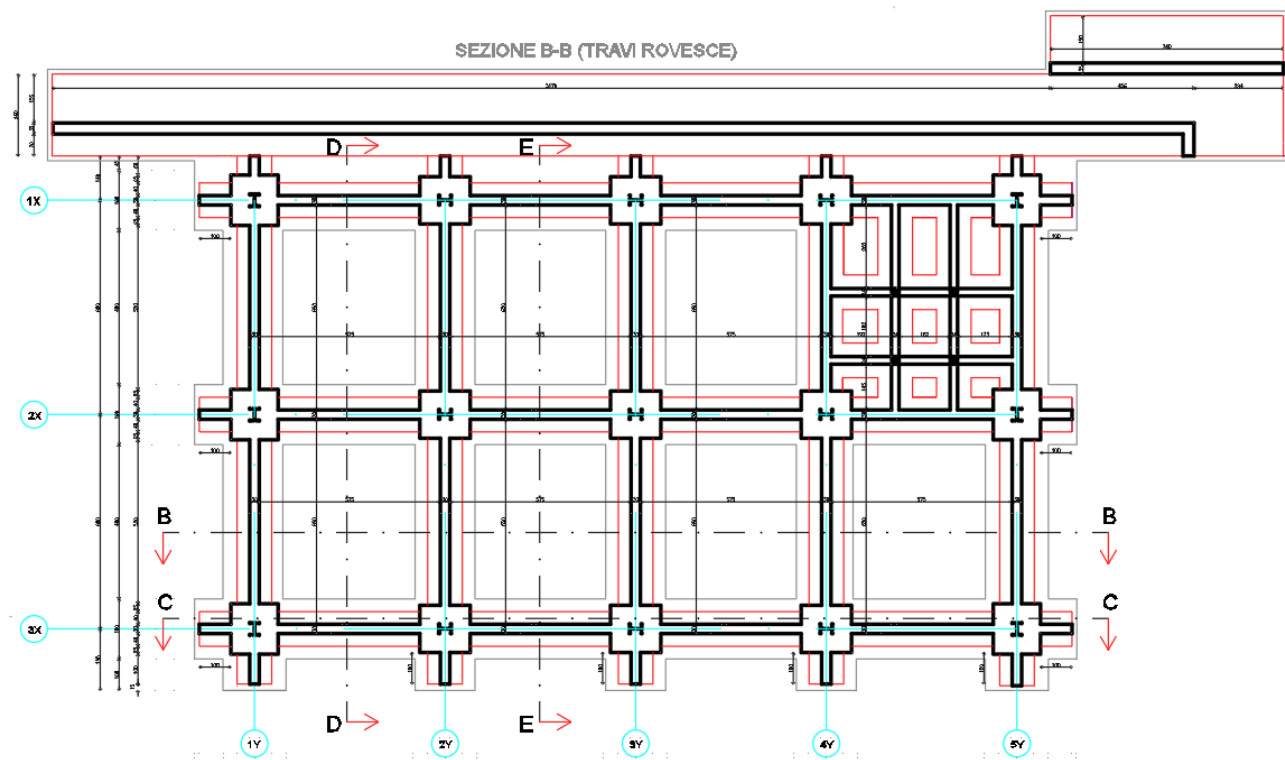


Figura 164 – Getto delle anime delle travi rovesce e completamento dei plinti

I nodi di base sono inglobati all'interno dell'anima delle travi rovesce di fondazione poiché si è deciso di ricorrere ad una soluzione embedded con lo scopo di realizzare dei vincoli di base assimilabili a degli incastri. Uno dei requisiti per soddisfare tale ipotesi progettuale è che la colonna sia inglobata nella fondazione per almeno due volte l'altezza del proprio profilo; in questo caso, la lunghezza minima risulta di $d = 800 \text{ mm}$. Tuttavia, per quanto riportato nelle precedenti figure, è stata considerata valida l'assunzione che $d = 1100 \text{ mm}$.

Il nodo di base è progettato con riferimento alle capacità di resistenza della colonna invece che rispetto alla domanda ricavata dall'analisi strutturale, in accordo alla normativa AIJ.

Per le colonne, la resistenza flessionale plastica ($M_{c,pl}$) è confrontata con quella della fondazione ($M_{f,pl}$); il loro rapporto deve essere maggiore di 1,3.

$$M_{c,u} = W_{pl} f_y \left[1 - \frac{A^2}{(4A_f + A_w) A_w} \left(\frac{N}{N_y} \right)^2 \right] = 1078.22 \text{ kNm}$$

$$M_{f,u} = f_c \cdot B_c \cdot l \cdot \left[\sqrt{(2l + d)^2 + d^2} - (2l + d) \right] = 1717.99 \text{ kNm}$$

In particolare, A , A_f e A_w sono, rispettivamente, l'area totale, l'area delle sole flange e l'area dell'anima della sezione a doppio T, $\frac{N}{N_y}$ è il rapporto tra l'azione normale sollecitante e lo squash load, W_{pl} è il modulo plastico, B_c è la larghezza efficace definita come la somma tra la base della colonna e $d_c/2$, l è la luce di taglio, f_{cy} corrisponde ai 2/3 della resistenza di progetto del calcestruzzo (f_c), mentre le altre dimensioni sono indicate in Figura 165.

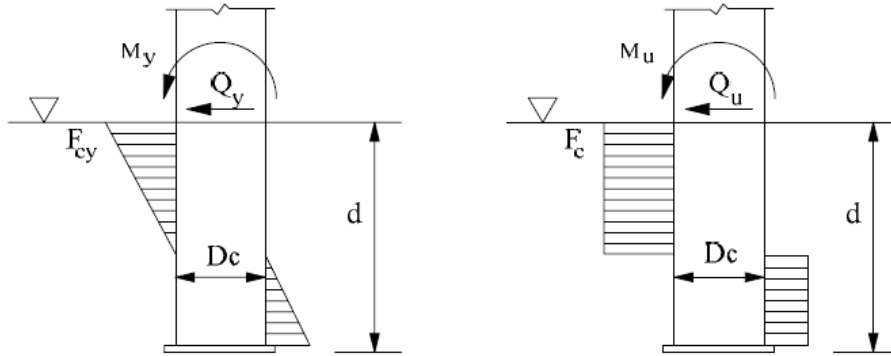


Figura 165 – Distribuzione degli sforzi in accordo alle AIJ

Per la valutazione della lunghezza di annegamento della colonna nella fondazione, è possibile ricorrere anche ad una formulazione più semplice proposta dall'Eurocodice 8; in accordo a tale approccio la lunghezza di annegamento della colonna nella fondazione va definita in modo tale che il taglio sollecitante nella colonna sia inferiore ad un taglio resistente calcolato in accordo alla seguente espressione:

$$V_{Rd} = 0.004 \sqrt{f_{cd}} \left(\frac{b_{plinto}}{b_{colonna}} \right)^{0.66} 0.85 b_{colonna} L_{embedment} \frac{0.4}{0.88 + \frac{L_{colonna}}{2L_{embedment}}} = 1811 \text{ kN}$$

Come verrà spiegato nel seguito, siccome il massimo taglio a cui può essere soggetta la colonna è 1134.12 kN , la scelta di $L_{embedment} = 1.10 \text{ m}$ risulta essere adeguata al caso in esame.

Le azioni sollecitanti da considerare nel calcolo per il dimensionamento e la verifica degli elementi del nodo di base sono definite in accordo al paragrafo 7.5.3.1 delle NTC 2018. i collegamenti in zone dissipative devono consentire la plasticizzazione delle parti dissipative collegate, garantendo il soddisfacimento del seguente requisito:

$$R_{j,d} \geq 1.1 \gamma_{ov} R_{pl,Rd}$$

In particolare,

- $R_{j,d}$ è la capacità di progetto del collegamento;
- $R_{pl,Rd}$ è la capacità al limite plastico della membratura dissipativa collegata;
- γ_{ov} è il fattore di sovrarresistenza del materiale, assunto pari a 1,25 per acciai di tipo S235, S275, S355 (par. 7.5.1 NTC 2018).

Nel caso in esame la membratura dissipativa collegata al giunto è una colonna HEB400 a cui corrisponde un momento plastico di:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_{yd} = 3232 \cdot 10^3 \text{ Nmm}^3 \cdot 355 \text{ N/mm}^2 = 1147.36 \text{ kNm}$$

Per cui

$$M_{Ed,base} = 1.1 \cdot 1.25 \cdot 1147.36 \text{ kNm} = 1577.62 \text{ kNm}$$

Inoltre, il momento in testa alla colonna può essere valutato considerando alla base della colonna il momento sollecitante precedentemente calcolate e una luce di taglio di 2,33 m:

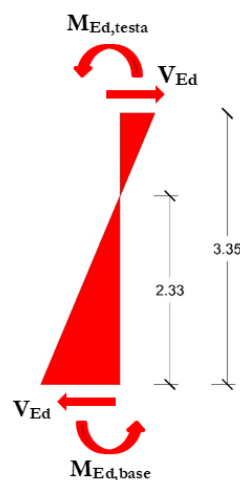


Figura 166 – Valutazione luce di taglio

$$M_{Ed,testa} = M_{Ed,base} \cdot \frac{(h - 2.33)}{2.33} = 690.63 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{(M_{Ed,base} + M_{Ed,testa})}{2} = 1134.12 \text{ kN}$$

Infine, per lo sforzo normale sollecitante è stato considerando il massimo degli sforzi delle colonne:

$$N_{Ed} = 1493.62 \text{ kN}$$

Tabella 55 – Materiali e geometria del nodo di base

Materiali e Geometria

$f_{ak} =$	355	MPa	$b_1 =$	0,70
$f_{tk} =$	430	MPa	$b_2 =$	0,85
$g_{M2} =$	1,25			

HE400B					
$h =$	400	mm	$b =$	300	mm
$t_f =$	24	mm	$t_w =$	13,5	mm
$l_1 =$	700	mm	$l_2 =$	800	mm
$l_1' =$	316,25	mm	$r =$	27	mm

Progetto delle saldature

Si realizza il collegamento tra piastra di base e colonna tramite saldature a cordoni d'angolo.

In questa prima fase progettuale si ipotizza che:

- le saldature delle flange del profilo reagiscono alle aliquote di sforzo normale e momento flettente provenienti dalla colonna;
- le saldature d'anima reagiscono al taglio sollecitante.

Saldature Ala (1):

$$n_{ort.} = \frac{N_{Ed}/2 + M_{y,Ed}/h}{a_1 (l_1 + 2 l_1')} \leq \min (\beta_1; \beta_2) f_{yk}$$

Si ricava:

$$a_1 = \frac{N_{Ed}/2 + M_{y,Ed}/h_{col}}{\min (\beta_1; \beta_2) (l_1 + 2 l_1') f_{yk}}$$

Saldature Anima (2):

$$\tau_{paral.} = \frac{V_{z,Ed}}{2 a_2 l_2} \leq \beta_1 f_{yk}$$

$$a_2 = \frac{V_{z,Ed}}{\beta_1 l_2 f_{yk}}$$

Chiaramente è possibile collegare a_1 e a_2 con lo spessore effettivo della saldatura s tramite:

$$s = \sqrt{2} a$$

Tabella 56 – Dimensioni dei cordoni di saldatura del nodo di base

$a_{1,min}$	14,11	mm	$s_{1,min}$	19,95	mm
$a_{2,min}$	2,85	mm	$s_{2,min}$	4,03	mm

s_1	20	mm	a_1	14,14	mm
s_2	25	mm	a_2	17,68	mm

Verifica delle saldature

Saldature Ala (1):

$$n_{ort.} = \frac{N_{Ed}}{A_w} + \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,w}} \frac{h_{col} + a_1}{2} \leq \min(\beta_1, \beta_2) f_{yk}$$

A_w e $I_{y,w}$ sono l'area e il momento d'inerzia baricentro della sezione resistente della saldatura.

Saldature Anima (2):

$$n_{ort.} = \frac{N_{Ed}}{A_w} + \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,w}} \frac{l_2}{2}$$

$$\tau_{parall.} = \frac{V_{y,Ed}}{2 a_2 l_2}$$

$$\sqrt{n_{ort.}^2 + t_{ort.}^2 + \tau_{parall.}^2} \leq \beta_1 f_{yk}$$

$$|n_{ort.}| + |t_{ort.}| \leq \beta_2 f_{yk}$$

Tabella 57 – Verifica dei cordoni di saldatura del nodo di base

A_w	65973	mm ²	$I_{w,y}$	2867964994,279	mm ⁴
-------	-------	-----------------	-----------	----------------	-----------------

1	$n_{\perp}$	136,00	MPa	$\sigma_{id,lim}$	248,5	MPa	OK
---	-------------	--------	-----	-------------------	-------	-----	----

2	$n_{\perp}$	241,61	MPa	$\tau_{//}$	40,10	MPa	
	σ_{id}	244,92	MPa	$\sigma_{id,lim}$	248,5	MPa	OK

Progetto dei tirafondi

La sezione di contatto tra piastra di base e fondazione in calcestruzzo, nell'ipotesi che la piastra sia sufficientemente rigida, si comporta come una sezione in cemento armato in cui l'armatura è costituita dai tirafondi.

Si procede al predimensionamento di questi ultimi, in particolare noto il momento sollecitante è possibile calcolare l'area minima dei suddetti:

$$A_{s,min} = \frac{M_{Ed}}{0.85 h_p f_{ad}}$$

$$f_{ad} = \frac{f_{ak}}{\gamma_{M2}}$$

Con $\gamma_{M2} = 1,25$; h_p la lunghezza piastra di base, e avendo scelto una classe di resistenza dei tirafondi 10.9.

Fissando il diametro dei tirafondi pari a $\phi 36$, il numero minimo degli stessi è pari a:

$$n.tirafondi = \frac{A_{s,min}}{A_{res}}$$

Dove A_{res} corrisponde all'area resistente del singolo tirafondo.

Tabella 58 – Proprietà meccaniche dei tirafondi del nodo di base

Proprietà meccaniche								
$f_{ak} =$	275	MPa	$f_{bk} =$	900	MPa	$f_{ck} =$	25	MPa
$f_{tk} =$	430	MPa	$f_{tb} =$	1000	MPa	$f_{cd} =$	14,17	MPa
$\gamma_{M2} =$	1,25							

Tabella 59 – Progetto dei tirafondi

Proprietà geometriche					
$h =$	400	mm	$b =$	300	mm
$h_p =$	800	mm	$b_p =$	700	mm
$e_1 =$	50	mm	$A_{res} =$	763,41	mm ²
$d_b =$	36	mm			

Progetto dei tirafondi					
$n_{min} =$	3207	mm ²	→	$n_t =$	4
$n_{min} =$	4,20			$A_s =$	3054 mm ²

Si nota come dalla formula di progetto si ricava un numero di tirafondi di 4,20 (ovvero 5), tuttavia se ne sceglie di utilizzare 4 da verificare poi successivamente in quanto la formula di predimensionamento semplificata porta in conto solo i tirafondi di estremità e non quelli di anima che comunque contribuiscono alla resistenza.

Verifica tirafondi

Per la verifica si procede al calcolo dell'asse neutro tramite equilibrio alla traslazione verticale:

$$0.8 y_c b_p f_{cd} - A_a f_{ad} = N_{Ed}$$

$$y_c = \frac{N_{Ed} + A_a f_{ad}}{0.8 b_p f_{cd}}$$

Il momento resistente si ottiene tramite un equilibrio alla rotazione:

$$M_{Rd} = 0.8 y_c b_p f_{cd} \left(\frac{h_p}{2} - 0.4 y_c \right) + A_a f_{ad} \left(\frac{h_p}{2} - d' \right) + 2 A_a f_{ad} \left(\frac{h_p - 2 d'}{n_{tirafondi} - 1} \right)$$

(Nella formula è presente l'ultimo termine che porta in conto i tirafondi d'anima trascurati nella fase di progetto precedente)

Tabella 60 – Verifica dei tirafondi

$\downarrow_{Ed}$ [N]	M_{Ed} [Nmm]	y_c [mm]	M_{Rd} [Nmm]	check:
1493620	1,57E+09	465,41	1,95E+09	OK

Progetto delle costole di irrigidimento

Affinché sia valida l'ipotesi per la quale si possa considerare l'interfaccia tra la piastra e il plinto di fondazione come una sezione rigida, si progettano delle costole di irrigidimento per la piastra stessa:

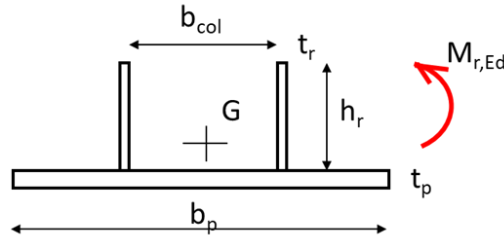


Figura 167 – Geometria costole di irrigidimento nodo di base

$$y_G = \frac{b_p * \frac{t_p^2}{2} + 2h_r * t_{pr} \left(t_p + \frac{h_r}{2} \right)}{b_p * t_p + 2 * h_r * t_{pr}}$$

$$I_{G,y} = \frac{b_p * t_p^3}{12} + b_p * t_p \left(y_G + \frac{t_p}{2} \right)^2 + 2 \left[\frac{b_r t_{pr}^3}{12} + t_{pr} * h_r \left(t_p + h_r - y_G - \frac{h_r}{2} \right)^2 \right]$$

$$W_{el} = \min(W_{sup}, W_{inf}) = \frac{I_{G,y}}{\max(y_c; t_p + h_r - y_G)}$$

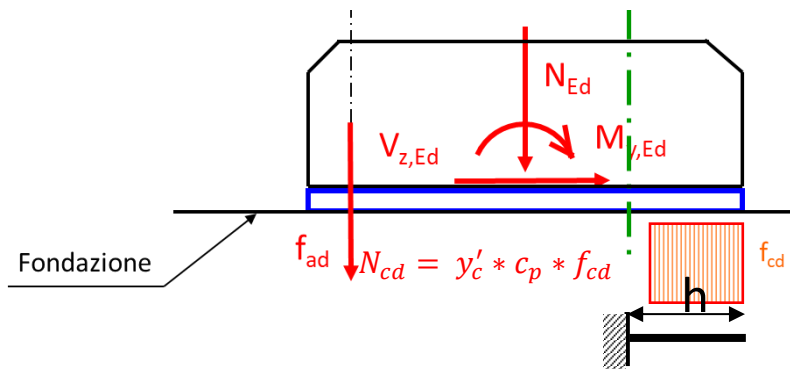


Figura 168 – Azioni agenti sulla piastra del nodo di base

A questo punto si possono distinguere due casi:

Caso 1:

$$y'_c < h_m$$

$$M_{rd} = N_{cd} \left(h_m - \frac{y'_c}{2} \right)$$

$$V_{rd} = N_{cd}$$

$$\sigma_{r,ed,el} = \frac{M_{r,ed}}{b_p * t_p^2 / 6}$$

$$\sigma_{r,ed,pl} = \frac{M_{r,ed}}{b_p * t_p^2 / 4}$$

Caso 2:

$$y'_c > h_m$$

$$\frac{M_{r,ed}}{W_{el}} \leq f_{ad}$$

$$M_{r,ed} = \frac{b_p * h_m^2}{2} f_{cd}$$

Tabella 61 – Verifica della piastra del nodo di base

y _c =	465,41	mm	h _m =	200,00	mm
V _{r,Ed} =	1983333	Nmm	M _{r,Ed} =	198333333	Nmm

t _p =	40	mm
t _r =	18	mm
h _r =	250	mm
y _{G,inf} =	55,27	mm
I _{r,G} =	217243130,6	mm ⁴
W _{r,el} =	925503	mm ³
s=	214,30	MPa
f _{ad} =	220	MPa
check:	OK	

Verifica del nodo di base tramite IDEASTatica

Anche in questo caso è verificato il nodo di base anche con il software IDEASTatica Connection. Le verifiche in modo sintetico vengono riportate di seguito:

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
COL	1 - CON1(HEB400)	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo

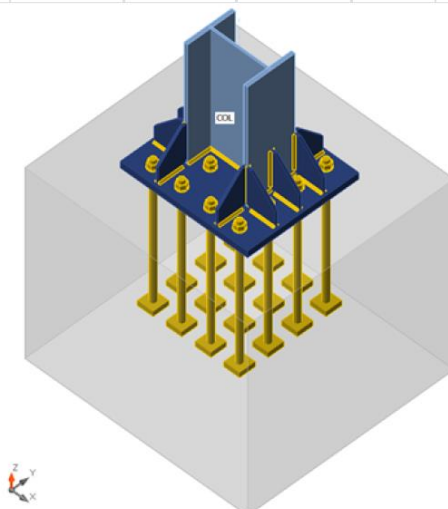


Figura 169 – Modello giunto di base su IDEASstatica

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE-MC1	COL	-1493.6	0.0	-1134.1	0.0	1147.4	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.3 < 5.0%	OK
Ancoraggi	89.0 < 100%	OK
Saldature	99.2 < 100%	OK
Blocco di calcestruzzo	64.4 < 100%	OK
Taglio	97.9 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Tabella 62 – Verifica in IDEASstatica

Il report completo delle verifiche in modo esteso è riportato in Appendice.

13. CONCLUSIONI

Con la presente *Relazione di Calcolo Strutturale* si sono illustrati i metodi di calcolo e di verifica strutturale relativi al progetto di una struttura in acciaio adibita ad uffici presso l'Università degli Studi di Salerno.

Tutti i calcoli sono stati condotti con riferimento al D.M. 17/01/2018, sia dal punto di vista statico che sismico.

In definitiva, le strutture di fondazione ed elevazione risultano verificate nel complesso ed in ogni parte.

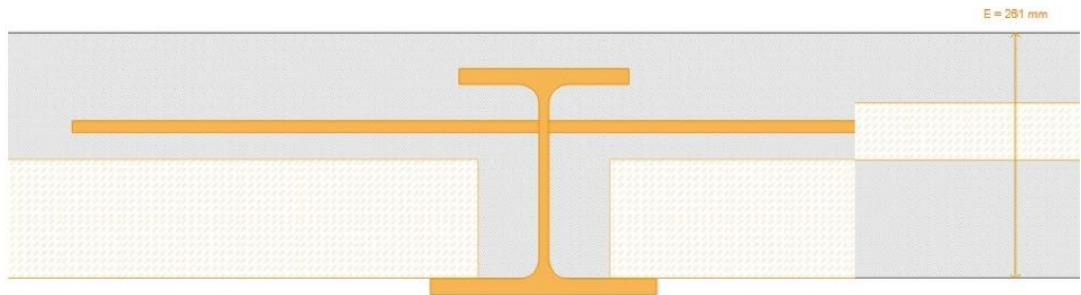
Il Progettista

14. Appendice

Travi CoSFB

Di seguito vengono riportati i reports completi estrapolati dal software CoSFB v1.8, con la quale sono state verificate le travi composte porta-solaio:

TRAVE HEB240 ESTERNA



<u>General parameters</u>	Composite Integrated Floor Beam - Configuration:	
Main span	L = 6.0475 m	
Intermediate beam		
Width on the left	L ₁ = 0.6 m	
Width on the right	L ₂ = 6.8 m	
<u>Slab</u>		
Cofradal slab	Total thickness E = 261 mm	
Cofradal 260	h = 260 mm	
Concrete available height	h _c = 135 mm	
Concrete cover above the steel flange	C _b = 38 mm	
<u>Section</u>	HE 240 B	
Plate / Flange 180x17 mm	Width, b _{pl} = 180 mm	
	Thickness, t _{pl} = 17 mm	
	Support width = 50 mm	
	Support height = 1 mm	
	h = 240 mm	A = 96 cm ²
	b _f = 240 mm	W _{el_y,top} = 747 cm ³
	t _w = 10 mm	W _{el_y,bot} = 911 cm ³
	t _f = 17 mm	
	r = 21 mm	
	hTe = 223 mm	
	Bearing width of the slab : d _c = 50 mm	

Materials

Steel	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$ $\rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Beam steel grade S355 M/ML	$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$ Reduction curve = EN 10025-4
Plate / Flange S355 M/ML	$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$ Reduction curve = EN 10025-4
Concrete C30/37	
Density of the concrete (slab)	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$ $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{cm} = 38 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 32836,57 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{c1} = 2.16 \cdot 10^{-6}$ $\epsilon_{cu1} = 3.5 \cdot 10^{-6}$ $\epsilon_{cu2} = 3.5 \cdot 10^{-6}$ $\epsilon_{cu3} = 3.5 \cdot 10^{-6}$ Shrinkage strain = $325 \cdot 10^{-6}$
RH = 50%	Instant $t_0 \cdot n_0 = 6,4$ Creep $t_{\infty} \cdot n_L \approx 4,0 \cdot n_0 = 25,58$ A constant approximate relation to n_0 is used for all types of concrete Shrinkage $t_{\infty} \cdot n_S \approx 2,5 \cdot n_0 = 15,99$ A constant approximate relation to n_0 is used for all types of concrete

Concrete Zone 1 - Below the upper edge of the upper flange (to the position of the centroid)

Effective width	$b_{eff} = 1511.88 \text{ mm}$
Depth of zone 1	$Z_1 = 46.04 \text{ mm}$

Concrete Zone 2 - Above the upper edge of the upper flange

Effective width	$b_{eff} = 1511.88 \text{ mm}$
Concrete cover above the steel flange	$C_b = 38 \text{ mm}$

Centroid of the equivalent section

(From the upper edge of the concrete)

$z_{el,0} = 8,4 \text{ cm}$
 $z_{el,L} = 12,68 \text{ cm}$
 $z_{el,S} = 11,25 \text{ cm}$

Second moment of area of the equivalent section

$I_{y,0} = 21558 \text{ cm}^4$
 $I_{y,L} = 15433 \text{ cm}^4$
 $I_{y,S} = 17363 \text{ cm}^4$

Second moment of area

$I_{Steel} = 9853 \text{ cm}^4$

Lateral restraint of the beam

The software assumes a full lateral restraint of the beam for the construction stage (no LTB check)

Propping in the construction stage

Number of proppings in the span 1

Loads

Loads at construction stage

Permanent loads (g)

Self-weight of the steel section + plate + support	$g = 0.76 \text{ kN/m}$
Self-weight of the slab	$g_{\text{slab}} = 3.10 \text{ kN/m}^2$
Self-weight of the floor system	$g_{\text{floor}} = 3.95 \text{ kN/m}^2$

Loads at final stage

Permanent loads G

Self-weight of the steel section + plate + support	$g = 0.76 \text{ kN/m}$
Self-weight of the slab	$g_{\text{slab}} = 3.10 \text{ kN/m}^2$
Self-weight of the floor system	$g_{\text{floor}} = 3.95 \text{ kN/m}^2$
Span Surface load	0.65 kN/m^2

Live load case n°1 ($\psi_0 = 1.00$)

$$Q_1 = 4.2 \text{ kN/m}^2$$

Partial Factors

Permanent loads	$\gamma_{G,\text{sup}} = 1.35$ $\gamma_{G,\text{inf}} = 1.00$	Structural steel $\gamma_{M0} = 1.00$ Structural steel (instabilities) $\gamma_{M1} = 1.00$
Live loads	$\gamma_Q = 1.50$	Concrete $\gamma_c = 1.50$
Reinforcement bars	$\gamma_s = 1.15$	
Connectors	$\gamma_v = 1.25$	
Weld strength	$\gamma_{M2} = 1.25$	

Combinations of actions

ULS combination (construction stage)	$1.35 G + 1.50 Q_c$
SLS combination (construction stage)	$1.00 G + 1.00 Q_c$
ULS combination(s)	$1.35 G + 1.50 Q_1$ $1.35 G + 1.50 (\psi_0 = 1.00) Q_1$ $1.00 G + 1.50 Q_1$ $1.00 G + 1.50 (\psi_0 = 1.00) Q_1$
SLS combination(s)	$1.00 G + 1.00 Q_1$ $1.00 G + 1.00 (\psi_0 = 1.00) Q_1$

Ultimate Limit Stage (Construction Stage)

M>0 Moment resistance	Section class 1
M<0 Moment resistance	Section class 1
Plastic shear force resistance $V_{pl,Rd}$	$= 661.81 \text{ kN}$ ($\eta = 1.20$) No risk of shear buckling ($b_w / t_w \leq 72 \epsilon / \eta$, EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

Warning: The verification of the weld is not done for construction stage

Arrangement n°1: construction variable loads Q_c are assumed on both spans
Arrangement n°2: construction variable loads Q_c are assumed on the left span

Case : Permanent loads (Construction)

Distributed loads

x (m)	q (kN/m)
0.00	14.63

ULS combination (construction stage) : $1.35 G + 1.5 Q_c$

Arrangement 1

x (m)	Class	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M_{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
0.00	1	0.00	22.39	17.79	304.00	0.03	0.00
0.12	1	2.56	20.00	17.79	304.00	0.03	0.01
0.24	1	4.84	17.61	17.79	304.00	0.03	0.02
0.36	1	6.82	15.23	17.79	304.00	0.02	0.02
0.48	1	8.52	12.84	17.79	304.00	0.02	0.03

Arrangement 1

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rc} (kNm)	Γ _V	Γ _M
0.60	1	9.93	10.45	17.79	304.00	0.02	0.03
0.73	1	11.05	8.06	17.79	304.00	0.01	0.04
0.85	1	11.88	5.67	17.79	304.00	0.01	0.04
0.97	1	12.42	3.28	17.79	304.00	0.00	0.04
1.09	1	12.67	0.90	17.79	304.00	0.00	0.04
1.21	1	12.64	-1.49	17.79	304.00	0.00	0.04
1.33	1	12.31	-3.88	17.79	304.00	0.01	0.04
1.45	1	11.70	-6.27	17.79	304.00	0.01	0.04
1.57	1	10.80	-8.66	17.79	304.00	0.01	0.04
1.69	1	9.61	-11.05	17.79	304.00	0.02	0.03
1.81	1	8.12	-13.43	17.79	304.00	0.02	0.03
1.94	1	6.36	-15.82	17.79	304.00	0.02	0.02
2.06	1	4.30	-18.21	17.79	304.00	0.03	0.01
2.18	1	1.95	-20.60	17.79	304.00	0.03	0.01
2.30	1	-0.69	-22.99	17.79	-304.00	0.03	0.00
2.42	1	-3.61	-25.38	17.79	-304.00	0.04	0.01
2.54	1	-6.82	-27.77	17.79	-304.00	0.04	0.02
2.66	1	-10.33	-30.15	17.79	-304.00	0.05	0.03
2.78	1	-14.12	-32.54	17.79	-304.00	0.05	0.05
2.90	1	-18.20	-34.93	17.79	-304.00	0.05	0.06
3.02	1	-22.57	-37.32	17.79	-304.00	0.06	0.07
3.14	1	-18.20	34.93	17.79	-304.00	0.05	0.06
3.27	1	-14.12	32.54	17.79	-304.00	0.05	0.05
3.39	1	-10.33	30.15	17.79	-304.00	0.05	0.03
3.51	1	-6.82	27.77	17.79	-304.00	0.04	0.02
3.63	1	-3.61	25.38	17.79	-304.00	0.04	0.01
3.75	1	-0.69	22.99	17.79	-304.00	0.03	0.00
3.87	1	1.95	20.60	17.79	304.00	0.03	0.01
3.99	1	4.30	18.21	17.79	304.00	0.03	0.01
4.11	1	6.36	15.82	17.79	304.00	0.02	0.02
4.23	1	8.12	13.43	17.79	304.00	0.02	0.03
4.35	1	9.61	11.05	17.79	304.00	0.02	0.03
4.48	1	10.80	8.66	17.79	304.00	0.01	0.04
4.60	1	11.70	6.27	17.79	304.00	0.01	0.04
4.72	1	12.31	3.88	17.79	304.00	0.01	0.04
4.84	1	12.64	1.49	17.79	304.00	0.00	0.04
4.96	1	12.67	-0.90	17.79	304.00	0.00	0.04
5.08	1	12.42	-3.28	17.79	304.00	0.00	0.04
5.20	1	11.88	-5.67	17.79	304.00	0.01	0.04
5.32	1	11.05	-8.06	17.79	304.00	0.01	0.04
5.44	1	9.93	-10.45	17.79	304.00	0.02	0.03
5.56	1	8.52	-12.84	17.79	304.00	0.02	0.03
5.68	1	6.82	-15.23	17.79	304.00	0.02	0.02
5.81	1	4.84	-17.61	17.79	304.00	0.03	0.02
5.93	1	2.56	-20.00	17.79	304.00	0.03	0.01
6.05	1	0.00	-22.39	17.79	304.00	0.03	0.00

Reactions

R Left = 22.39 kN

R Right = 22.39 kN

R propping = 74.64 kN

ULS design criteria

Maximum criterion for shear force $\Gamma_V = 0.06$

Maximum criterion for bending force $\Gamma_M = 0.07$

Arrangement 2

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
0.00	1	0.00	22.39	17.79	304.00	0.03	0.00
0.12	1	2.56	20.00	17.79	304.00	0.03	0.01
0.24	1	4.84	17.61	17.79	304.00	0.03	0.02
0.36	1	6.82	15.23	17.79	304.00	0.02	0.02
0.48	1	8.52	12.84	17.79	304.00	0.02	0.03
0.60	1	9.93	10.45	17.79	304.00	0.02	0.03
0.73	1	11.05	8.06	17.79	304.00	0.01	0.04
0.85	1	11.88	5.67	17.79	304.00	0.01	0.04
0.97	1	12.42	3.28	17.79	304.00	0.00	0.04
1.09	1	12.67	0.90	17.79	304.00	0.00	0.04
1.21	1	12.64	-1.49	17.79	304.00	0.00	0.04
1.33	1	12.31	-3.88	17.79	304.00	0.01	0.04
1.45	1	11.70	-6.27	17.79	304.00	0.01	0.04
1.57	1	10.80	-8.66	17.79	304.00	0.01	0.04
1.69	1	9.61	-11.05	17.79	304.00	0.02	0.03
1.81	1	8.12	-13.43	17.79	304.00	0.02	0.03
1.94	1	6.36	-15.82	17.79	304.00	0.02	0.02
2.06	1	4.30	-18.21	17.79	304.00	0.03	0.01
2.18	1	1.95	-20.60	17.79	304.00	0.03	0.01
2.30	1	-0.69	-22.99	17.79	-304.00	0.03	0.00
2.42	1	-3.61	-25.38	17.79	-304.00	0.04	0.01
2.54	1	-6.82	-27.77	17.79	-304.00	0.04	0.02
2.66	1	-10.33	-30.15	17.79	-304.00	0.05	0.03
2.78	1	-14.12	-32.54	17.79	-304.00	0.05	0.05
2.90	1	-18.20	-34.93	17.79	-304.00	0.05	0.06
3.02	1	-22.57	-37.32	17.79	-304.00	0.06	0.07
3.14	1	-18.20	34.93	17.79	-304.00	0.05	0.06
3.27	1	-14.12	32.54	17.79	-304.00	0.05	0.05
3.39	1	-10.33	30.15	17.79	-304.00	0.05	0.03
3.51	1	-6.82	27.77	17.79	-304.00	0.04	0.02
3.63	1	-3.61	25.38	17.79	-304.00	0.04	0.01
3.75	1	-0.69	22.99	17.79	-304.00	0.03	0.00
3.87	1	1.95	20.60	17.79	304.00	0.03	0.01
3.99	1	4.30	18.21	17.79	304.00	0.03	0.01
4.11	1	6.36	15.82	17.79	304.00	0.02	0.02
4.23	1	8.12	13.43	17.79	304.00	0.02	0.03
4.35	1	9.61	11.05	17.79	304.00	0.02	0.03
4.48	1	10.80	8.66	17.79	304.00	0.01	0.04
4.60	1	11.70	6.27	17.79	304.00	0.01	0.04
4.72	1	12.31	3.88	17.79	304.00	0.01	0.04
4.84	1	12.64	1.49	17.79	304.00	0.00	0.04
4.96	1	12.67	-0.90	17.79	304.00	0.00	0.04
5.08	1	12.42	-3.28	17.79	304.00	0.00	0.04
5.20	1	11.88	-5.67	17.79	304.00	0.01	0.04
5.32	1	11.05	-8.06	17.79	304.00	0.01	0.04

Arrangement 2

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
5.44	1	9.93	-10.45	17.79	304.00	0.02	0.03
5.56	1	8.52	-12.84	17.79	304.00	0.02	0.03
5.68	1	6.82	-15.23	17.79	304.00	0.02	0.02
5.81	1	4.84	-17.61	17.79	304.00	0.03	0.02
5.93	1	2.56	-20.00	17.79	304.00	0.03	0.01
6.05	1	0.00	-22.39	17.79	304.00	0.03	0.00

Reactions

R Left = 22.39 kN

R Right = 22.39 kN

R propping = 74.64 kN

ULS design criteria

Maximum criterion for shear force $\Gamma_V = 0.06$

Maximum criterion for bending force $\Gamma_M = 0.07$

Serviceability Limit Stage

(Construction Stage)

Deflections per load case

Case "Dead weight"

$V_{fmax} = 0.03$ cm (L/18895)

Deflections per combination

N°1 1.00 G + 1.00 Q_c

Arrangement n° 1

$V_{fmax} = 0.03$ cm (L/18895)

Arrangement n° 2

$V_{fmax} = 0.03$ cm (L/18895)

Ultimate Limit Stage

(FINAL stage)

No risk of shear buckling ($t_w / t_w \leq 72 \epsilon / \eta$, EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

Dowel shear connection through the web

Diameter of the holes	$D = 25 \text{ mm}$
Diameter of the bars for the dowels	$D_r = 12 \text{ mm}$
Characteristic bearing capacity per dowel according to Zulassung	$P_{Rk} = 125 \text{ kN/dowel}$
Distance between the holes along the beam	$a_D = 125 \text{ mm}$
Number of dowels per metre	$n_m = 8 \text{ Dowel/m}$
Position of the holes/rebars centre in relation to the lower edge of the upper beam flange	$a_L = 45 \text{ mm}$
Length of the rebar for the dowels	$L_r = 1000 \text{ mm}$
Concrete cover for rebar of dowel, distance from the centre of the axis of the rebar to the sheet	$C_r = 30 \text{ mm}$
Steel grade of the dowels rebars	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Design of the shear connection; Dowel

If different steel yield strengths are considered for the beam and the plate, the minimum degree of connection formulas are out of the scope of the EN 1994-1-1 (6.6.1.2), and maximum values of yield strengths are used by the application.

ULS combination : 1.35 G + 1.50 Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1380.63	2419.00	1.75	0.48	Ok

ULS combination : 1.35 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1380.63	2419.00	1.75	0.48	Ok

ULS combination : 1.00 G + 1.50 Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1381.72	2419.00	1.75	0.48	Ok

ULS combination : 1.00 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1381.72	2419.00	1.75	0.48	Ok

Calculation of plastic bending resistance for the reduced section $M_{pl,Rd,red}$

Reactions

R Left = 140.01 kN

R Right = 140.01 kN

ULS combination 1.35 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

Reactions

R Left = 140.01 kN

R Right = 140.01 kN

ULS combination 1.00 G + 1.50 Q₁

Reactions

R Left = 121.99 kN

R Right = 121.99 kN

ULS combination 1.00 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

Reactions

R Left = 121.99 kN

R Right = 121.99 kN

Transverse reinforcing bars of the slab for longitudinal shear transfer from the beam shear connection

$v = 1$ [-]

$\theta_r = 1$ [°]

$f_{yk} = 1$ [N/mm²]

Section a-a, b-b and c-c (see help content). B500B steel is used.

Minimum transverse reinforcement (EN 1994-1-1 §6.6.6.3 & EN 1992-1-1 §9.2.2(5)):

$A_{min} = 13.5$ cm²/m

Reinforcement ratio (EN 1992-1-1 §6.2.4):

$A_{st}/s_f \geq 0.93$ cm²/m

Note: this result is provided as an indication. Calculations must be performed in order to take into account specific conceptual details. Note particularly that the calculations do not include the design of the slab.

ULS design criteria

Maximum criterion for transverse local bending

$\Gamma_{M,Loc} = 0.14$ Ok

Maximum criterion for shear force

$\Gamma_V = 0.21$ (0 m) Ok

Maximum criterion for global bending:

$\Gamma_M = 0.50$ (3.02375 m) Ok

Including the effect of local bending in the lower flange and the influence of V_{Ed} if necessary

Internal forces and resistances for the critical section

$M_{Ed} = 211.68$ kNm ≤ 424.35 kNm = $M_{pl,Rd,red,\Gamma}$ (Ok)

$V_{Ed} = 140.01$ kN ≤ 661.81 kN = $V_{pl,Rd}$ (Ok)

Calculation of $M_{pl,Rd,red}$ based on strain, for full connection

(Root radii are not taken into account here)

Yield strain for the beam	$\epsilon_y = 1.64 \cdot 10^{-3}$
Yield strain for the plate	$\epsilon_y = 1.64 \cdot 10^{-3}$

Comparison

	Z_{pl} (mm)	$M_{pl,Rd,req}$ (kNm)	Difference (%)
Strain limits - Concrete according to EN1992-1-1, 83.1.7, Figure 3.5	60.71	410.88	$0.03 \leq 5\%$ OK

According to the Technical Approval "CoSFB-Betondübel", the full plastic bending resistance can be used in the design checks, if the difference to the non-linear (strain based according to 6.2.1.4 (3) of EN 1994-1-1) bending resistance is lower than 5%

Serviceability Limit Stage (Verification of Stresses)

The stresses correspond to the SLS characteristic combination with $\psi_0=1.00$ and 40% long-term and 60% short-term for Q variable loads

Propping reactions

$R = 55.29$ kN

SLS stresses criteria

Stress σ_1	$f_{SLS,1,t=0} = 0.1$ (OK)
Stress T_2	$f_{SLS,2,t=0} = 0.22$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,3}$	$f_{SLS,3,t=0} = 0.36$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,4}$	$f_{SLS,4,t=0} = 0.42$ (OK)
Stress σ_1	$f_{SLS,1,t=L} = 0.25$ (OK)
Stress T_2	$f_{SLS,2,t=L} = 0.22$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,3}$	$f_{SLS,3,t=L} = 0.35$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,4}$	$f_{SLS,4,t=L} = 0.41$ (OK)

Deflections per load case

Load Case	At time $t = "0"$ (means the deflection is calculated with inertia $I_{y,0}$)	At time $t = "∞"$ (means the deflection is calculated with inertia $I_{y,creep}$ and $I_{y,shrinkage}$)
Removal of the Propping	$f_{p,0} = 0.56$ cm	$f_{p,∞} = 0.79$ cm
Additional Dead Load G	$\Delta f_{g,0} = 0.09$ cm	$\Delta f_{g,∞} = 0.13$ cm
Live load Q_1	$f_{Q_1,0} = 0.60$ cm	$f_{Q_1,∞} = 0.84$ cm
Shrinkage		$f_s = 0.49$ cm

Deflections per combination

Eurocode Combination SLS

N°1 (short term) $1.00 G + 1.00 Q_1$	$V_{max} = 1.25$ cm (L/483)
N°1 (long term) $1.00 G + 1.00 Q_1 + f_{s,∞}$	$V_{max} = 2.01$ cm (L/302)
$f_{C1, t=∞} - f_{C1, t=0} = 1$ cm	
N°2 (short term) $1.00 G + 1.00 Q_1$	$V_{max} = 1.25$ cm (L/483)
N°2 (long term) $1.00 G + 1.00 Q_1 + f_{s,∞}$	$V_{max} = 2.01$ cm (L/302)
$f_{C2, t=∞} - f_{C2, t=0} = 1$ cm	
Max. criterion for local deflection in a-a section (see critical sections in specification): $f_{max} = 0.08$ mm ≤ 1.5 mm	
Max. criterion for local deflection in c-c section (see critical sections in specification): $f_{max} =$ mm	

The user has to check whether the deflections are acceptable according to the project requirements and to consider a precambering if necessary.

Calculation of the eigen frequency

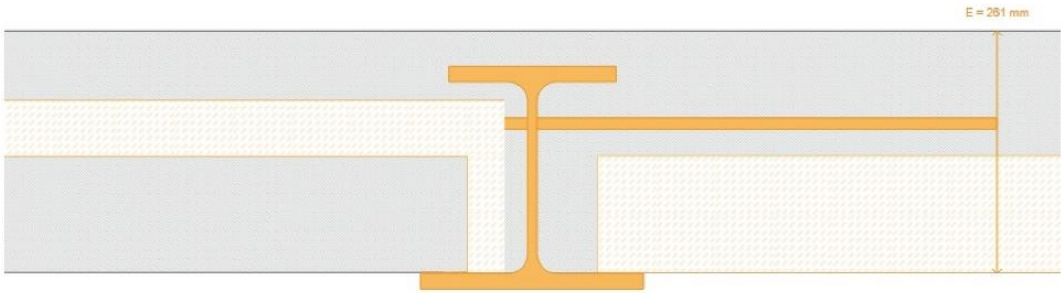
Remark:

Frequency calculated with $1.00 \times E_{cm}$. The considered deflections are obtained with the short term modular ratio (including the deflection due to permanent loads).

Eigen frequencies

Combination	Mass assumed to be distributed	Mass assumed to be concentrated
$G + 0.15 Q_1$	6.60 Hz	5.79 Hz

TRAVE HEB240 ESTERNA



General parameters

Main span

Composite Integrated Floor Beam - Configuration:

L = 6.0475 m

Intermediate beam

Width on the left

L₁ = 6.8 m

Width on the right

L₂ = 0 m

Slab

Cofradal slab

Total thickness E = 261 mm

Cofradal 260

h = 260 mm

Concrete available height

h_c = 135 mm

Concrete cover above the steel flange

C_b = 38 mm

Section

Plate / Flange 180x17 mm

HE 240 B

Width, b_{pl} = 180 mm

Thickness, t_{pl} = 17 mm

Support width = 50 mm

Support height = 1 mm

h = 240 mm

b_f = 240 mm

t_w = 10 mm

t_f = 17 mm

r = 21 mm

hTe = 223 mm

A = 96 cm²

W_{ely, top} = 747 cm³

W_{ely, bot} = 911 cm³

Bearing width of the slab : d_c = 50 mm

Materials

Steel	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$ $\rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Beam steel grade S355 M/ML	$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$ Reduction curve = EN 10025-4
Plate / Flange S355 M/ML	$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$ Reduction curve = EN 10025-4
Concrete C30/37	
Density of the concrete (slab)	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$ $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{cm} = 38 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 32836.57 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{c1} = 2.16 \cdot 10^{-6}$ $\epsilon_{cu1} = 3.5 \cdot 10^{-6}$ $\epsilon_{cu2} = 3.5 \cdot 10^{-6}$ $\epsilon_{cu3} = 3.5 \cdot 10^{-6}$ Shrinkage strain = $325 \cdot 10^{-6}$
RH = 50%	Instant $t_0 \cdot n_0 = 6.4$ Creep $t_{\infty} \cdot n_L = 4.0 \cdot n_0 = 25.58$ A constant approximate relation to n_0 is used for all types of concrete Shrinkage $t_{\infty} \cdot n_S = 2.5 \cdot n_0 = 15.99$ A constant approximate relation to n_0 is used for all types of concrete

Concrete Zone 1 - Below the upper edge of the upper flange (to the position of the centroid)

Effective width	$b_{eff} = 1511.88 \text{ mm}$
Depth of zone 1	$Z_1 = 46.04 \text{ mm}$

Concrete Zone 2 - Above the upper edge of the upper flange

Effective width	$b_{eff} = 1511.88 \text{ mm}$
Concrete cover above the steel flange	$C_b = 38 \text{ mm}$

Centroid of the equivalent section

(From the upper edge of the concrete)

$z_{el, 0} = 8.4 \text{ cm}$
 $z_{el, L} = 12.68 \text{ cm}$
 $z_{el, S} = 11.25 \text{ cm}$

Second moment of area of the equivalent section

$I_{y, 0} = 21558 \text{ cm}^4$
 $I_{y, L} = 15433 \text{ cm}^4$
 $I_{y, S} = 17363 \text{ cm}^4$

Second moment of area

$I_{steel} = 9853 \text{ cm}^4$

Lateral restraint of the beam

The software assumes a full lateral restraint of the beam for the construction stage (no LTB check)

Propping in the construction stage

Number of proppings in the span 1

Loads

Loads at construction stage

Permanent loads (g)	
Self-weight of the steel section + plate + support	$g = 0.76 \text{ kN/m}$
Self-weight of the slab	$g_{\text{slab}} = 3.10 \text{ kN/m}^2$
Self-weight of the floor system	$g_{\text{floor}} = 4.03 \text{ kN/m}^2$

Loads at final stage

Permanent loads G	
Self-weight of the steel section + plate + support	$g = 0.76 \text{ kN/m}$
Self-weight of the slab	$g_{\text{slab}} = 3.10 \text{ kN/m}^2$
Self-weight of the floor system	$g_{\text{floor}} = 4.03 \text{ kN/m}^2$
Span Surface load	0.65 kN/m^2

Live load case n°1 ($\psi_0 = 1.00$) $Q_1 = 4.2 \text{ kN/m}^2$

Partial Factors

Permanent loads	$\gamma_{G,\text{sup}} = 1.35$ $\gamma_{G,\text{inf}} = 1.00$	Structural steel $\gamma_{M0} = 1.00$ Structural steel (instabilities) $\gamma_{M1} = 1.00$
Live loads	$\gamma_Q = 1.50$	Concrete $\gamma_c = 1.50$
Reinforcement bars	$\gamma_s = 1.15$	
Connectors	$\gamma_v = 1.25$	
Weld strength	$\gamma_{M2} = 1.25$	

Combinations of actions

ULS combination (construction stage)	$1.35 \text{ G} + 1.50 \text{ Q}_c$
SLS combination (construction stage)	$1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_c$
ULS combination(s)	$1.35 \text{ G} + 1.50 \text{ Q}_1$ $1.35 \text{ G} + 1.50 (\psi_0 = 1.00) \text{ Q}_1$ $1.00 \text{ G} + 1.50 \text{ Q}_1$ $1.00 \text{ G} + 1.50 (\psi_0 = 1.00) \text{ Q}_1$
SLS combination(s)	$1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1$ $1.00 \text{ G} + 1.00 (\psi_0 = 1.00) \text{ Q}_1$

Ultimate Limit Stage

(Construction Stage)

M>0 Moment resistance	Section class 1
M<0 Moment resistance	Section class 1
Plastic shear force resistance $V_{pl,Rd}$	$= 661.81 \text{ kN}$ ($\eta = 1.20$)
	No risk of shear buckling ($h_w / t_{wv} \leq 72 \epsilon / \eta$, EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

Warning: The verification of the weld is not done for construction stage

Arrangement n°1: construction variable loads Q_c are assumed on both spans
Arrangement n°2: construction variable loads Q_c are assumed on the left span

Case : Permanent loads (Construction)

Distributed loads

x (m)	q (kN/m)
0.00	13.70

ULS combination (construction stage) : $1.35 \text{ G} + 1.5 \text{ Q}_c$

Arrangement 1

x (m)	Class	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M_{Rc} (kNm)	Γ_v	Γ_M
0.00	1	0.00	20.97	17.77	303.89	0.03	0.00
0.12	1	2.40	18.73	17.77	303.89	0.03	0.01
0.24	1	4.53	16.49	17.77	303.89	0.02	0.01
0.36	1	6.39	14.26	17.77	303.89	0.02	0.02
0.48	1	7.98	12.02	17.77	303.89	0.02	0.03

Arrangement 1

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rd} (kNm)	Γ _V	Γ _M
0.60	1	9.30	9.78	17.77	303.89	0.01	0.03
0.73	1	10.35	7.55	17.77	303.89	0.01	0.03
0.85	1	11.12	5.31	17.77	303.89	0.01	0.04
0.97	1	11.63	3.08	17.77	303.89	0.00	0.04
1.09	1	11.87	0.84	17.77	303.89	0.00	0.04
1.21	1	11.83	-1.40	17.77	303.89	0.00	0.04
1.33	1	11.53	-3.63	17.77	303.89	0.01	0.04
1.45	1	10.96	-5.87	17.77	303.89	0.01	0.04
1.57	1	10.11	-8.11	17.77	303.89	0.01	0.03
1.69	1	8.99	-10.34	17.77	303.89	0.02	0.03
1.81	1	7.61	-12.58	17.77	303.89	0.02	0.03
1.94	1	5.95	-14.82	17.77	303.89	0.02	0.02
2.06	1	4.02	-17.05	17.77	303.89	0.03	0.01
2.18	1	1.83	-19.29	17.77	303.89	0.03	0.01
2.30	1	-0.64	-21.53	17.77	-303.89	0.03	0.00
2.42	1	-3.38	-23.76	17.77	-303.89	0.04	0.01
2.54	1	-6.39	-26.00	17.77	-303.89	0.04	0.02
2.66	1	-9.67	-28.24	17.77	-303.89	0.04	0.03
2.78	1	-13.22	-30.47	17.77	-303.89	0.05	0.04
2.90	1	-17.04	-32.71	17.77	-303.89	0.05	0.06
3.02	1	-21.13	-34.95	17.77	-303.89	0.05	0.07
3.14	1	-17.04	32.71	17.77	-303.89	0.05	0.06
3.27	1	-13.22	30.47	17.77	-303.89	0.05	0.04
3.39	1	-9.67	28.24	17.77	-303.89	0.04	0.03
3.51	1	-6.39	26.00	17.77	-303.89	0.04	0.02
3.63	1	-3.38	23.76	17.77	-303.89	0.04	0.01
3.75	1	-0.64	21.53	17.77	-303.89	0.03	0.00
3.87	1	1.83	19.29	17.77	303.89	0.03	0.01
3.99	1	4.02	17.05	17.77	303.89	0.03	0.01
4.11	1	5.95	14.82	17.77	303.89	0.02	0.02
4.23	1	7.61	12.58	17.77	303.89	0.02	0.03
4.35	1	8.99	10.34	17.77	303.89	0.02	0.03
4.48	1	10.11	8.11	17.77	303.89	0.01	0.03
4.60	1	10.96	5.87	17.77	303.89	0.01	0.04
4.72	1	11.53	3.63	17.77	303.89	0.01	0.04
4.84	1	11.83	1.40	17.77	303.89	0.00	0.04
4.96	1	11.87	-0.84	17.77	303.89	0.00	0.04
5.08	1	11.63	-3.08	17.77	303.89	0.00	0.04
5.20	1	11.12	-5.31	17.77	303.89	0.01	0.04
5.32	1	10.35	-7.55	17.77	303.89	0.01	0.03
5.44	1	9.30	-9.78	17.77	303.89	0.01	0.03
5.56	1	7.98	-12.02	17.77	303.89	0.02	0.03
5.68	1	6.39	-14.26	17.77	303.89	0.02	0.02
5.81	1	4.53	-16.49	17.77	303.89	0.02	0.01
5.93	1	2.40	-18.73	17.77	303.89	0.03	0.01
6.05	1	0.00	-20.97	17.77	303.89	0.03	0.00

Reactions

R Left = 20.97 kN

R Right = 20.97 kN

R propping = 69.89 kN

ULS design criteria

Maximum criterion for shear force $\Gamma_V = 0.05$

Maximum criterion for bending force $\Gamma_M = 0.07$

Arrangement 2

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
0.00	1	0.00	20.97	17.77	303.89	0.03	0.00
0.12	1	2.40	18.73	17.77	303.89	0.03	0.01
0.24	1	4.53	16.49	17.77	303.89	0.02	0.01
0.36	1	6.39	14.26	17.77	303.89	0.02	0.02
0.48	1	7.98	12.02	17.77	303.89	0.02	0.03
0.60	1	9.30	9.78	17.77	303.89	0.01	0.03
0.73	1	10.35	7.55	17.77	303.89	0.01	0.03
0.85	1	11.12	5.31	17.77	303.89	0.01	0.04
0.97	1	11.63	3.08	17.77	303.89	0.00	0.04
1.09	1	11.87	0.84	17.77	303.89	0.00	0.04
1.21	1	11.83	-1.40	17.77	303.89	0.00	0.04
1.33	1	11.53	-3.63	17.77	303.89	0.01	0.04
1.45	1	10.96	-5.87	17.77	303.89	0.01	0.04
1.57	1	10.11	-8.11	17.77	303.89	0.01	0.03
1.69	1	8.99	-10.34	17.77	303.89	0.02	0.03
1.81	1	7.61	-12.58	17.77	303.89	0.02	0.03
1.94	1	5.95	-14.82	17.77	303.89	0.02	0.02
2.06	1	4.02	-17.05	17.77	303.89	0.03	0.01
2.18	1	1.83	-19.29	17.77	303.89	0.03	0.01
2.30	1	-0.64	-21.53	17.77	-303.89	0.03	0.00
2.42	1	-3.38	-23.76	17.77	-303.89	0.04	0.01
2.54	1	-6.39	-26.00	17.77	-303.89	0.04	0.02
2.66	1	-9.67	-28.24	17.77	-303.89	0.04	0.03
2.78	1	-13.22	-30.47	17.77	-303.89	0.05	0.04
2.90	1	-17.04	-32.71	17.77	-303.89	0.05	0.06
3.02	1	-21.13	-34.95	17.77	-303.89	0.05	0.07
3.14	1	-17.04	-32.71	17.77	-303.89	0.05	0.06
3.27	1	-13.22	-30.47	17.77	-303.89	0.05	0.04
3.39	1	-9.67	-28.24	17.77	-303.89	0.04	0.03
3.51	1	-6.39	-26.00	17.77	-303.89	0.04	0.02
3.63	1	-3.38	-23.76	17.77	-303.89	0.04	0.01
3.75	1	-0.64	-21.53	17.77	-303.89	0.03	0.00
3.87	1	1.83	-19.29	17.77	303.89	0.03	0.01
3.99	1	4.02	-17.05	17.77	303.89	0.03	0.01
4.11	1	5.95	-14.82	17.77	303.89	0.02	0.02
4.23	1	7.61	-12.58	17.77	303.89	0.02	0.03
4.35	1	8.99	-10.34	17.77	303.89	0.02	0.03
4.48	1	10.11	-8.11	17.77	303.89	0.01	0.03
4.60	1	10.96	-5.87	17.77	303.89	0.01	0.04
4.72	1	11.53	-3.63	17.77	303.89	0.01	0.04
4.84	1	11.83	-1.40	17.77	303.89	0.00	0.04
4.96	1	11.87	-0.84	17.77	303.89	0.00	0.04
5.08	1	11.63	-3.08	17.77	303.89	0.00	0.04
5.20	1	11.12	-5.31	17.77	303.89	0.01	0.04
5.32	1	10.35	-7.55	17.77	303.89	0.01	0.03

Arrangement 2

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
5.44	1	9.30	-9.78	17.77	303.89	0.01	0.03
5.56	1	7.98	-12.02	17.77	303.89	0.02	0.03
5.68	1	6.39	-14.26	17.77	303.89	0.02	0.02
5.81	1	4.53	-16.49	17.77	303.89	0.02	0.01
5.93	1	2.40	-18.73	17.77	303.89	0.03	0.01
6.05	1	0.00	-20.97	17.77	303.89	0.03	0.00

Reactions

R Left = 20.97 kN

R Right = 20.97 kN

R propping = 69.89 kN

ULS design criteria

Maximum criterion for shear force $\Gamma_V = 0.05$

Maximum criterion for bending force $\Gamma_M = 0.07$

Serviceability Limit Stage

(Construction Stage)

Deflections per load case

Case "Dead weight"

$V_{max} = 0.03$ cm (L/20178)

Deflectins per combination

N°1 1.00 G + 1.00 Q_c

Arrangement n° 1

$V_{max} = 0.03$ cm (L/20178)

Arrangement n° 2

$V_{max} = 0.03$ cm (L/20178)

Ultimate Limit Stage

(FINAL stage)

No risk of shear buckling ($h_w / t_w \leq 72 \epsilon / \eta$, EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

Dowel shear connection through the web

Diameter of the holes	$D = 25 \text{ mm}$
Diameter of the bars for the dowels	$D_r = 12 \text{ mm}$
Characteristic bearing capacity per dowel according to Zulassung	$P_{Rk} = 125 \text{ kN/dowel}$
Distance between the holes along the beam	$a_D = 125 \text{ mm}$
Number of dowels per metre	$n_m = 8 \text{ Dowel/m}$
Position of the holes/rebars centre in relation to the lower edge of the upper beam flange	$a_L = 45 \text{ mm}$
Length of the rebar for the dowels	$L_r = 1000 \text{ mm}$
Concrete cover for rebar of dowel, distance from the centre of the axis of the rebar to the sheet	$C_r = 30 \text{ mm}$
Steel grade of the dowels rebars	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Design of the shear connection: Dowel

If different steel yield strengths are considered for the beam and the plate, the minimum degree of connection formulas are out of the scope of the EN 1994-1-1 (6.6.1.2), and maximum values of yield strengths are used by the application.

ULS combination : 1.35 G + 1.50 Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1380.63	2419.00	1.75	0.48	Ok

ULS combination : 1.35 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1380.63	2419.00	1.75	0.48	Ok

ULS combination : 1.00 G + 1.50 Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1381.72	2419.00	1.75	0.48	Ok

ULS combination : 1.00 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	η_{min}	
3.02	1381.72	2419.00	1.75	0.48	Ok

Calculation of plastic bending resistance for the reduced section $M_{pl,Rdred}$

Reactions

R Left = 129.7 kN

R Right = 129.7 kN

ULS combination 1.35 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

Reactions

R Left = 129.7 kN

R Right = 129.7 kN

ULS combination 1.00 G + 1.50 Q₁

Reactions

R Left = 112.87 kN

R Right = 112.87 kN

ULS combination 1.00 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

Reactions

R Left = 112.87 kN

R Right = 112.87 kN

Transverse reinforcing bars of the slab for longitudinal shear transfer from the beam shear connection

$v = 1$ [-]

$\theta = 1$ [°]

$f_{yk} = 1$ [N/mm²]

Section a-a, b-b and c-c (see help content), B500B steel is used.

Minimum transverse reinforcement (EN 1994-1-1 §6.6.6.3 & EN 1992-1-1 §9.2.2(5)):

$A_{min} = 13.5$ cm²/m

Reinforcement ratio (EN 1992-1-1 §6.2.4):

$A_{sf}/s_f \geq 0.93$ cm²/m

Note: this result is provided as an indication. Calculations must be performed in order to take into account specific conceptual details. Note particularly that the calculations do not include the design of the slab.

ULS design criteria

Maximum criterion for transverse local bending

$\Gamma_{M,Loc} = 0.14$ Ok

Maximum criterion for shear force

$\Gamma_V = 0.20$ (0 m) Ok

Maximum criterion for global bending:

$\Gamma_M = 0.46$ (3.02375 m) Ok

Including the effect of local bending in the lower flange and the influence of V_{Ed} if necessary

Internal forces and resistances for the critical section

$M_{Ed} = 196.1$ kNm ≤ 424.35 kNm = $M_{pl,Rd,red,f}$ {Ok}

$V_{Ed} = 129.7$ kN ≤ 661.81 kN = $V_{pl,Rd}$ {Ok}

Calculation of $M_{pl,Rd,red}$ based on strain, for full connection

(Root radii are not taken into account here)

Yield strain for the beam

$$\varepsilon_y = 1.64 \cdot 10^{-3}$$

Yield strain for the plate

$$\varepsilon_y = 1.64 \cdot 10^{-3}$$

Comparison

	Z_{pl} (mm)	$M_{pl,Rd,red}$ (kNm)	Difference (%)
Strain limits - Concrete according to EN1992-1-1, §3.1.7, Figure 3.5	60.71	410.88	$0.03 \leq 5\%$ OK

According to the Technical Approval "CoSFB-Betondübel", the full plastic bending resistance can be used in the design checks, if the difference to the non-linear (strain based according to 6.2.1.4 (3) of EN 1994-1-1) bending resistance is lower than 5%

Serviceability Limit Stage (Verification of Stresses)

The stresses correspond to the SLS characteristic combination with $\psi_0=1.00$ and 40% long-term and 60% short-term for Q variable loads

Propping reactions

$$R = 51.77 \text{ kN}$$

SLS stresses criteria

Stress σ_1	$\sigma_{SLS,1,t=0} = 0.09$ (OK)
Stress T_2	$\sigma_{SLS,2,t=0} = 0.21$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,3}$	$\sigma_{SLS,3,t=0} = 0.34$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,4}$	$\sigma_{SLS,4,t=0} = 0.39$ (OK)
Stress σ_1	$\sigma_{SLS,1,t=L} = 0.24$ (OK)
Stress T_2	$\sigma_{SLS,2,t=L} = 0.21$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,3}$	$\sigma_{SLS,3,t=L} = 0.32$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,4}$	$\sigma_{SLS,4,t=L} = 0.37$ (OK)

Deflections per load case

Load Case	At time $t = 0^*$ (means the deflection is calculated with Inertia $I_{y,0}$)	At time $t = \infty$ (means the deflection is calculated with Inertia $I_{y,creep}$ and $I_{y,shrinkage}$)
Removal of the Propping	$f_{p,0} = 0.53 \text{ cm}$	$f_{p,\infty} = 0.74 \text{ cm}$
Additional Dead Load G	$\Delta f_{g,0} = 0.09 \text{ cm}$	$\Delta f_{g,\infty} = 0.12 \text{ cm}$
Live load Q_1	$f_{Q1,0} = 0.55 \text{ cm}$	$f_{Q1,\infty} = 0.77 \text{ cm}$
Shrinkage		$f_s = 0.49 \text{ cm}$

Deflections per combination

Eurocode Combination SLS

N*1 (short term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1$	$V_{max} = 1.16 \text{ cm (L/521)}$
N*1 (long term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1 + f_{s,\infty}$	$V_{max} = 1.90 \text{ cm (L/319)}$
$f_{C1,t=\infty} - f_{C1,t=0} = 1 \text{ cm}$	
N*2 (short term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1$	$V_{max} = 1.16 \text{ cm (L/521)}$
N*2 (long term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1 + f_{s,\infty}$	$V_{max} = 1.90 \text{ cm (L/319)}$
$f_{C2,t=\infty} - f_{C2,t=0} = 1 \text{ cm}$	

Max. criterion for local deflection in a-a section (see critical sections in specification): $f_{max} = 0.08 \text{ mm} \leq 1.5 \text{ mm}$

Max. criterion for local deflection in c-c section (see critical sections in specification): $f_{max} = \text{mm}$

The user has to check whether the deflections are acceptable according to the project requirements and to consider a precambering if necessary.

Calculation of the eigen frequency

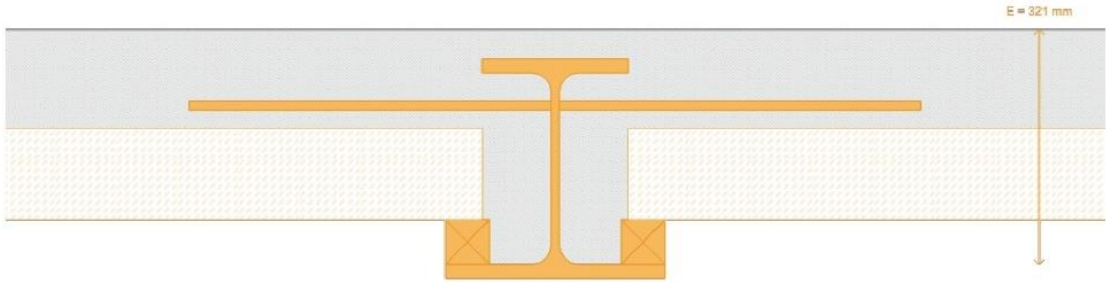
Remark:

Frequency calculated with $1.00 \times E_{cm}$. The considered deflections are obtained with the short term modular ratio (including the deflection due to permanent loads).

Eigen frequencies

Combination	Mass assumed to be distributed	Mass assumed to be concentrated
$G + 0.15 \text{ Q}_1$	6.83 Hz	6.00 Hz

TRAVE HEB300 INTERNA



General parameters

Main span

Intermediate beam

Width on the left

Width on the right

Slab

Cofradal slab

Cofradal 260

Concrete available height

Concrete cover above the steel flange

Section

Plate / Flange 200x19 mm

Composite Integrated Floor Beam - Configuration:

L = 6.8 m

L₁ = 6.0475 m

L₂ = 6.0475 m

Total thickness E = 321 mm

h = 260 mm

h_c = 135 mm

C_b = 40 mm

HE 300 B

Width, b_{pl} = 200 mm

Thickness, t_{pl} = 19 mm

Support width = 60 mm

Support height = 61 mm

h = 300 mm

b_f = 300 mm

t_w = 11 mm

t_f = 19 mm

r = 27 mm

hTe = 281 mm

A = 130 cm²

W_{el,y,op} = 1223 cm³

W_{el,y,bot} = 1611 cm³

Bearing width of the slab : d_c = 50 mm

Materials

Steel	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$
	$\rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Beam steel grade S355 M/ML	$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$
	Reduction curve = EN 10025-4
Plate / Flange S355 M/ML	$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$
	Reduction curve = EN 10025-4
Concrete C35/45	
Density of the concrete (slab)	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
	$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
	$f_{cm} = 43 \text{ N/mm}^2$
	$E_{cm} = 34077,15 \text{ N/mm}^2$
	$\epsilon_{c1} = 2,25 \cdot 10^{-6}$
	$\epsilon_{cu1} = 3,5 \cdot 10^{-6}$
	$\epsilon_{cu2} = 3,5 \cdot 10^{-6}$
	$\epsilon_{cu3} = 3,5 \cdot 10^{-6}$
RH = 50%	Shrinkage strain = $325 \cdot 10^{-6}$
	Instant $t_0 \cdot n_0 = 6,16$
	Creep $t_{\infty} \cdot n_L = 4,0 \cdot n_0 = 24,65$ A constant approximate relation to n_0 is used for all types of concrete
	Shrinkage $t_{\infty} \cdot n_S = 2,5 \cdot n_0 = 15,41$ A constant approximate relation to n_0 is used for all types of concrete

Concrete Zone 1 - Below the upper edge of the upper flange (to the position of the centroid)

Effective width	$b_{eff} = 1700 \text{ mm}$
Depth of zone 1	$Z_1 = 61,99 \text{ mm}$

Concrete Zone 2 - Above the upper edge of the upper flange

Effective width	$b_{eff} = 1700 \text{ mm}$
Concrete cover above the steel flange	$C_{th} = 40 \text{ mm}$

Centroid of the equivalent section

(From the upper edge of the concrete)
$z_{el, 0} = 10,2 \text{ cm}$
$z_{el, L} = 15,53 \text{ cm}$
$z_{el, S} = 13,73 \text{ cm}$

Second moment of area of the equivalent section

$I_{y, 0} = 45867 \text{ cm}^4$
$I_{y, L} = 32957 \text{ cm}^4$
$I_{y, S} = 37062 \text{ cm}^4$

Second moment of area

$I_{steel} = 20860 \text{ cm}^4$

Lateral restraint of the beam

The software assumes a full lateral restraint of the beam for the construction stage (no LTB check)

Propping in the construction stage

Number of proppings in the span 1

Loads

Loads at construction stage

Permanent loads (g)	Self-weight of the steel section + plate + support	$g = 3.00 \text{ kN/m}$
	Self-weight of the slab	$g_{\text{slab}} = 3.10 \text{ kN/m}^2$
	Self-weight of the floor system	$g_{\text{floor}} = 4.10 \text{ kN/m}^2$

Loads at final stage

Permanent loads G	Self-weight of the steel section + plate + support	$g = 3.00 \text{ kN/m}$
	Self-weight of the slab	$g_{\text{slab}} = 3.10 \text{ kN/m}^2$
	Self-weight of the floor system	$g_{\text{floor}} = 4.10 \text{ kN/m}^2$

Live load case n°1 ($\psi_0 = 1.00$) $Q_1 = 5.25 \text{ kN/m}^2$

Partial Factors

Permanent loads	$\gamma_{G,\text{sup}} = 1.30$ $\gamma_{G,\text{inf}} = 1.00$	Structural steel $\gamma_{M0} = 1.00$ Structural steel (instabilities) $\gamma_{M1} = 1.00$
Live loads	$\gamma_Q = 1.50$	Concrete $\gamma_c = 1.50$
Reinforcement bars	$\gamma_s = 1.15$	
Connectors	$\gamma_v = 1.25$	
Weld strength	$\gamma_{M2} = 1.25$	

Combinations of actions

ULS combination (construction stage)	$1.30 G + 1.50 Q_c$
SLS combination (construction stage)	$1.00 G + 1.00 Q_c$
ULS combination(s)	$1.30 G + 1.50 Q_1$ $1.30 G + 1.50 (\psi_0 = 1.00) Q_1$ $1.00 G + 1.50 Q_1$ $1.00 G + 1.50 (\psi_0 = 1.00) Q_1$
SLS combination(s)	$1.00 G + 1.00 Q_1$ $1.00 G + 1.00 (\psi_0 = 1.00) Q_1$

Ultimate Limit Stage (Construction Stage)

M>0 Moment resistance	Section class 1
M<0 Moment resistance	Section class 1
Plastic shear force resistance $V_{pl,Rd}$	$= 944.69 \text{ kN}$ ($\eta = 1.20$) No risk of shear buckling ($h_w / t_w \leq 72 \epsilon / \eta$, EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

Warning: The verification of the weld is not done for construction stage

Arrangement n°1: construction variable loads Q_c are assumed on both spans
Arrangement n°2: construction variable loads Q_c are assumed on the left span

Case : Permanent loads (Construction)

Distributed loads

x (m)	q (kN/m)
0.00	24.80

ULS combination (construction stage): $1.3 G + 1.5 Q_c$

Arrangement 1

x (m)	Class	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M_{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
0.00	1	0.00	41.11	25.06	500.71	0.04	0.00
0.14	1	5.29	36.72	25.06	500.71	0.04	0.01
0.27	1	9.99	32.34	25.06	500.71	0.03	0.02
0.41	1	14.09	27.95	25.06	500.71	0.03	0.03
0.54	1	17.59	23.57	25.06	500.71	0.02	0.04

Arrangement 1

x (m)	Class	M _{Ed} (kNm)	V _{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M _{Rd} (kNm)	Γ _V	Γ _M
0.68	1	20.50	19.18	25.06	500.71	0.02	0.04
0.82	1	22.81	14.80	25.06	500.71	0.02	0.05
0.95	1	24.52	10.41	25.06	500.71	0.01	0.05
1.09	1	25.64	6.03	25.06	500.71	0.01	0.05
1.22	1	26.16	1.64	25.06	500.71	0.00	0.05
1.36	1	26.09	-2.74	25.06	500.71	0.00	0.05
1.50	1	25.42	-7.13	25.06	500.71	0.01	0.05
1.63	1	24.15	-11.51	25.06	500.71	0.01	0.05
1.77	1	22.29	-15.90	25.06	500.71	0.02	0.04
1.90	1	19.83	-20.28	25.06	500.71	0.02	0.04
2.04	1	16.77	-24.66	25.06	500.71	0.03	0.03
2.18	1	13.12	-29.05	25.06	500.71	0.03	0.03
2.31	1	8.87	-33.43	25.06	500.71	0.04	0.02
2.45	1	4.03	-37.82	25.06	500.71	0.04	0.01
2.58	1	-1.42	-42.20	25.06	-500.71	0.04	0.00
2.72	1	-7.45	-46.59	25.06	-500.71	0.05	0.01
2.86	1	-14.09	-50.97	25.06	-500.71	0.05	0.03
2.99	1	-21.32	-55.36	25.06	-500.71	0.06	0.04
3.13	1	-29.15	-59.74	25.06	-500.71	0.06	0.06
3.26	1	-37.57	-64.13	25.06	-500.71	0.07	0.08
3.40	1	-46.59	-68.51	25.06	-500.71	0.07	0.09
3.54	1	-37.57	64.13	25.06	-500.71	0.07	0.08
3.67	1	-29.15	59.74	25.06	-500.71	0.06	0.06
3.81	1	-21.32	55.36	25.06	-500.71	0.06	0.04
3.94	1	-14.09	50.97	25.06	-500.71	0.05	0.03
4.08	1	-7.45	46.59	25.06	-500.71	0.05	0.01
4.22	1	-1.42	42.20	25.06	-500.71	0.04	0.00
4.35	1	4.03	37.82	25.06	500.71	0.04	0.01
4.49	1	8.87	33.43	25.06	500.71	0.04	0.02
4.62	1	13.12	29.05	25.06	500.71	0.03	0.03
4.76	1	16.77	24.66	25.06	500.71	0.03	0.03
4.90	1	19.83	20.28	25.06	500.71	0.02	0.04
5.03	1	22.29	15.90	25.06	500.71	0.02	0.04
5.17	1	24.15	11.51	25.06	500.71	0.01	0.05
5.30	1	25.42	7.13	25.06	500.71	0.01	0.05
5.44	1	26.09	2.74	25.06	500.71	0.00	0.05
5.58	1	26.16	-1.64	25.06	500.71	0.00	0.05
5.71	1	25.64	-6.03	25.06	500.71	0.01	0.05
5.85	1	24.52	-10.41	25.06	500.71	0.01	0.05
5.98	1	22.81	-14.80	25.06	500.71	0.02	0.05
6.12	1	20.50	-19.18	25.06	500.71	0.02	0.04
6.26	1	17.59	-23.57	25.06	500.71	0.02	0.04
6.39	1	14.09	-27.95	25.06	500.71	0.03	0.03
6.53	1	9.99	-32.34	25.06	500.71	0.03	0.02
6.66	1	5.29	-36.72	25.06	500.71	0.04	0.01
6.80	1	0.00	-41.11	25.06	500.71	0.04	0.00

Reactions

R Left = 41.11 kN

R Right = 41.11 kN

R propping = 137.03 kN

ULS design criteria

Maximum criterion for shear force $\Gamma_V = 0.07$

Maximum criterion for bending force $\Gamma_M = 0.09$

Arrangement 2

x (m)	Class	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M_{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
0.00	1	0.00	41.11	25.06	500.71	0.04	0.00
0.14	1	5.29	36.72	25.06	500.71	0.04	0.01
0.27	1	9.99	32.34	25.06	500.71	0.03	0.02
0.41	1	14.09	27.95	25.06	500.71	0.03	0.03
0.54	1	17.59	23.57	25.06	500.71	0.02	0.04
0.68	1	20.50	19.18	25.06	500.71	0.02	0.04
0.82	1	22.81	14.80	25.06	500.71	0.02	0.05
0.95	1	24.52	10.41	25.06	500.71	0.01	0.05
1.09	1	25.64	6.03	25.06	500.71	0.01	0.05
1.22	1	26.16	1.64	25.06	500.71	0.00	0.05
1.36	1	26.09	-2.74	25.06	500.71	0.00	0.05
1.50	1	25.42	-7.13	25.06	500.71	0.01	0.05
1.63	1	24.15	-11.51	25.06	500.71	0.01	0.05
1.77	1	22.29	-15.90	25.06	500.71	0.02	0.04
1.90	1	19.83	-20.28	25.06	500.71	0.02	0.04
2.04	1	16.77	-24.66	25.06	500.71	0.03	0.03
2.18	1	13.12	-29.05	25.06	500.71	0.03	0.03
2.31	1	8.87	-33.43	25.06	500.71	0.04	0.02
2.45	1	4.03	-37.82	25.06	500.71	0.04	0.01
2.58	1	-1.42	-42.20	25.06	-500.71	0.04	0.00
2.72	1	-7.45	-46.59	25.06	-500.71	0.05	0.01
2.86	1	-14.09	-50.97	25.06	-500.71	0.05	0.03
2.99	1	-21.32	-55.36	25.06	-500.71	0.06	0.04
3.13	1	-29.15	-59.74	25.06	-500.71	0.06	0.06
3.26	1	-37.57	-64.13	25.06	-500.71	0.07	0.08
3.40	1	-46.59	-68.51	25.06	-500.71	0.07	0.09
3.54	1	-37.57	64.13	25.06	-500.71	0.07	0.08
3.67	1	-29.15	59.74	25.06	-500.71	0.06	0.06
3.81	1	-21.32	55.36	25.06	-500.71	0.06	0.04
3.94	1	-14.09	50.97	25.06	-500.71	0.05	0.03
4.08	1	-7.45	46.59	25.06	-500.71	0.05	0.01
4.22	1	-1.42	42.20	25.06	-500.71	0.04	0.00
4.35	1	4.03	37.82	25.06	500.71	0.04	0.01
4.49	1	8.87	33.43	25.06	500.71	0.04	0.02
4.62	1	13.12	29.05	25.06	500.71	0.03	0.03
4.76	1	16.77	24.66	25.06	500.71	0.03	0.03
4.90	1	19.83	20.28	25.06	500.71	0.02	0.04
5.03	1	22.29	15.90	25.06	500.71	0.02	0.04
5.17	1	24.15	11.51	25.06	500.71	0.01	0.05
5.30	1	25.42	7.13	25.06	500.71	0.01	0.05
5.44	1	26.09	2.74	25.06	500.71	0.00	0.05
5.58	1	26.16	-1.64	25.06	500.71	0.00	0.05
5.71	1	25.64	-6.03	25.06	500.71	0.01	0.05
5.85	1	24.52	-10.41	25.06	500.71	0.01	0.05
5.98	1	22.81	-14.80	25.06	500.71	0.02	0.05

Date : 16/09/2022

User's name :
Software CoSFB v1.8

Page 7 / 14

Arrangement 2

x (m)	Class	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)	Neutral axis (cm)	M_{Rd} (kNm)	Γ_V	Γ_M
6.12	1	20.50	-19.18	25.06	500.71	0.02	0.04
6.26	1	17.59	-23.57	25.06	500.71	0.02	0.04
6.39	1	14.09	-27.95	25.06	500.71	0.03	0.03
6.53	1	9.99	-32.34	25.06	500.71	0.03	0.02
6.66	1	5.29	-36.72	25.06	500.71	0.04	0.01
6.80	1	0.00	-41.11	25.06	500.71	0.04	0.00

Reactions

R Left = 41.11 kN

R Right = 41.11 kN

R propping = 137.03 kN

ULS design criteria

Maximum criterion for shear force $\Gamma_V = 0.07$

Maximum criterion for bending force $\Gamma_M = 0.09$

Serviceability Limit Stage

(Construction Stage)

Deflections per load case

Case "Dead weight"

$V_{max} = 0.04$ cm (L/16595)

Deflections per combination

N°1 1.00 G + 1.00 Q_c

Arrangement n° 1

$V_{max} = 0.04$ cm (L/16595)

Arrangement n° 2

$V_{max} = 0.04$ cm (L/16595)

Ultimate Limit Stage

(FINAL stage)

No risk of shear buckling ($t_w / t_w \leq 72 \epsilon / \eta$, EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

Dowel shear connection through the web

Diameter of the holes	$D = 25 \text{ mm}$
Diameter of the bars for the dowels	$D_r = 12 \text{ mm}$
Characteristic bearing capacity per dowel according to Zulassung	$P_{Rk} = 135 \text{ kN/dowel}$
Distance between the holes along the beam	$a_D = 125 \text{ mm}$
Number of dowels per metre	$n_m = 8 \text{ Dowel/m}$
Position of the holes/rebars centre in relation to the lower edge of the upper beam flange	$a_L = 45 \text{ mm}$
Length of the rebar for the dowels	$L_r = 1000 \text{ mm}$
Concrete cover for rebar of dowel, distance from the centre of the axis of the rebar to the sheet	$C_r = 25 \text{ mm}$
Steel grade of the dowels rebars	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Design of the shear connection; Dowel

If different steel yield strengths are considered for the beam and the plate, the minimum degree of connection formulas are out of the scope of the EN 1994-1-1 (6.6.1.2), and maximum values of yield strengths are used by the application.

ULS combination : 1.30 G + 1.50 Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	$\eta_{\min}$	
3.40	1974.46	2937.60	1.49	0.53	Ok

ULS combination : 1.30 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	$\eta_{\min}$	
3.40	1974.46	2937.60	1.49	0.53	Ok

ULS combination : 1.00 G + 1.50 Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	$\eta_{\min}$	
3.40	1975.62	2937.60	1.49	0.53	Ok

ULS combination : 1.00 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q₁

x (m)	N _{cd} (kN)	N _{dowel} (kN)	η	$\eta_{\min}$	
3.40	1975.62	2937.60	1.49	0.53	Ok

Calculation of plastic bending resistance for the reduced section $M_{pl,Rd,red}$

Reactions

R Left = 271.54 kN

R Right = 271.54 kN

ULS combination 1.30 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q_1

Reactions

R Left = 271.54 kN

R Right = 271.54 kN

ULS combination 1.00 G + 1.50 Q_1

Reactions

R Left = 246.25 kN

R Right = 246.25 kN

ULS combination 1.00 G + 1.50 ($\psi_0 = 1.00$) Q_1

Reactions

R Left = 246.25 kN

R Right = 246.25 kN

Transverse reinforcing bars of the slab for longitudinal shear transfer from the beam shear connection

$v = 1$ [-]

$\theta_s = 1$ [°]

$f_{yk} = 1$ [N/mm²]

Section a-a, b-b and c-c (see help content). B500B steel is used.

Minimum transverse reinforcement (EN 1994-1-1 5.6.6.3 & EN 1992-1-1 5.9.2.2(5)):

$A_{min} = 13.5$ cm²/m

Reinforcement ratio (EN 1992-1-1 5.6.2.4):

$A_{st}/s_r \geq 1.18$ cm²/m

Note: this result is provided as an indication. Calculations must be performed in order to take into account specific conceptual details. Note particularly that the calculations do not include the design of the slab.

ULS design criteria

Maximum criterion for transverse local bending

$\Gamma_{M,Loc} = 0.14$ Ok

Maximum criterion for shear force

$\Gamma_V = 0.29$ (0 m) Ok

Maximum criterion for global bending :

$\Gamma_M = 0.62$ (3.4 m) Ok

Including the effect of local bending in the lower flange and the influence of V_{Ed} if necessary

Internal forces and resistances for the critical section

$M_{Ed} = 461.62$ kNm ≤ 743.11 kNm = $M_{pl,Rd,red,\Gamma}$ (Ok)

$V_{Ed} = 271.54$ kN ≤ 944.69 kN = $V_{pl,Rd}$ (Ok)

Calculation of $M_{pl,Rd,red}$ based on strain, for full connection

(Root radii are not taken into account here)

Yield strain for the beam

$$\varepsilon_y = 1,64 \cdot 10^{-3}$$

Yield strain for the plate

$$\varepsilon_y = 1,64 \cdot 10^{-3}$$

Comparison

	Z_{pl} (mm)	$M_{pl,Rd,red}$ (kNm)	Difference (%)
Strain limits - Concrete according to EN1992-1-1, §3.1.7, Figure 3.5	66.12	716.10	$0.18 \leq 5\%$ OK

According to the Technical Approval "CoSFB-Betondübel", the full plastic bending resistance can be used in the design checks, if the difference to the non-linear (strain based according to 6.2.1.4 (3) of EN 1994-1-1) bending resistance is lower than 5%

Serviceability Limit Stage

(Verification of Stresses)

The stresses correspond to the SLS characteristic combination with $\psi_0=1.00$ and 40% long-term and 60% short-term for Q variable loads

Propping reactions

$$R = 105,41 \text{ kN}$$

SLS stresses criteria

Stress σ_1	$f_{S,S,1,t=0} = 0.13$ (OK)
Stress T_2	$f_{S,S,2,t=0} = 0.31$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,3}$	$f_{S,S,3,t=0} = 0.46$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,4}$	$f_{S,S,4,t=0} = 0.54$ (OK)
Stress σ_1	$f_{S,S,1,t=L} = 0.31$ (OK)
Stress T_2	$f_{S,S,2,t=L} = 0.31$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,3}$	$f_{S,S,3,t=L} = 0.48$ (OK)
Von Mises stress $\sigma_{v,4}$	$f_{S,S,4,t=L} = 0.56$ (OK)

Deflections per load case

Load Case	At time $t = "0"$ (means the deflection is calculated with Inertia $I_{y,0}$)	At time $t = "inf"$ (means the deflection is calculated with Inertia $I_{y,creep}$ and $I_{y,shrinkage}$)
Removal of the Propping	$f_{p,0} = 0.72 \text{ cm}$	$f_{p,\infty} = 1.00 \text{ cm}$
Live load Q_1	$f_{Q1,0} = 0.92 \text{ cm}$	$f_{Q1,\infty} = 1.28 \text{ cm}$
Shrinkage		$f_s = 0.53 \text{ cm}$

Deflections per combination

Eurocode Combination SLS

N*1 (short term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1$	$V_{max} = 1.63 \text{ cm (L/416)}$
N*1 (long term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1 + f_{s,\infty}$	$V_{max} = 2.44 \text{ cm (L/278)}$
$f_{C1,t=inf} - f_{C1,t=0} = 1 \text{ cm}$	
N*2 (short term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1$	$V_{max} = 1.63 \text{ cm (L/416)}$
N*2 (long term) $1.00 \text{ G} + 1.00 \text{ Q}_1 + f_{s,\infty}$	$V_{max} = 2.44 \text{ cm (L/278)}$
$f_{C2,t=inf} - f_{C2,t=0} = 1 \text{ cm}$	
Max. criterion for local deflection in a-a section (see critical sections in specification): $f_{max} = 0.11 \text{ mm} \leq 1.5 \text{ mm}$	
Max. criterion for local deflection in c-c section (see critical sections in specification): $f_{max} = \text{mm}$	

The user has to check whether the deflections are acceptable according to the project requirements and to consider a precambering if necessary.

Calculation of the eigen frequency

Remark:

Frequency calculated with $1.00 \times E_{cm}$. The considered deflections are obtained with the short term modular ratio (including the deflection due to permanent loads).

Eigen frequencies

Combination	Mass assumed to be distributed	Mass assumed to be concentrated
$G + 0.15 \text{ Q}_1$	6.16 Hz	5.41 Hz

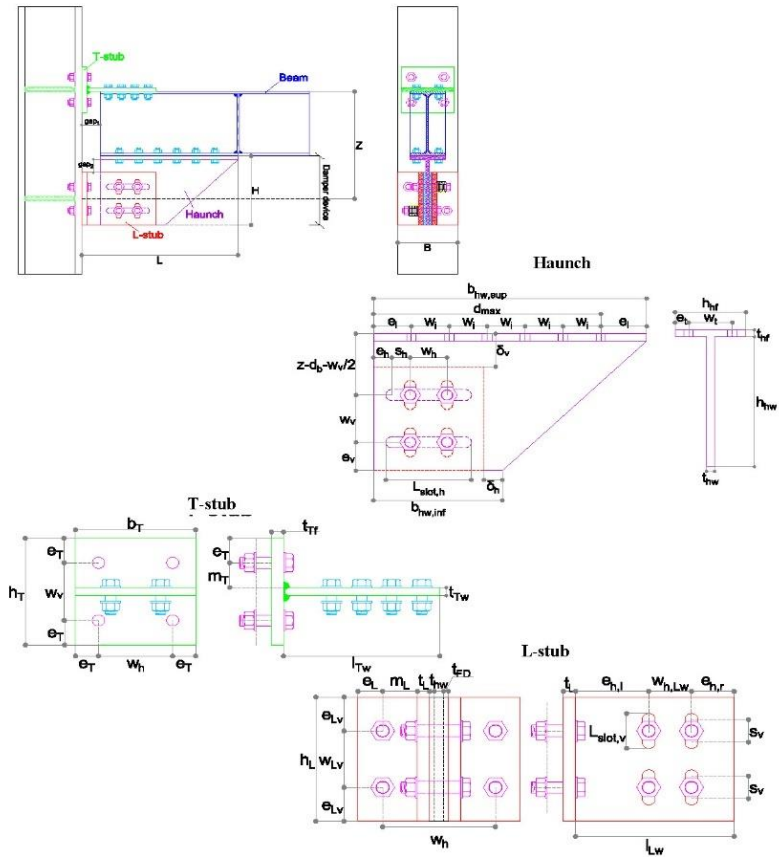
Conessioni FREEDAM – Freedom+

Di seguito vengono riportati i reports completi estrapolati dal applicazione Freedom+ Calculate, utilizzata per la scelta dei dispositivi:

Dispositivo D1- IPE 450_0,3

FREEDAM D1_IPE450_0.3 - Design report		1/7
DESIGN REPORT		Remarks
GENERAL DATA		
Joint	Name: FREDAM D1/IPE450/0.3	
	Friction damper kit typology: D1	
Safety factors	γ_{M0} [-]: 1 γ_{M1} [-]: 1.1 γ_{M2} [-]: 1.25 γ_{M3} [-]: 1.1 γ_{ov} [-]: 1.93 γ_{creep} [-]: 1.15	
Materials:	Steel elements, S355 f_y [Mpa]: 355 f_u [Mpa]: 510 AIST 304 - Haunch web f_y [Mpa]: 210 f_u [Mpa]: 520 Bolts HV grade 10.9 $f_{y,b}$ [Mpa]: 900 $f_{u,b}$ [Mpa]: 1000	
Ultimate rotation	Φ [rad]: 0.0525	$1.5 \times \Phi_{minDCH, ECR}$

JOINT GEOMETRY



DESCRIPTION OF JOINT CONFIGURATION

Damper device

Name:	D1
Bolts type	M16 HV 10.9
Number of bolts $n_{b, act}$:	4
Number of friction surfaces n_f :	2
Coating material:	M4
friction pads thickness [mm]	8
Height H [mm]	260
Length L [mm]	505

Beam	Width B [mm]	221
	Size:	IPE 450
	Material:	S355
Column	Minimum size:	HE 240 B
	Material:	S355

DESIGN OF THE JOINT (JOINT UNDER BENDING)

Step 1 – Design of the friction damper bolts

Design force acting at the damper center line of the damper, F_{Ed}

m	0.30
Z [mm]	620
F_{Ed} [kN]	292.36

Design preload force, $F_{p,d}$

$\mu_{a,k}$	0.53
n_b	4
n_t	2
$F_{p,d}$ [kN]	79.30

Design flexural resistance, $M_{Rd,friction}$ and friction resistance force, $F_{Rd,friction}$

$M_{Rd,friction}$ [kNm]	85.91
$F_{Rd,friction}$ [kN]	195.25

Step 2 – Design of non-dissipative components

Design actions for non-dissipative components

F_{nd} [kN]	564.50
M_{nd} [kNm]	350
V_{nd} [kN]	121.53

Component – Hauch flange

Geometry

Number of longitudinal bolt rows, n_{rows} [-]	9
d [mm]	16
d_0 [mm]	18
$h_{t,f}$ [mm]	135.00
$b_{lw,sup}$ [mm]	440.00
c_1 [mm]	40.00
e_1 [mm]	22.50
w_1 [mm]	45.00
w_t [mm]	90.00
$t_{t,f}$ [mm]	20.00

Shear and tension action for bolts and plate checks		
$F_{t,Ed}$ [kN]	34.45	Eq. (8) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	31.36	Eq. (9) UMN
Checks		
Minimum required bolt area $A_{min,comb}$ [mm ²]	112.6	EC3-1-8 cl. 3.6.1
$A_{min,comb} < A_s$	OK	
w_{min} [mm]	83.80	EC3-1-8 cl. 3.5
w_{max} [mm]	146.80	
$w_{min} < w_t < w_{max}$	OK	
<i>Component – Hauch web</i>		
Coefficients governing the geometry		
k_{wh}	3.5	
k_{ch}	1.5	
k_{wev}	5	
k_{ev}	2.5	
Geometry		
w_h [mm]	63.00	$3.5k_{wh}$
e_h [mm]	27.00	d_0k_{ch}
w_v [mm]	90.00	d_0k_{ev}
e_v [mm]	45.00	d_0k_{ev}
$L_{slot,h}$ [mm]	160.00	Eq. (10) UManual
δ_h [mm]	50.00	Eq. (11) UManual
δ_v [mm]	13.70	Eq. (12) Umanual
t_{hf} [mm]	20.00	
Stroke check		
Required stroke at the slotted hole level, $Stroke_{h,d}$	34.91	Eq. (13) Umanual
Available stroke at the slotted hole level, $Stroke_{h,av}$	39.50	Eq. (14) Umanual
Check: $Stroke_{h,av} > Stroke_{h,d}$	OK	
Minimum web thickness, t_{hf}		
$t_{hf,min}$ [mm]	15.00	EC3-1-1 cl. 6.2.3
$t_{hf} > t_{hf,min}$	OK	
Resistance check		
Net tension resistance, F_{net} [kN]	578.34	EC3-1-1 cl. 6.2.3
$F_{net} > F_{t,Ed}$	OK	
<i>Component – T-stub flange in bending</i>		
Geometry		
b_T [mm]	205.00	
h_T [mm]	170.00	
e_{TF} [mm]	35.00	
w_h [mm]	135.00	
w_v [mm]	100.00	
t_{TF} [mm]	25.00	
d [mm]	24.00	
d_0 [mm]	26.00	
Shear and tension action for bolts check		
$F_{t,Ed}$ [kN]	141.13	Eq. (15) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	15.19	Eq. (16) Umanual

Minimum required bolt area to avoid collapse mode 3	$A_{min,comb} [mm^2]$	196.01	Eq. (17) Umanual
	$A_{min,comb} < A_b$	OK	
	$F_{t,Rd} [kN]$	254.06	Eq. (18) Umanual
	$F_{t,Rd} > F_{tEd}$	OK	
Horizontal spacing, w_h	$w_{min} [mm]$	120.00	Eq. (19) Umanual
	$w_{max} [mm]$	177.60	
	$w_{min} < w_h < w_{max}$	OK	
Minimum flange thickness according to mode 1 and 2	$t_{f1-2} [mm]$	17.61	EC3-1-8 cl 6.2.4
	$t_{f1-2} < t_{fr}$	OK	
Component – T-stub web			
Geometry			
	$b_T [mm]$	205.00	
	$l_{Tw} [mm]$	345.00	
	$c_t [mm]$	40.00	
	$e_t [mm]$	57.50	
	$w_t [mm]$	45.00	
	$w_i [mm]$	90.00	
	$t_{Tw} [mm]$	20.00	
	$d [mm]$	16.00	
	$d_0 [mm]$	18.00	
Minimum web thickness to avoid M-V interaction	$t_{Tw,min} [mm]$	15.00	EC3-1-1 cl 6.2.10
	$t_{Tw,min} < t_{Tw}$	OK	
Resistance checks			
	$V_{pl,Rd} [kN]$	420.17	EC3-1-1 cl 6.2.6
	$V_{pl,Rd} > 2V_{nd}$	OK	
	$F_{b,Rd} [kN]$	1960.78	EC3-1-8 cl 3.6.1
	$F_{b,Rd} > F_{nd}$	OK	
	$V_{ET,Rd} [kN]$	2181.66	EC3-1-8 cl 3.10.2
	$V_{ET,Rd} > F_{nd}$	OK	
	$F_{gross} [kN]$	1164.40	EC3-1-1 cl 6.2.3
	$F_{net} [kN]$	1241.14	
	$\text{Min}(F_{net}; F_{gross}) > F_{nd}$	OK	Eq. (19) Umanual
	Beam-column gap (gap_1)	65.00	
Component – L-stub flange in bending			
Geometry			
	$b_{Lf} [mm]$	180.00	Eq. (25) Umanual
	$b_{Lf} [mm]$	95.00	
	$e_{LV} [mm]$	45.00	
	$e_t [mm]$	35.00	
	$w_h [mm]$	151.00	
	$w_{LV} [mm]$	90.00	
	$t_{fl} [mm]$	20.00	
	$d [mm]$	24.00	
	$d_0 [mm]$	26.00	

Shear and tension action for bolts check		
$F_{t,Ed}$ [kN]	141.13	Eq. (15) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	15.19	Eq. (16) Umanual
Minimum required bolt area to avoid collapse mode 3		
$A_{min,comb}$ [mm ²]	196.01	Eq. (17) Umanual
$A_{min,comb} < A_t$	OK	
Horizontal spacing, w_h		Eq. (26) Umanual
w_{min} [mm]	98.80	
w_{max} [mm]	177.60	
$w_{min} < w_h < w_{max}$	OK	
Minimum flange thickness according to mode 1 and 2		EC3-1-8 cl 6.2.4
t_{T1-2} [mm]	18.80	Eq. (27) Umanual
$t_{T1-2} < t_{T1}$	OK	
<i>Component – L-stub web plate</i>		
Geometry		
h_{Lf} [mm]	180.00	
l_{Lw} [mm]	241.00	Eq. (28) Umanual
e_{Lv} [mm]	45.00	
$e_{h,f}$ [mm]	66.50	
$e_{h,l}$ [mm]	111.50	Eq. (27) Umanual
w_{Lv} [mm]	90.00	
$w_{h,Lw}$ [mm]	63.00	
t_l [mm]	20.00	
d [mm]	16.00	
d_0 [mm]	18.00	
s_v [mm]	13.70	Eq. (29) Umanual
$L_{slot,v}$ [mm]	40.00	
Minimum length of the slots, $L_{dot,v,min}$ [mm]	40.00	Eq. (30) Umanual
Resistance check - Net tension failure		
F_{net} [kN]	639.00	
$F_{net} > F_{net}$	OK	cl 6.2.3 EC3-1-1
<i>Beam checks</i>		
Bending moment at the centerline plastic hinge		
L_e [m]	2.88	M_{ed}/V_{ed}
b [m]	730	Eq. (32) Umanual
$M_{ed}(L_e-b)/L_e$ [kNm]	261.28	Eq. (31) Umanual
$M_{b,Rd}$ [kNm]	604	
$M_{ed}(L_e-b)/L_e < M_{b,Rd}$	OK	
Buckling resistance without stiffeners		
F_{Rd} [kN]	263.20	EC3-1-8 cl 6.2.6.2
F_{Ed} [kN]	239.91	
$F_{Rd} < F_{Ed}$	OK	
Minimum stiffeners thickness		
$t_{st,min}$ [mm]	4.88	
$t_{st,adop}$ [mm]	10.00	Eq. (33) Umanual
<i>Rotation compatibility checks</i>		
Rotation of the beam and T-stub flange	OK	Eq. (34) UMN
Rotation of the beam and column at the tip of the haunch	OK	Eq. (35) UMN
Rotation of the beam and L-stub web at the tip of the plate	OK	Eq. (37) UMN

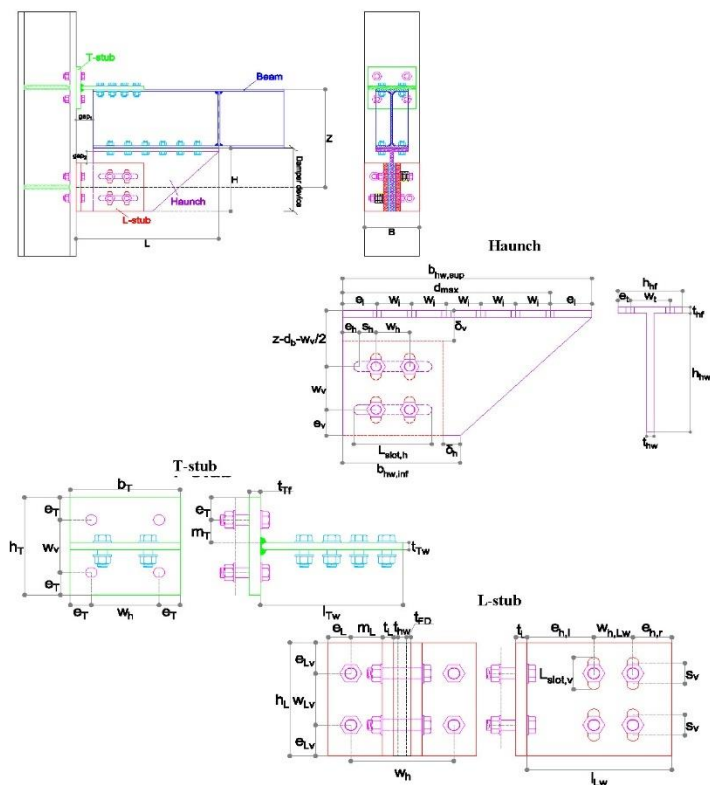
Minimum column size

Compatibility with T-stub flange		
$b_{c,min}$ [mm]	220.00	Eq. (39) UMN
	HE 220 B	
$2r_f + t_{wc} \leq w_h - 1.8d_0$	88.20	Eq. (40) UMN
	HE 1000 B	
Compatibility with L-stub flange		
$b_{c,min}$ [mm]	240.00	Eq. (41) UMN
	HE 240 B	
$2r_f + t_{wc} \leq w_h - 1.8d_0$	104.20	Eq. (42) UMN
	HE 1000 B	

Dispositivo D2A- IPE 450_0,4

FREEDAM D-2A_IPE450_0.4 - Design report		1/7
DESIGN REPORT		Remarks
GENERAL DATA		
Joint	Name: FREDAM D-2A/IPE450/0.4	
	Friction damper kit typology: D-2A	
Safety factors	γ_{M0} [-]: 1	
	γ_{M1} [-]: 1.1	
	γ_{M2} [-]: 1.25	
	γ_{M3} [-]: 1.1	
	γ_{ov} [-]: 1.93	
	γ_{creep} [-]: 1.15	
Materials:	Steel elements, S355	
	f_y [Mpa]: 355	
	f_u [Mpa]: 510	
	AISI 304 - Haunch web	
	f_y [Mpa]: 210	
	f_u [Mpa]: 520	
	Bolts HV grade 10.9	
	f_{yb} [Mpa]: 900	
	f_{ub} [Mpa]: 1000	
Ultimate rotation	Φ [rad]: 0.0525	$1.5 \times \Phi_{minDCH, EC8}$

JOINT GEOMETRY



DESCRIPTION OF JOINT CONFIGURATION

Damper device

Name: D-2A

Bolts type M20 HV 10.9

Number of bolts $n_{b,act}$: 4Number of friction surfaces n_f : 2

Coating material: M4

friction pads thickness [mm] 8

Height H [mm] 360

Length L [mm] 605

Beam	Width B [mm]	256
	Size:	IPE 450
	Material:	S355
Column	Minimum size:	HE 280 B
	Material:	S355

DESIGN OF THE JOINT (JOINT UNDER BENDING)

Step 1 – Design of the friction damper bolts

Design force acting at the damper center line of the damper, F_{Ed}

m	0.40
Z [mm]	700
F_{Ed} [kN]	345.26

Design preload force, $F_{p,d}$

$\mu_{a,k}$	0.53
n_b	4
n_s	2
$F_{p,d}$ [kN]	93.64

Design flexural resistance, $M_{Rd,friction}$ and friction resistance force, $F_{Rd,friction}$

$M_{Rd,friction}$ [kNm]	85.91
$F_{Rd,friction}$ [kN]	195.25

Step 2 – Design of non-dissipative components

Design actions for non-dissipative components

F_{nd} [kN]	666.65
M_{nd} [kNm]	467
V_{nd} [kN]	163.17

Component – Hauch flange

Geometry

Number of longitudinal bolt rows, n_{rows} [-]	9
d [mm]	20
d_0 [mm]	22
$h_{t,f}$ [mm]	160.00
$b_{lw,sup}$ [mm]	530.00
e_1 [mm]	45.00
e_2 [mm]	22.50
w_1 [mm]	55.00
w_2 [mm]	115.00
$t_{t,f}$ [mm]	20.00

Shear and tension action for bolts and plate checks		
$F_{t,Ed}$ [kN]	49.68	Eq. (8) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	37.04	Eq. (9) UMN
Checks		
Minimum required bolt area $A_{min,comb}$ [mm ²]	141.9	EC3-1-8 cl. 3.6.1
$A_{min,comb} < A_t$	OK	
w_{min} [mm]	97.00	EC3-1-8 cl. 3.5
w_{max} [mm]	137.20	
$w_{min} < w_t < w_{max}$	OK	
<i>Component – Hauch web</i>		
Coefficients governing the geometry		
k_{wh}	3.5	
k_{ch}	1.5	
k_{wev}	5	
k_{ev}	2.5	
Geometry		
w_h [mm]	77.00	$3.5k_{wh}$
e_h [mm]	33.00	d_0k_{ch}
w_v [mm]	110.00	d_0k_{ev}
e_v [mm]	55.00	d_0k_{ev}
$L_{slot,h}$ [mm]	180.00	Eq. (10) Umanual
δ_h [mm]	50.00	Eq. (11) Umanual
δ_v [mm]	15.70	Eq. (12) Umanual
t_{hf} [mm]	20.00	
Stroke check		
Required stroke at the slotted hole level, $Stroke_{h,d}$	39.64	Eq. (13) Umanual
Available stroke at the slotted hole level, $Stroke_{h,av}$	40.50	Eq. (14) Umanual
Check: $Stroke_{h,av} > Stroke_{h,d}$	OK	
Minimum web thickness, t_{hf}		
$t_{hf,min}$ [mm]	15.00	EC3-1-1 cl. 6.2.3
$t_{hf} > t_{hf,min}$	OK	
Resistance check		
Net tension resistance, F_{net} [kN]	1118.88	EC3-1-1 cl. 6.2.3
$F_{net} > F_{t,Ed}$	OK	
<i>Component – T-stub flange in bending</i>		
Geometry		
b_T [mm]	250.00	
h_T [mm]	195.00	
e_{TF} [mm]	40.00	
w_h [mm]	170.00	
w_v [mm]	115.00	
t_{TF} [mm]	25.00	
d [mm]	27.00	
d_0 [mm]	30.00	
Shear and tension action for bolts check		
$F_{t,Ed}$ [kN]	166.66	Eq. (15) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	20.40	Eq. (16) Umanual

Minimum required bolt area to avoid collapse mode 3	$A_{min,comb}$ [mm ²]	231.48	Eq. (17) Umanual
	$A_{min,comb} < A_b$	OK	
	$F_{t,Rd}$ [kN]	321.55	Eq. (18) Umanual
	$F_{t,Rd} > F_{tEd}$	OK	
Horizontal spacing, w_h	w_{min} [mm]	112.50	Eq. (19) Umanual
	w_{max} [mm]	208.00	
	$w_{min} < w_h < w_{max}$	OK	
Minimum flange thickness according to mode 1 and 2	t_{f1-2} [mm]	18.39	EC3-1-8 cl 6.2.4
	$t_{f1-2} < t_{f1}$	OK	Eq. (20) Umanual
<i>Component – T-stub web</i>			
Geometry			
	b_T [mm]	250.00	
	l_{Tw} [mm]	415.00	
	c_t [mm]	45.00	
	e_t [mm]	67.50	
	w_t [mm]	55.00	
	w_t [mm]	115.00	
	t_{Tw} [mm]	25.00	
	d [mm]	20.00	
	d_0 [mm]	22.00	
Minimum web thickness to avoid M-V interaction	$t_{Tw,min}$ [mm]	15.00	EC3-1-1 cl 6.2.10
	$t_{Tw,min} < t_{Tw}$	OK	
Resistance checks			
	$V_{pl,Rd}$ [kN]	640.50	EC3-1-1 cl 6.2.6
	$V_{pl,Rd} > 2V_{ed}$	OK	
	$F_{b,Rd}$ [kN]	2357.90	EC3-1-8 cl 3.6.1
	$F_{b,Rd} > F_{ed}$	OK	
	$V_{ET,Rd}$ [kN]	2361.90	EC3-1-8 cl 3.10.2
	$V_{ET,Rd} > F_{ed}$	OK	
	F_{gross} [kN]	1775.00	EC3-1-1 cl 6.2.3
	F_{net} [kN]	1891.08	EC3-1-1 cl 6.2.3
	$\text{Min}(F_{net}; F_{gross}) > F_{ed}$	OK	
Beam-column gap (gap_1)		75.00	Eq. (19) Umanual
<i>Component – L-stub flange in bending</i>			
Geometry			
	b_{Lf} [mm]	220.00	
	b_{Lf} [mm]	110.00	
	e_{LV} [mm]	55.00	
	e_t [mm]	40.00	
	w_h [mm]	176.00	Eq. (25) Umanual
	w_{LV} [mm]	110.00	
	t_{fL} [mm]	25.00	
	d [mm]	27.00	
	d_0 [mm]	30.00	

Shear and tension action for bolts check		
$F_{t,Ed}$ [kN]	166.66	Eq. (15) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	20.40	Eq. (16) Umanual
Minimum required bolt area to avoid collapse mode 3		
$A_{min,comb}$ [mm ²]	231.48	Eq. (17) Umanual
$A_{min,comb} < A_b$	OK	
Horizontal spacing, w_h		Eq. (26) Umanual
w_{min} [mm]	112.50	
w_{max} [mm]	208.00	
$w_{min} < w_h < w_{max}$	OK	
Minimum flange thickness according to mode 1 and 2		EC3-1-8 cl 6.2.4
$t_{T1,2}$ [mm]	19.60	Eq. (27) Umanual
$t_{T1,2} < t_{Tf}$	OK	
<i>Component – L-stub web plate</i>		
Geometry		
h_{Lf} [mm]	220.00	
l_{Lw} [mm]	274.00	Eq. (28) Umanual
e_{Lv} [mm]	55.00	
$e_{h,f}$ [mm]	73.50	
$e_{h,l}$ [mm]	123.50	Eq. (27) Umanual
w_{Lv} [mm]	110.00	
$w_{h,Lw}$ [mm]	77.00	
t_f [mm]	25.00	
d [mm]	20.00	
d_0 [mm]	22.00	
s_v [mm]	15.70	Eq. (29) Umanual
$L_{slot,v}$ [mm]	50.00	
Minimum length of the slots, $L_{dot,v,min}$ [mm]	50.00	Eq. (30) Umanual
Resistance check - Net tension failure		
F_{net} [kN]	958.50	
$F_{net} > F_{net}$	OK	cl 6.2.3 EC3-1-1
<i>Beam checks</i>		
Bending moment at the centerline plastic hinge		
L_e [m]	2.86	M_{ed}/V_{ed}
b [m]	830	Eq. (32) Umanual
$M_{ed}(L_e-b)/L_e$ [kNm]	331.23	Eq. (31) Umanual
$M_{b,Rd}$ [kNm]	604	
$M_{ed}(L_e-b)/L_e < M_{b,Rd}$	OK	
Buckling resistance without stiffeners		
F_{Rd} [kN]	262.30	EC3-1-8 cl 6.2.6.2
F_{Ed} [kN]	343.64	
$F_{Rd} < F_{Ed}$	add stiffeners	
Minimum stiffeners thickness		
$t_{st,min}$ [mm]	6.98	Eq. (33) Umanual
$t_{st,adop}$ [mm]	10.00	
<i>Rotation compatibility checks</i>		
Rotation of the beam and T-stub flange	OK	Eq. (34) UMN
Rotation of the beam and column at the tip of the haunch	OK	Eq. (35) UMN
Rotation of the beam and L-stub web at the tip of the plate	OK	Eq. (37) UMN

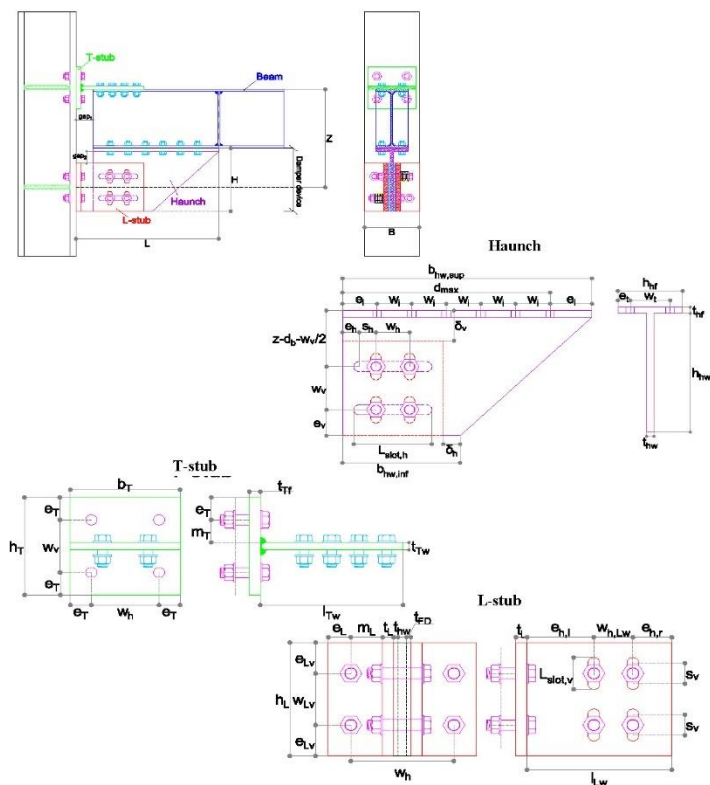
Minimum column size

Compatibility with T-stub flange		
$b_{c,min}$ [mm]	260.00	Eq. (39) UMN
	HE 260 B	
$2r_f + t_{wc} \leq w_h - 1.8d_o$	116.00	Eq. (40) UMN
	HE 1000 B	
Compatibility with L-stub flange		
$b_{c,min}$ [mm]	280.00	Eq. (41) UMN
	HE 280 B	
$2r_f + t_{wc} \leq w_h - 1.8d_o$	122.00	Eq. (42) UMN
	HE 1000 B	

Dispositivo D1- IPE 400_0,3

FREEDAM D1_IPE400_0.3 - Design report		1/7
DESIGN REPORT		Remarks
GENERAL DATA		
Joint	Name: FREDAM D1/IPE400/0.3	
	Friction damper kit typology: D1	
Safety factors	γ_{M0} [-]: 1	
	γ_{M1} [-]: 1.1	
	γ_{M2} [-]: 1.25	
	γ_{M3} [-]: 1.1	
	γ_{ov} [-]: 1.93	
	γ_{creep} [-]: 1.15	
Materials:	Steel elements, S355	
	f_y [Mpa]: 355	
	f_u [Mpa]: 510	
	AISI 304 - Haunch web	
	f_y [Mpa]: 210	
	f_u [Mpa]: 520	
	Bolts HV grade 10.9	
	f_{yb} [Mpa]: 900	
	f_{ub} [Mpa]: 1000	
Ultimate rotation	Φ [rad]: 0.0525	$1.5 \times \Phi_{minDCH, EC8}$

JOINT GEOMETRY



DESCRIPTION OF JOINT CONFIGURATION

Damper device

Name: D1

Bolts type M16 HV 10.9

Number of bolts $n_{b,act}$: 4Number of friction surfaces n_f : 2

Coating material: M4

friction pads thickness [mm] 8

Height H [mm] 260

Length L [mm] 505

Beam	Width B [mm]	221
	Size:	IPE 400
	Material:	S355
Column	Minimum size:	HEB240
	Material:	S355

DESIGN OF THE JOINT (JOINT UNDER BENDING)

Step 1 – Design of the friction damper bolts

Design force acting at the damper center line of the damper, F_{Ed}

m	0.30
Z [mm]	570
F_{Ed} [kN]	244.20

Design preload force, $F_{p,d}$

$\mu_{a,k}$	0.53
n_b	4
n_s	2
$F_{p,d}$ [kN]	66.23

Design flexural resistance, $M_{Rd,friction}$ and friction resistance force, $F_{Rd,friction}$

$M_{Rd,friction}$ [kNm]	85.91
$F_{Rd,friction}$ [kN]	195.25

Step 2 – Design of non-dissipative components

Design actions for non-dissipative components

F_{nd} [kN]	471.52
M_{nd} [kNm]	269
V_{nd} [kN]	93.32

Component – Hauch flange

Geometry

Number of longitudinal bolt rows, n_{rows} [-]	9
d [mm]	16
d_0 [mm]	18
$h_{t,f}$ [mm]	135.00
$b_{lw,sup}$ [mm]	440.00
c_1 [mm]	40.00
e_1 [mm]	22.50
w_1 [mm]	45.00
w_1 [mm]	90.00
$t_{t,f}$ [mm]	20.00

Shear and tension action for bolts and plate checks		
$F_{t,Ed}$ [kN]	28.78	Eq. (8) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	26.20	Eq. (9) UMN
Checks		
Minimum required bolt area $A_{min,comb}$ [mm ²]	94.0	EC3-1-8 cl. 3.6.1
$A_{min,comb} < A_t$	OK	
w_{min} [mm]	83.00	EC3-1-8 cl. 3.5
w_{max} [mm]	136.80	
$w_{min} < w_t < w_{max}$	OK	
<i>Component – Hauch web</i>		
Coefficients governing the geometry		
k_{wh}	3.5	
k_{ch}	1.5	
k_{wev}	5	
k_{cev}	2.5	
Geometry		
w_h [mm]	63.00	$3.5k_{wh}$
e_h [mm]	27.00	d_0k_{ch}
w_v [mm]	90.00	d_0k_{wev}
e_v [mm]	45.00	d_0k_{cev}
$L_{slot,h}$ [mm]	150.00	Eq. (10) UManual
δ_h [mm]	50.00	Eq. (11) UManual
δ_v [mm]	13.18	Eq. (12) Umanual
t_{hf} [mm]	20.00	
Stroke check		
Required stroke at the slotted hole level, $Stroke_{h,dr}$	32.29	Eq. (13) Umanual
Available stroke at the slotted hole level, $Stroke_{h,av}$	34.50	Eq. (14) Umanual
Check: $Stroke_{h,av} > Stroke_{h,dr}$	OK	
Minimum web thickness, t_{hf}		
$t_{hf,min}$ [mm]	15.00	EC3-1-1 cl. 6.2.3
$t_{hf} > t_{hf,min}$	OK	
Resistance check		
Net tension resistance, F_{net} [kN]	578.34	EC3-1-1 cl. 6.2.3
$F_{net} > F_{t,Ed}$	OK	
<i>Component – T-stub flange in bending</i>		
Geometry		
b_T [mm]	205.00	
h_T [mm]	170.00	
e_{TF} [mm]	35.00	
w_h [mm]	135.00	
w_v [mm]	100.00	
t_{TF} [mm]	25.00	
d [mm]	24.00	
d_0 [mm]	26.00	
Shear and tension action for bolts check		
$F_{t,Ed}$ [kN]	117.88	Eq. (15) Umanual
$F_{v,Ed}$ [kN]	11.67	Eq. (16) Umanual

Minimum required bolt area to avoid collapse mode 3	$A_{min,comb} [mm^2]$	163.72	Eq. (17) Umanual
	$A_{min,comb} < A_b$	OK	
Horizontal spacing, w_h	$F_{LRd} [kN]$	254.06	Eq. (18) Umanual
	$F_{LRd} > F_{LRd}$	OK	
	$w_{min} [mm]$	110.00	Eq. (19) Umanual
Minimum flange thickness according to mode 1 and 2	$w_{max} [mm]$	177.60	
	$w_{min} < w_h < w_{max}$	OK	
Component – T-stub web	$t_{T1-2} [mm]$	16.10	EC3-1-8 cl 6.2.4
	$t_{T1-2} < t_{T1}$	OK	Eq. (20) Umanual
Component – T-stub web	Geometry		
	$b_T [mm]$	205.00	
	$l_{Tw} [mm]$	345.00	
	$c_t [mm]$	40.00	
	$e_t [mm]$	57.50	
	$w_t [mm]$	45.00	
	$w_i [mm]$	90.00	
	$t_{Tw} [mm]$	20.00	
	$d [mm]$	16.00	
	$d_0 [mm]$	18.00	
	Minimum web thickness to avoid M-V interaction		
	$t_{Tw,min} [mm]$	14.00	EC3-1-1 cl 6.2.10
	$t_{Tw,min} < t_{Tw}$	OK	
Component – L-stub flange in bending	Resistance checks		
	$V_{pl,Rd} [kN]$	420.17	EC3-1-1 cl 6.2.6
	$V_{pl,Rd} > 2V_{net}$	OK	
	$F_{b,Rd} [kN]$	1813.05	EC3-1-8 cl 3.6.1
	$F_{b,Rd} > F_{net}$	OK	
	$V_{ET,Rd} [kN]$	1962.20	EC3-1-8 cl 3.10.2
	$V_{ET,Rd} > F_{net}$	OK	
	$F_{gross} [kN]$	1164.40	EC3-1-1 cl 6.2.3
	$F_{net} [kN]$	1241.14	EC3-1-1 cl 6.2.3
	$\text{Min}(F_{net}; F_{gross}) > F_{net}$	OK	
Component – L-stub flange in bending	Beam-column gap (gap_1)		
		65.00	Eq. (19) Umanual
	Geometry		
	$b_{Lf} [mm]$	180.00	
	$b_{L,F} [mm]$	95.00	
	$e_{LV} [mm]$	45.00	
	$e_L [mm]$	35.00	
	$w_h [mm]$	151.00	Eq. (25) Umanual
	$w_{LV} [mm]$	90.00	
	$t_{Lf} [mm]$	20.00	
	$d [mm]$	24.00	
	$d_0 [mm]$	26.00	

Shear and tension action for bolts check	
$F_{t,Ed}$ [kN]	117.88
$F_{v,Ed}$ [kN]	11.67
Minimum required bolt area to avoid collapse mode 3	
$A_{min,comb}$ [mm ²]	163.72
$A_{min,comb} < A_b$	OK
Horizontal spacing, w_h	
w_{min} [mm]	98.80
w_{max} [mm]	177.60
$w_{min} < w_h < w_{max}$	OK
Minimum flange thickness according to mode 1 and 2	
t_{T1-2} [mm]	17.18
$t_{T1-2} < t_{T1}$	OK
<i>Component – L-stub web plate</i>	
Geometry	
h_{Lf} [mm]	180.00
l_{Lw} [mm]	231.00
e_{Lv} [mm]	45.00
$e_{h,f}$ [mm]	61.50
$e_{h,l}$ [mm]	106.50
w_{Lv} [mm]	90.00
$w_{h,Lw}$ [mm]	63.00
t_l [mm]	20.00
d [mm]	16.00
d_0 [mm]	18.00
s_v [mm]	13.18
$L_{slot,v}$ [mm]	40.00
Minimum length of the slots, $L_{dot,v,min}$ [mm]	40.00
Resistance check - Net tension failure	
F_{net} [kN]	639.00
$F_{net} > F_{net}$	OK
<i>Beam checks</i>	
Bending moment at the centerline plastic hinge	
L_e [m]	2.88
b [m]	705
$M_{ed}(L_e-b)/L_e$ [kNm]	202.97
$M_{b,Rd}$ [kNm]	464
$M_{ed}(L_e-b)/L_e < M_{b,Rd}$	OK
Buckling resistance without stiffeners	
F_{Rd} [kN]	232.61
F_{Ed} [kN]	200.40
$F_{Rd} < F_{Ed}$	OK
Minimum stiffeners thickness	
$t_{st,min}$ [mm]	4.36
$t_{st,adop}$ [mm]	10.00
<i>Rotation compatibility checks</i>	
Rotation of the beam and T-stub flange	OK
Rotation of the beam and column at the tip of the haunch	OK
Rotation of the beam and L-stub web at the tip of the plate	OK

Eq. (15) Umanual

Eq. (16) Umanual

Eq. (17) Umanual

Eq. (26) Umanual

EC3-1-8 cl 6.2.4

Eq. (27) Umanual

Eq. (28) Umanual

Eq. (27) Umanual

Eq. (29) Umanual

Eq. (30) Umanual

cl 6.2.3 EC3-1-1

 M_{ed}/V_{ed}

Eq. (32) Umanual

Eq. (31) Umanual

EC3-1-8 cl 6.2.6.2

Eq. (33) Umanual

Eq. (34) UMN

Eq. (35) UMN

Eq. (37) UMN

Minimum column size

Compatibility with T-stub flange		
$b_{c,min}$ [mm]	220.00	Eq. (39) UMN
	HE 220 B	
$2r_f + t_{wc} \leq w_h - 1.8d_0$	88.20	Eq. (40) UMN
	HE 1000 B	
Compatibility with L-stub flange		
$b_{c,min}$ [mm]	240.00	Eq. (41) UMN
	HE 240 B	
$2r_f + t_{wc} \leq w_h - 1.8d_0$	104.20	Eq. (42) UMN
	HE 1000 B	

Connessioni FREEDAM – IDEASTatica

Di seguito vengono riportati i reports completi estrapolati dal software IdeaStatica connection, con la quale sono state verificate le connessioni trave-colonna con dispositivi FREEDAM

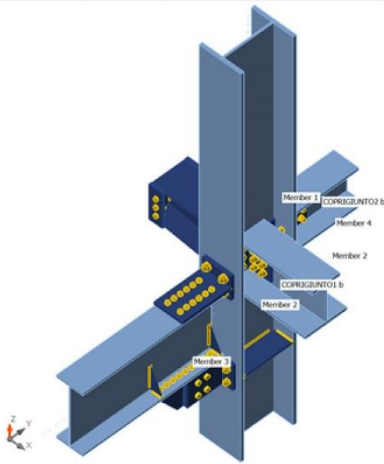
Progetto

Nome	1915 - 781293 - 781728 - 2036
Descrizione	
Analisi	Progettazione in capacità

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in	X [mm]
Member 1	1 - HEB400	0.0	0.0	0.0	0	7	-5	Posizione	0
Member 2	6 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	5	-125	Nodo	0
Member 3	4 - IPE450	0.0	0.0	0.0	0	-7	-401	Posizione	0
Member 4	8 - HEB240C(lwn240x(180/240))	0.0	0.0	0.0	0	0	-85	Bulloni	309



Sezioni

Nome	Materiale
1 - HEB400	S 355
6 - HEB300C(lwn300x(200/300))	S 355
4 - IPE450	S 355
8 - HEB240C(lwn240x(180/240))	S 355
9 - L 170	S 355
10 - L 100	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
16 10.9	16 10.9	16	1000.0	201
20 10.9	20 10.9	20	1000.0	314
24 10.9	24 10.9	24	1000.0	452
M22 10.9	M22 10.9	22	1000.0	380
M20 10.9	M20 10.9	20	1000.0	314

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE-CD4	Member 2	0.0	0.0	-120.3	0.0	0.0	0.0
	Member 3	0.0	0.0	-80.1	0.0	242.0	0.0
	Member 4	0.0	0.0	-131.4	0.0	0.0	0.0

Verifica**Riassunto**

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.1 < 5.0%	OK
Bulloni	75.3 < 100%	OK
Bulloni precaricati	68.0 < 100%	OK
Saldature	53.0 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
Member 1-bfl 1	24.0	LE-CD4	242.2	0.0	41.6	OK
Member 1-tfl 1	24.0	LE-CD4	205.9	0.0	31.3	OK
Member 1-w 1	13.5	LE-CD4	188.8	0.0	1.8	OK
Member 2-tfl 1	19.0	LE-CD4	56.1	0.0	0.0	OK
Member 2-bfl 1	19.0	LE-CD4	43.4	0.0	0.0	OK
Member 2-w 1	11.0	LE-CD4	197.2	0.0	32.3	OK
Member 3-bfl 1	14.6	LE-CD4	229.3	0.0	29.0	OK
Member 3-tfl 1	14.6	LE-CD4	241.0	0.0	7.4	OK
Member 3-w 1	9.4	LE-CD4	128.0	0.0	0.0	OK
Member 4-tfl 1	17.0	LE-CD4	68.7	0.0	0.0	OK
Member 4-bfl 1	17.0	LE-CD4	58.9	0.0	0.0	OK
Member 4-w 1	10.0	LE-CD4	197.2	0.0	9.2	OK
COPRIGIUNTO1 a-bfl 1	15.0	LE-CD4	134.6	0.0	13.8	OK
COPRIGIUNTO1 a-w 1	15.0	LE-CD4	101.4	0.0	3.2	OK
COPRIGIUNTO1 b-bfl 1	15.0	LE-CD4	135.2	0.0	13.9	OK
COPRIGIUNTO1 b-w 1	15.0	LE-CD4	101.9	0.0	3.6	OK
COPRIGIUNTO2 a-bfl 1	15.0	LE-CD4	271.8	0.0	238.2	OK
COPRIGIUNTO2 a-w 1	15.0	LE-CD4	355.3	0.1	238.2	OK
COPRIGIUNTO2 b-bfl 1	15.0	LE-CD4	355.0	0.0	240.2	OK
COPRIGIUNTO2 b-w 1	15.0	LE-CD4	355.3	0.1	240.2	OK
Plate 1	15.0	LE-CD4	22.9	0.0	0.0	OK
Plate 2	10.0	LE-CD4	11.2	0.0	0.0	OK
Plate 3	10.0	LE-CD4	0.8	0.0	0.1	OK
Plate 4	10.0	LE-CD4	0.4	0.0	0.0	OK
Plate 5	10.0	LE-CD4	0.9	0.0	0.1	OK
Plate 6	10.0	LE-CD4	0.3	0.0	0.0	OK
Plate 7	10.0	LE-CD4	4.4	0.0	0.0	OK
Plate 8	10.0	LE-CD4	3.1	0.0	0.0	OK
Plate 9	15.0	LE-CD4	12.4	0.0	0.0	OK
Plate 14	20.0	LE-CD4	150.1	0.0	41.5	OK
Plate 15	20.0	LE-CD4	130.8	0.0	15.7	OK
Plate 16	8.0	LE-CD4	259.6	0.0	22.2	OK
Plate 17	20.0	LE-CD4	180.9	0.0	14.0	OK
Plate 22	20.0	LE-CD4	75.3	0.0	109.3	OK
Plate 23	20.0	LE-CD4	75.6	0.0	109.7	OK
Plate 25	15.0	LE-CD4	105.0	0.0	0.0	OK
Plate 26	25.0	LE-CD4	251.7	0.0	28.7	OK
Plate 28	10.0	LE-CD4	166.2	0.0	0.0	OK
Plate 29	10.0	LE-CD4	166.3	0.0	0.0	OK
Plate 30	15.0	LE-CD4	104.2	0.0	0.0	OK
Plate 31	10.0	LE-CD4	142.0	0.0	0.0	OK

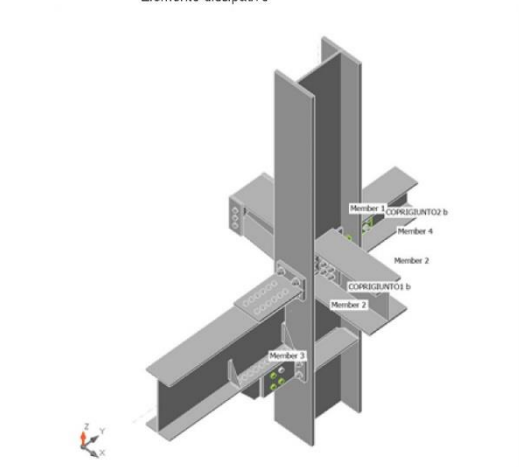
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
Plate 32	20.0	LE-CD4	176.8	0.0	18.8	OK
Plate 33	8.0	LE-CD4	261.6	0.0	21.9	OK
Plate 34	20.0	LE-CD4	131.1	0.0	15.5	OK
Plate 39	10.0	LE-CD4	141.6	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

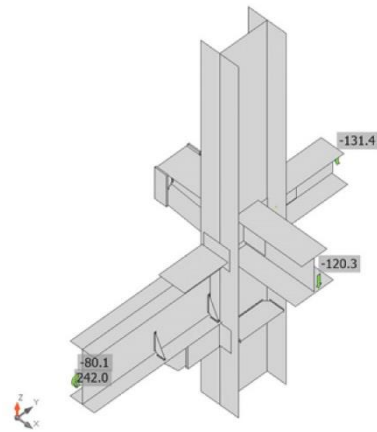
Materiale	γ_{ov} [-]	f_y [MPa]	γ_{sh} [-]	ϵ_{lim} [%]
S 355	1.00	355.0	1.00	5.0

Spiegazione dei simboli

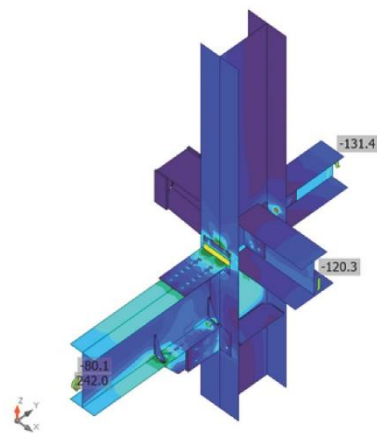
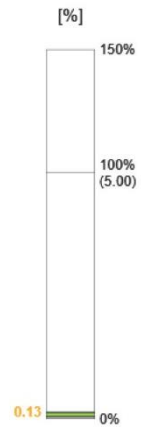
- γ_{ov} Fattore di sovrarresistenza materiale
- ϵ_{pl} Deformazione
- σ_{Ed} Sforzo Eq.
- $\sigma_{c,Ed}$ Tensione di contatto
- f_y Tensione di snervamento
- ϵ_{lim} Limite di deformazione plastica
- γ_{sh} Incrudimento
- $\ast$ Elemento dissipativo



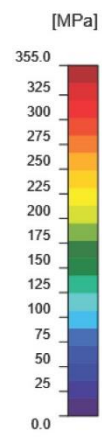
Verifica globale, LE-CD4



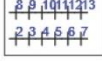
Verifica deformazione, LE-CD4

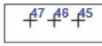
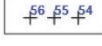
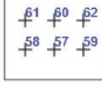
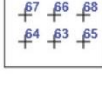
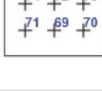
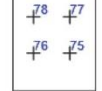
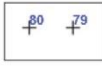


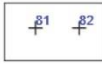
Sforzo equivalente, LE-CD4



Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _{ts} [%]	U _{ts} [%]	Stato
	B2	16 10.9 - 1	LE-CD4	7.3	29.1	6.5	133.5	30.1	34.8	OK
	B3	16 10.9 - 1	LE-CD4	1.5	27.9	1.3	133.5	28.9	29.8	OK
	B4	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.8	27.4	0.7	133.5	28.4	28.9	OK
	B5	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.5	27.3	0.5	133.5	28.2	28.6	OK
	B6	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.7	27.4	0.6	133.5	28.4	28.8	OK
	B7	16 10.9 - 1	LE-CD4	3.7	27.8	3.3	169.6	28.8	31.2	OK
	B8	16 10.9 - 1	LE-CD4	7.4	29.1	6.5	133.5	30.2	34.9	OK
	B9	16 10.9 - 1	LE-CD4	1.5	27.9	1.3	133.5	28.9	29.9	OK
	B10	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.8	27.4	0.7	133.5	28.4	28.9	OK
	B11	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.5	27.3	0.5	133.5	28.3	28.6	OK
	B12	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.7	27.5	0.6	133.5	28.4	28.9	OK
	B13	16 10.9 - 1	LE-CD4	3.8	27.8	3.3	169.6	28.8	31.2	OK
	B15	20 10.9 - 2	LE-CD4	4.9	24.3	2.8	372.8	16.1	18.1	OK
	B16	20 10.9 - 2	LE-CD4	0.6	16.2	0.3	267.3	10.7	11.0	OK
	B18	20 10.9 - 2	LE-CD4	5.0	24.3	2.8	372.9	16.1	18.1	OK
	B19	20 10.9 - 2	LE-CD4	0.6	16.1	0.3	267.3	10.7	10.9	OK
	B49	24 10.9 - 4	LE-CD4	86.9	8.5	34.2	228.9	3.9	28.3	OK
	B50	24 10.9 - 4	LE-CD4	87.5	8.5	34.4	228.7	3.9	28.5	OK
	B51	24 10.9 - 4	LE-CD4	92.4	13.5	36.3	218.5	6.2	32.2	OK
	B52	24 10.9 - 4	LE-CD4	92.0	13.5	36.2	218.5	6.2	32.1	OK
	B26	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.0	25.4	0.0	131.7	26.4	26.4	OK
	B27	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.0	25.4	0.0	131.7	26.3	26.3	OK
	B28	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.4	22.5	0.3	131.7	23.3	23.5	OK
	B29	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.2	22.4	0.2	131.7	23.2	23.4	OK
	B30	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.3	20.3	0.3	131.7	21.0	21.2	OK
	B31	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.3	20.2	0.3	131.7	21.0	21.2	OK
	B32	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.7	18.6	0.6	131.7	19.3	19.8	OK
	B33	16 10.9 - 1	LE-CD4	0.7	18.6	0.6	131.7	19.3	19.7	OK
	B34	16 10.9 - 1	LE-CD4	3.9	17.4	3.4	131.7	18.0	20.4	OK
	B35	16 10.9 - 1	LE-CD4	3.9	17.4	3.5	131.7	18.0	20.4	OK
	B36	16 10.9 - 1	LE-CD4	7.9	16.4	7.0	131.7	17.0	22.0	OK
	B37	16 10.9 - 1	LE-CD4	7.9	16.4	7.0	131.7	17.0	21.9	OK
	B38	16 10.9 - 1	LE-CD4	12.4	15.6	10.9	131.7	16.1	24.0	OK
	B39	16 10.9 - 1	LE-CD4	12.3	15.5	10.9	131.7	16.1	23.9	OK
	B40	16 10.9 - 1	LE-CD4	16.4	15.2	14.5	131.7	15.7	26.1	OK
	B41	16 10.9 - 1	LE-CD4	16.4	15.1	14.5	131.7	15.7	26.0	OK
	B42	16 10.9 - 1	LE-CD4	42.2	15.7	37.3	133.5	16.3	43.0	OK
	B43	16 10.9 - 1	LE-CD4	42.3	15.7	37.4	133.5	16.3	43.0	OK
	B45	16 10.9 - 3	LE-CD4	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK
	B46	16 10.9 - 3	LE-CD4	0.0	0.0	0.0	116.1	0.0	0.0	OK

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _{ts} [%]	U _{ts} [%]	Stato
	B47	16 10.9 - 3	LE-CD4	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK
	B54	16 10.9 - 3	LE-CD4	0.0	0.0	0.0	134.3	0.0	0.0	OK
	B55	16 10.9 - 3	LE-CD4	0.0	0.0	0.0	133.2	0.0	0.0	OK
	B56	16 10.9 - 3	LE-CD4	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK
	B57	M22 10.9 - 5	LE-CD4	4.5	18.6	2.0	99.6	37.2	16.8	OK
	B58	M22 10.9 - 5	LE-CD4	14.3	26.5	6.6	204.3	25.9	26.6	OK
	B59	M22 10.9 - 5	LE-CD4	1.9	26.8	0.9	237.2	22.5	22.7	OK
	B60	M22 10.9 - 5	LE-CD4	0.5	1.3	0.2	99.6	2.6	1.2	OK
	B61	M22 10.9 - 5	LE-CD4	2.6	18.4	1.2	99.6	36.7	16.0	OK
	B62	M22 10.9 - 5	LE-CD4	0.5	18.6	0.2	170.8	21.7	15.5	OK
	B63	M22 10.9 - 6	LE-CD4	1.2	13.5	0.5	102.4	13.1	11.5	OK
	B64	M22 10.9 - 6	LE-CD4	3.2	15.2	1.5	271.7	12.5	13.6	OK
	B65	M22 10.9 - 6	LE-CD4	0.1	12.5	0.0	102.4	12.2	10.4	OK
	B66	M22 10.9 - 6	LE-CD4	0.3	8.1	0.2	102.4	7.9	6.8	OK
	B67	M22 10.9 - 6	LE-CD4	0.5	11.0	0.2	280.6	9.1	9.3	OK
	B68	M22 10.9 - 6	LE-CD4	2.2	7.5	1.0	116.5	6.4	6.9	OK
	B69	M22 10.9 - 6	LE-CD4	1.3	13.0	0.6	102.4	12.7	11.2	OK
	B70	M22 10.9 - 6	LE-CD4	3.0	16.2	1.4	259.9	13.4	14.3	OK
	B71	M22 10.9 - 6	LE-CD4	0.2	12.7	0.1	102.4	12.4	10.6	OK
	B72	M22 10.9 - 6	LE-CD4	0.2	6.9	0.1	102.4	6.7	5.8	OK
	B73	M22 10.9 - 6	LE-CD4	0.3	9.9	0.2	284.7	8.2	8.3	OK
	B74	M22 10.9 - 6	LE-CD4	2.1	7.6	1.0	102.4	7.4	6.9	OK
	B75	M20 10.9 - 7	LE-CD4	20.2	16.2	11.5	196.0	16.6	24.8	OK
	B76	M20 10.9 - 7	LE-CD4	21.2	16.3	12.0	158.9	20.4	25.2	OK
	B77	M20 10.9 - 7	LE-CD4	0.1	17.0	0.1	196.0	17.3	17.4	OK
	B78	M20 10.9 - 7	LE-CD4	1.1	16.9	0.6	158.9	20.9	17.7	OK
	B79	M20 10.9 - 7	LE-CD4	104.8	32.2	59.4	222.7	32.9	75.3	OK
	B80	M20 10.9 - 7	LE-CD4	19.2	38.3	10.9	282.9	39.0	46.8	OK
	B81	M20 10.9 - 7	LE-CD4	100.9	31.7	57.2	222.7	32.3	73.2	OK

	Nome	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_s [%]	U_{ts} [%]	Stato
	B82	M20 10.9 - 7	LE-CD4	18.5	37.2	10.5	286.1	37.9	45.4	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
16 10.9 - 1	113.0	318.9	96.5
20 10.9 - 2	176.4	517.7	150.8
16 10.9 - 3	113.0	218.4	96.5
24 10.9 - 4	254.2	801.6	217.1
M22 10.9 - 5	218.2	397.5	121.2
M22 10.9 - 6	218.2	357.7	121.2
M20 10.9 - 7	176.4	352.1	98.0

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante delle forze di taglio del bullone V_y e V_z nei piani di taglio
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_s	Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B79

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_t}{\gamma_{M2}} = 176.4 \text{ kN} \geq F_t = 104.8 \text{ kN}$$

dove:

$k_2 = 0.90$	– Fattore
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A_t = 245 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 352.1 \text{ kN} \geq F_t = 104.8 \text{ kN}$$

dove:

$d_m = 32 \text{ mm}$	– La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
$t_p = 15 \text{ mm}$	– Spessore
$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	– Resistenza Ultima
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ kN} \geq V = 32.2 \text{ kN}$$

dove:

$\beta_p = 1.00$	– Fattore di riduzione
$\alpha_v = 0.50$	– Fattore di riduzione
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A = 245 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d_t}{\gamma_{M2}} = 222.7 \text{ kN} \geq V = 32.2 \text{ kN}$$

dove:

$$k_1 = \min\left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.50$$

– Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 0.76$$

– Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

– Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio

$$p_2 = \infty \text{ mm}$$

– Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

– Diametro del foro del bullone

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

– Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio

$$p_1 = \infty \text{ mm}$$

– Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio

$$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$$

– Resistenza ultima alla trazione del bullone

$$f_u = 490.0 \text{ MPa}$$

– Resistenza Ultima

$$d = 20 \text{ mm}$$

– Diametro nominale del fissaggio

$$t = 15 \text{ mm}$$

– Spessore della piastra

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

– Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Rd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 75.3 \%$$

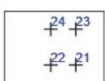
Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 59.4 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 32.9 \%$$

Bulloni precaricati

	Nome	Assieme bullone	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	B _{p,Rd} [kN]	F _{t,Rd} [kN]	F _{v,Rd} [kN]	U _t [%]	U _s [%]	Stato
	B21	16 10.9	LE-CD4	4.8	51.4	436.8	113.0	76.1	4.2	67.6	OK
	B22	16 10.9	LE-CD4	14.0	42.1	436.8	113.0	70.1	12.4	60.1	OK
	B23	16 10.9	LE-CD4	2.2	52.9	436.8	113.0	77.7	1.9	68.0	OK
	B24	16 10.9	LE-CD4	6.5	44.5	436.8	113.0	75.0	5.7	59.4	OK

Spiegazione dei simboli

F _{t,Rd}	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
F _{t,Ed}	Forza di trazione
B _{p,Rd}	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultato delle forze di taglio V _y e V _z nei piani di taglio trasferiti per attrito
F _{v,Rd}	Resistenza a taglio dei bulloni EN_1993-1-8 tabella 3.4
F _{b,Rd}	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
F _{s,Rd}	Resistenza all'attrito di progetto EN_1993-1-8 cap. 3.9
F _{pc}	Forza di pretensione
U _t	Utilizzo in trazione
U _s	Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B23

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 113.0 \text{ kN} \geq F_t = 2.2 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} k_2 &= 0.90 && \text{-- Fattore} \\ f_{ub} &= 1000.0 \text{ MPa} && \text{-- Resistenza ultima alla trazione del bullone} \\ A_s &= 157 \text{ mm}^2 && \text{-- Area soggetta alla trazione del bullone} \\ \gamma_{M2} &= 1.25 && \text{-- Coefficiente di sicurezza} \end{aligned}$$

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 436.8 \text{ kN} \geq F_t = 2.2 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} d_m &= 30 \text{ mm} && \text{-- La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due} \\ t_p &= 20 \text{ mm} && \text{-- Spessore} \\ f_u &= 490.0 \text{ MPa} && \text{-- Resistenza Ultima} \\ \gamma_{M2} &= 1.25 && \text{-- Coefficiente di sicurezza} \end{aligned}$$

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 3.9.1)

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0.8 F_{t,BD})}{\gamma_{M3}} = 77.7 \text{ kN} \geq V = 52.9 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} k_s &= 1.00 && \text{-- Dato in Tabella 3.6} \\ n &= 1 && \text{-- Il numero delle superfici di attrito} \\ \mu &= 1.00 && \text{-- Il fattore di scorrimento} \\ F_{p,C} &= 98.9 \text{ kN} && \text{-- Forza precaricata} \\ \gamma_{M3} &= 1.25 && \text{-- Coefficiente di sicurezza} \\ F_{t,BD} &= 2.2 \text{ kN} && \text{-- Forza di trazione} \end{aligned}$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Bd}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 1.9 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{F_{s,Rd}} = 68.0 \%$$

Saldature

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{p1} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{t_c} [%]	Stato
Plate 14	Plate 17	6.0	450	LE-CD4								OK
Plate 22	Plate 15	6.0	180	LE-CD4								OK
Plate 23	Plate 34	6.0	180	LE-CD4								OK
Plate 26	Plate 32	10.0	205	LE-CD4								OK
Member 1-w 1	Plate 2	▲ 7.0 ▼	270	LE-CD4	13.2	0.0	0.7	2.2	7.3	3.0	1.9	OK
		▲ 7.0 ▼	270	LE-CD4	14.2	0.0	-4.1	7.8	-0.5	3.3	1.4	OK
Member 1-w 1	Plate 1	▲ 12.0 ▼	240	LE-CD4	21.2	0.0	0.5	-12.2	1.3	4.9	1.9	OK
		▲ 12.0 ▼	240	LE-CD4	25.7	0.0	0.0	14.8	0.8	5.9	2.0	OK
Member 1-w 1	Plate 9	▲ 12.0 ▼	240	LE-CD4	6.9	0.0	-0.2	3.5	-1.9	1.6	1.1	OK
		▲ 12.0 ▼	240	LE-CD4	10.6	0.0	-0.7	-6.0	-1.0	2.4	1.4	OK
Member 1-bfl 1	Plate 25	▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	110.6	0.0	-43.4	-0.5	58.7	25.4	11.0	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	231.0	0.0	-126.3	-12.2	-111.0	53.0	22.5	OK
Member 1-tfl 1	Plate 25	▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	89.2	0.0	-44.9	29.4	33.4	20.5	7.7	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	56.9	0.0	-0.2	-30.7	-11.8	13.1	4.3	OK
Member 1-w 1	Plate 25	▲ 5.0 ▼	286	LE-CD4	55.0	0.0	2.6	-31.1	6.3	12.6	6.8	OK
		▲ 5.0 ▼	286	LE-CD4	57.3	0.0	-23.2	26.6	-14.3	13.2	8.4	OK
Member 3-w 1	Plate 28	▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	49.8	0.0	5.6	-28.1	-5.2	11.4	5.8	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	50.2	0.0	32.0	19.3	11.2	11.5	7.4	OK
Member 3-bfl 1	Plate 28	▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	182.7	0.0	49.7	77.4	-65.7	42.0	22.9	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	58.4	0.0	-4.8	-26.4	-20.8	13.4	8.2	OK
Member 3-w 1	Plate 29	▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	50.3	0.0	32.2	-19.3	-11.3	11.6	7.5	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	49.5	0.0	5.5	27.9	5.4	11.4	5.8	OK
Member 3-bfl 1	Plate 29	▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	58.6	0.0	-5.0	26.3	21.0	13.4	8.2	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	182.7	0.0	49.7	-77.4	65.7	41.9	22.9	OK

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{p1} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Stato
Member 1-bfl 1	Plate 30	▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	229.4	0.0	-125.1	-11.8	-110.4	52.7	22.3	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	108.3	0.0	-42.7	-1.6	57.5	24.9	10.8	OK
Member 1-tfl 1	Plate 30	▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	56.4	0.0	-0.2	-30.6	-11.2	13.0	4.4	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-CD4	88.7	0.0	-44.9	28.3	33.9	20.4	7.8	OK
Member 1-w 1	Plate 30	▲ 5.0 ▼	286	LE-CD4	57.2	0.0	-23.5	26.4	-14.4	13.1	8.3	OK
		▲ 5.0 ▼	286	LE-CD4	54.6	0.0	2.9	-30.8	6.2	12.5	6.7	OK
Member 3-w 1	Plate 31	▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	43.1	0.0	-6.0	23.9	5.9	9.9	8.3	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	43.4	0.0	-5.7	-24.2	-5.8	10.0	8.2	OK
Member 3-bfl 1	Plate 31	▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	229.6	0.0	-83.1	-96.2	77.5	52.7	20.6	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	201.2	0.0	-56.9	92.4	-62.2	46.2	17.4	OK
Member 3-w 1	Plate 39	▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	43.3	0.0	-5.8	24.1	5.8	9.9	8.2	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-CD4	43.4	0.0	-6.1	-24.1	-6.0	10.0	8.4	OK
Member 3-bfl 1	Plate 39	▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	201.9	0.0	-57.2	-92.6	62.6	46.4	17.5	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-CD4	229.5	0.0	-83.2	96.1	-77.5	52.7	20.6	OK
Plate 1	Plate 7	▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	2.8	0.0	-1.5	-0.1	-1.4	0.6	0.3	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	3.3	0.0	1.5	-0.3	-1.7	0.7	0.3	OK
Plate 1	Plate 8	▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	1.9	0.0	-1.0	-0.2	-0.9	0.4	0.2	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	1.6	0.0	1.0	-0.1	-0.8	0.4	0.2	OK
Plate 2	Plate 7	▲ 5.0 ▼	149	LE-CD4	1.8	0.0	-1.0	0.6	-0.6	0.4	0.3	OK
		▲ 5.0 ▼	149	LE-CD4	1.5	0.0	0.9	0.5	-0.5	0.3	0.2	OK
Plate 2	Plate 8	▲ 5.0 ▼	149	LE-CD4	1.9	0.0	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	OK
		▲ 5.0 ▼	149	LE-CD4	1.9	0.0	-1.1	0.5	0.8	0.4	0.3	OK
Plate 3	Plate 8	▲ 5.0 ▼	209	LE-CD4	1.6	0.0	0.6	0.4	0.8	0.4	0.1	OK
		▲ 5.0 ▼	209	LE-CD4	1.6	0.0	-0.6	0.2	0.8	0.4	0.1	OK
Plate 5	Plate 7	▲ 5.0 ▼	209	LE-CD4	2.2	0.0	-0.7	1.0	-0.6	0.5	0.1	OK

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Stato
		▲ 5.0 ▼	209	LE-CD4	2.6	0.0	0.7	1.3	-0.6	0.6	0.1	OK
Plate 9	Plate 7	▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	2.2	0.0	1.0	-0.2	1.1	0.5	0.3	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	2.0	0.0	-0.9	-0.3	1.0	0.5	0.3	OK
Plate 9	Plate 8	▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	1.6	0.0	0.6	-0.6	0.6	0.4	0.2	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-CD4	1.6	0.0	1.0	-0.5	-0.5	0.4	0.2	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0.90	435.6	352.8

Spiegazione dei simboli

▲	Saldatura riempita
ϵ_{pl}	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
U_t	Utilizzo
U_{tc}	Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per Member 1-bf1 1 Plate 25

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435.6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = 231.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 f_u / \gamma_{M2} = 352.8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 126.3 \text{ MPa}$$

dove:

$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	– Resistenza Ultima
$\beta_w = 0.90$	– fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Utilizzo tensione

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 53.0 \%$$

Nodo Freedom interno

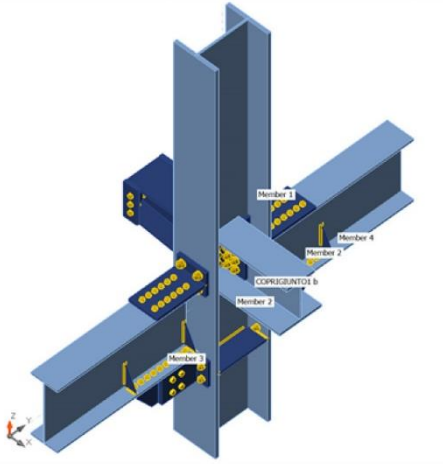
Progetto

Nome	1915 - 781293 - 781728 - 2036
Descrizione	
Analisi	Progettazione in capacità

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
Member 1	1 - HEB400	0.0	0.0	0.0	0	7	-5	Posizione
Member 2	6 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	5	-125	Nodo
Member 3	4 - IPE450	0.0	0.0	0.0	0	-7	-401	Posizione
Member 4	4 - IPE450	0.0	0.0	0.0	0	-7	-401	Posizione



Sezioni

Nome	Materiale
1 - HEB400	S 355
6 - HEB300C(lwn300x(200/300))	S 355
4 - IPE450	S 355
5 - L170	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
16 10.9	16 10.9	16	1000.0	201
20 10.9	20 10.9	20	1000.0	314
24 10.9	24 10.9	24	1000.0	452
22 10.9	22 10.9	22	1000.0	380

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE-MC1	Member 2	0.0	0.0	-249.0	0.0	0.0	0.0
	Member 3	0.0	0.0	-80.1	0.0	242.0	0.0
	Member 4	0.0	0.0	80.1	0.0	242.0	0.0

Verifica**Riassunto**

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.1 < 5.0%	OK
Bulloni	88.9 < 100%	OK
Bulloni precaricati	88.6 < 100%	OK
Saldateure	75.5 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pi} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
Member 1-bfl 1	24.0	LE-MC1	269.9	0.0	48.4	OK
Member 1-tfl 1	24.0	LE-MC1	325.8	0.0	50.7	OK
Member 1-w 1	13.5	LE-MC1	292.9	0.0	50.7	OK
Member 2-tfl 1	19.0	LE-MC1	116.1	0.0	0.0	OK
Member 2-bfl 1	19.0	LE-MC1	89.8	0.0	0.0	OK
Member 2-w 1	11.0	LE-MC1	355.2	0.1	59.8	OK
Member 3-bfl 1	14.6	LE-MC1	229.1	0.0	29.5	OK
Member 3-tfl 1	14.6	LE-MC1	240.3	0.0	12.2	OK
Member 3-w 1	9.4	LE-MC1	128.0	0.0	0.0	OK
Member 4-bfl 1	14.6	LE-MC1	355.1	0.0	44.3	OK
Member 4-tfl 1	14.6	LE-MC1	165.3	0.0	5.7	OK
Member 4-w 1	9.4	LE-MC1	130.3	0.0	0.0	OK
COPRIGIUNTO1 a-bfl 1	20.0	LE-MC1	182.9	0.0	207.3	OK
COPRIGIUNTO1 a-w 1	20.0	LE-MC1	162.4	0.0	207.3	OK
COPRIGIUNTO1 b-bfl 1	20.0	LE-MC1	183.3	0.0	203.6	OK
COPRIGIUNTO1 b-w 1	20.0	LE-MC1	157.6	0.0	203.6	OK
Plate 1	15.0	LE-MC1	16.0	0.0	0.0	OK
Plate 2	10.0	LE-MC1	18.2	0.0	0.0	OK
Plate 3	10.0	LE-MC1	1.1	0.0	0.1	OK
Plate 4	10.0	LE-MC1	0.5	0.0	0.0	OK
Plate 5	10.0	LE-MC1	0.9	0.0	0.1	OK
Plate 6	10.0	LE-MC1	0.3	0.0	0.0	OK
Plate 7	10.0	LE-MC1	5.1	0.0	0.0	OK
Plate 8	10.0	LE-MC1	7.0	0.0	0.0	OK
Plate 9	15.0	LE-MC1	15.6	0.0	0.0	OK
Plate 10	10.0	LE-MC1	128.3	0.0	0.0	OK
Plate 11	20.0	LE-MC1	213.1	0.0	59.6	OK
Plate 12	20.0	LE-MC1	131.3	0.0	7.6	OK
Plate 13	20.0	LE-MC1	355.1	0.0	14.0	OK
Plate 14	20.0	LE-MC1	149.5	0.0	41.8	OK
Plate 15	20.0	LE-MC1	151.9	0.0	17.2	OK
Plate 16	8.0	LE-MC1	282.5	0.0	24.2	OK
Plate 17	20.0	LE-MC1	182.9	0.0	15.2	OK
Plate 18	10.0	LE-MC1	233.6	0.0	0.0	OK
Plate 19	10.0	LE-MC1	128.0	0.0	0.0	OK
Plate 20	20.0	LE-MC1	355.1	0.0	14.0	OK
Plate 21	20.0	LE-MC1	326.0	0.0	19.0	OK
Plate 22	20.0	LE-MC1	94.6	0.0	132.8	OK
Plate 23	20.0	LE-MC1	94.7	0.0	133.4	OK
Plate 24	20.0	LE-MC1	344.2	0.0	87.5	OK
Plate 25	15.0	LE-MC1	173.9	0.0	0.0	OK

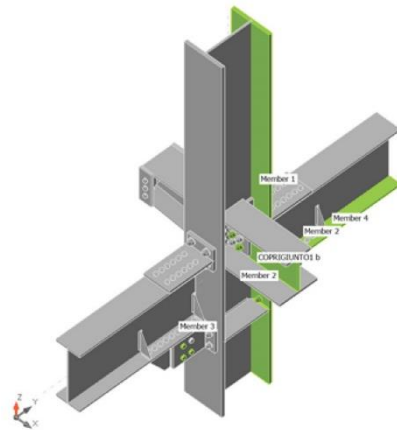
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
Plate 26	25.0	LE-MC1	249.4	0.0	26.6	OK
Plate 27	25.0	LE-MC1	151.7	0.0	232.0	OK
Plate 28	10.0	LE-MC1	165.4	0.0	0.0	OK
Plate 29	10.0	LE-MC1	165.4	0.0	0.0	OK
Plate 30	15.0	LE-MC1	173.3	0.0	0.0	OK
Plate 31	10.0	LE-MC1	143.1	0.0	0.0	OK
Plate 32	20.0	LE-MC1	181.9	0.0	28.3	OK
Plate 33	8.0	LE-MC1	283.1	0.0	23.9	OK
Plate 34	20.0	LE-MC1	152.5	0.0	17.0	OK
Plate 35	20.0	LE-MC1	345.2	0.0	88.0	OK
Plate 36	8.0	LE-MC1	327.2	0.0	14.0	OK
Plate 37	10.0	LE-MC1	233.9	0.0	0.0	OK
Plate 38	8.0	LE-MC1	326.6	0.0	14.0	OK
Plate 39	10.0	LE-MC1	142.7	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

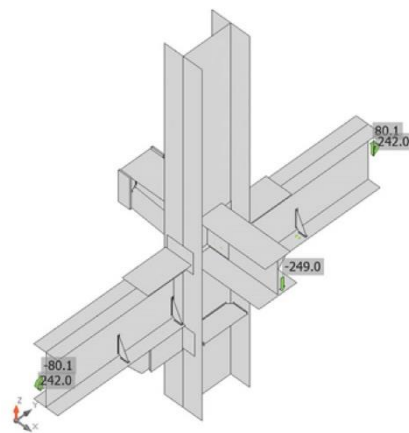
Materiale	γ_{ov} [-]	f_y [MPa]	γ_{sh} [-]	ϵ_{lim} [%]
S 355	1.00	355.0	1.00	5.0

Spiegazione dei simboli

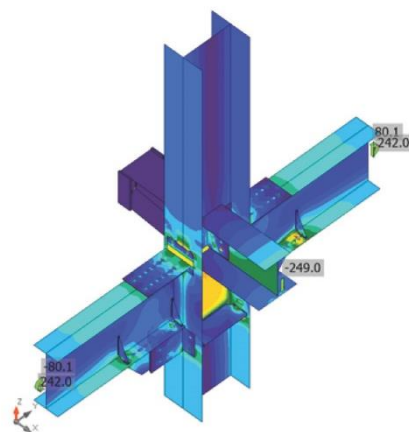
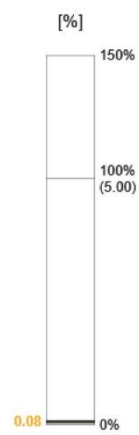
γ_{ov}	Fattore di sovrarresistenza materiale
ϵ_{PI}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica
γ_{sh}	Incrudimento
*	Elemento dissipativo



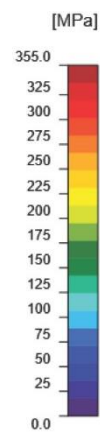
Verifica globale, LE-MC1



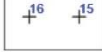
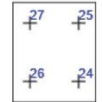
Verifica deformazione, LE-MC1

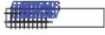
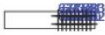
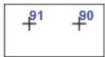


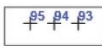
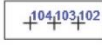
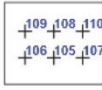
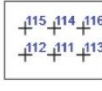
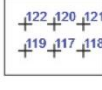
Sforzo equivalente, LE-MC1



Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _{t1} [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _{t2} [%]	U _{t1s} [%]	Stato
	B2	16 10.9 - 1	LE-MC1	7.3	28.8	6.5	133.5	29.9	34.5	OK
	B3	16 10.9 - 1	LE-MC1	1.5	27.6	1.4	133.5	28.6	29.6	OK
	B4	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.9	27.1	0.8	133.5	28.1	28.6	OK
	B5	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.6	26.9	0.5	133.5	27.9	28.3	OK
	B6	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.8	27.0	0.7	133.5	28.0	28.4	OK
	B7	16 10.9 - 1	LE-MC1	3.4	27.2	3.0	169.6	28.2	30.4	OK
	B8	16 10.9 - 1	LE-MC1	7.3	28.9	6.5	133.5	29.9	34.6	OK
	B9	16 10.9 - 1	LE-MC1	1.5	27.6	1.4	133.5	28.6	29.6	OK
	B10	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.9	27.1	0.8	133.5	28.1	28.7	OK
	B11	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.6	27.0	0.5	133.5	27.9	28.3	OK
	B12	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.8	27.0	0.7	133.5	28.0	28.5	OK
	B13	16 10.9 - 1	LE-MC1	3.5	27.3	3.1	169.6	28.3	30.5	OK
	B15	20 10.9 - 2	LE-MC1	155.9	33.1	88.4	207.9	22.0	85.1	OK
	B16	20 10.9 - 2	LE-MC1	112.3	16.7	63.6	208.0	11.1	56.6	OK
	B18	20 10.9 - 2	LE-MC1	6.4	27.1	3.6	380.7	18.0	20.5	OK
	B19	20 10.9 - 2	LE-MC1	0.6	16.3	0.3	267.3	10.8	11.1	OK
	B21	20 10.9 - 2	LE-MC1	6.5	27.0	3.7	380.8	17.9	20.6	OK
	B22	20 10.9 - 2	LE-MC1	0.5	16.2	0.3	267.3	10.8	11.0	OK
	B97	24 10.9 - 3	LE-MC1	86.3	10.2	34.0	221.1	4.7	28.9	OK
	B98	24 10.9 - 3	LE-MC1	87.2	10.1	34.3	221.0	4.7	29.2	OK
	B99	24 10.9 - 3	LE-MC1	89.7	13.0	35.3	218.5	6.0	31.2	OK
	B100	24 10.9 - 3	LE-MC1	89.3	12.9	35.1	218.6	6.0	31.1	OK
	B24	24 10.9 - 3	LE-MC1	0.8	4.7	0.3	243.2	2.1	2.4	OK
	B25	24 10.9 - 3	LE-MC1	1.3	4.8	0.5	243.3	2.2	2.6	OK
	B26	24 10.9 - 3	LE-MC1	0.0	16.7	0.0	449.4	7.7	7.7	OK
	B27	24 10.9 - 3	LE-MC1	0.0	16.9	0.0	453.3	7.8	7.8	OK
	B29	16 10.9 - 1	LE-MC1	1.8	30.0	1.6	182.9	31.1	32.2	OK
	B30	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.5	28.7	0.5	133.5	29.8	30.1	OK
	B31	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	28.1	0.3	133.5	29.1	29.4	OK
	B32	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	28.0	0.3	133.5	29.0	29.2	OK
	B33	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	28.3	0.3	133.5	29.4	29.6	OK
	B34	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.0	29.0	0.0	133.5	30.1	30.1	OK
	B35	16 10.9 - 1	LE-MC1	1.8	30.0	1.6	182.9	31.0	32.2	OK
	B36	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.5	28.7	0.5	133.5	29.7	30.1	OK
	B37	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	28.1	0.3	133.5	29.1	29.3	OK
	B38	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	28.0	0.3	133.5	29.0	29.2	OK
	B39	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	28.3	0.3	133.5	29.3	29.6	OK

	Nome	Classe	Carichi	F _{Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _t [%]	U _{ts} [%]	Stato
	B40	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.0	29.0	0.0	133.5	30.1	30.1	OK
	B47	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.0	25.3	0.0	131.7	26.2	26.2	OK
	B48	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.0	25.2	0.0	131.7	26.1	26.1	OK
	B49	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.4	22.3	0.3	131.7	23.1	23.3	OK
	B50	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.2	22.2	0.2	131.7	23.1	23.2	OK
	B51	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.3	20.1	0.3	131.7	20.8	21.0	OK
	B52	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.3	20.0	0.3	131.7	20.8	21.0	OK
	B53	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.6	18.4	0.5	131.7	19.1	19.5	OK
	B54	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.6	18.4	0.5	131.7	19.1	19.4	OK
	B55	16 10.9 - 1	LE-MC1	3.6	17.1	3.2	131.7	17.7	20.0	OK
	B56	16 10.9 - 1	LE-MC1	3.6	17.1	3.2	131.7	17.7	20.0	OK
	B57	16 10.9 - 1	LE-MC1	7.6	16.1	6.7	131.7	16.7	21.5	OK
	B58	16 10.9 - 1	LE-MC1	7.6	16.1	6.7	131.7	16.7	21.5	OK
	B59	16 10.9 - 1	LE-MC1	12.1	15.3	10.7	131.7	15.8	23.5	OK
	B60	16 10.9 - 1	LE-MC1	12.1	15.3	10.7	131.7	15.8	23.5	OK
	B61	16 10.9 - 1	LE-MC1	16.2	14.9	14.3	131.7	15.4	25.7	OK
	B62	16 10.9 - 1	LE-MC1	16.2	14.8	14.3	131.7	15.4	25.6	OK
	B63	16 10.9 - 1	LE-MC1	42.2	15.4	37.3	133.5	16.0	42.6	OK
	B64	16 10.9 - 1	LE-MC1	42.3	15.4	37.4	133.5	16.0	42.7	OK
	B66	16 10.9 - 1	LE-MC1	55.3	25.3	48.9	133.5	26.2	61.1	OK
	B67	16 10.9 - 1	LE-MC1	55.4	25.3	49.0	133.5	26.2	61.2	OK
	B68	16 10.9 - 1	LE-MC1	22.5	22.4	19.9	131.7	23.2	37.4	OK
	B69	16 10.9 - 1	LE-MC1	22.4	22.3	19.8	131.7	23.1	37.3	OK
	B70	16 10.9 - 1	LE-MC1	18.2	20.5	16.1	131.7	21.2	32.7	OK
	B71	16 10.9 - 1	LE-MC1	18.1	20.5	16.0	131.7	21.2	32.7	OK
	B72	16 10.9 - 1	LE-MC1	13.4	19.1	11.8	131.7	19.8	28.2	OK
	B73	16 10.9 - 1	LE-MC1	13.4	19.1	11.8	131.7	19.8	28.2	OK
	B74	16 10.9 - 1	LE-MC1	8.6	18.1	7.6	131.7	18.7	24.1	OK
	B75	16 10.9 - 1	LE-MC1	8.5	18.1	7.5	131.7	18.8	24.1	OK
	B76	16 10.9 - 1	LE-MC1	4.9	17.3	4.4	131.7	17.9	21.1	OK
	B77	16 10.9 - 1	LE-MC1	4.9	17.3	4.4	131.7	18.0	21.1	OK
	B78	16 10.9 - 1	LE-MC1	2.0	16.7	1.8	131.7	17.3	18.6	OK
	B79	16 10.9 - 1	LE-MC1	2.0	16.7	1.8	131.7	17.3	18.6	OK
	B80	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.5	16.4	0.5	131.7	17.0	17.3	OK
	B81	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.6	16.4	0.5	131.7	17.0	17.3	OK
	B82	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.0	16.5	0.0	131.7	17.1	17.1	OK
	B83	16 10.9 - 1	LE-MC1	0.0	16.5	0.0	131.7	17.1	17.1	OK
	B90	20 10.9 - 2	LE-MC1	156.8	33.2	88.9	207.9	22.0	85.5	OK
	B91	20 10.9 - 2	LE-MC1	112.5	16.8	63.8	208.0	11.1	56.7	OK
	B93	16 10.9 - 4	LE-MC1	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _s [%]	U _{ts} [%]	Stato
	B94	16 10.9 - 4	LE-MC1	0.0	0.0	0.0	116.4	0.0	0.0	OK
	B95	16 10.9 - 4	LE-MC1	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK
	B102	16 10.9 - 4	LE-MC1	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK
	B103	16 10.9 - 4	LE-MC1	0.0	0.0	0.0	129.9	0.0	0.0	OK
	B104	16 10.9 - 4	LE-MC1	0.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.0	OK
	B105	22 10.9 - 5	LE-MC1	8.2	37.0	3.8	83.5	87.2	33.2	OK
	B106	22 10.9 - 5	LE-MC1	30.7	52.8	14.1	187.1	55.8	53.6	OK
	B107	22 10.9 - 5	LE-MC1	1.5	53.0	0.7	237.2	44.2	44.2	OK
	B108	22 10.9 - 5	LE-MC1	0.0	5.1	0.0	83.5	11.5	4.2	OK
	B109	22 10.9 - 5	LE-MC1	4.4	37.2	2.0	87.7	84.3	32.1	OK
	B110	22 10.9 - 5	LE-MC1	0.2	37.6	0.1	170.8	43.8	31.1	OK
	B111	22 10.9 - 6	LE-MC1	1.4	25.8	0.7	102.4	25.2	21.7	OK
	B112	22 10.9 - 6	LE-MC1	6.2	26.4	2.8	151.8	21.8	23.8	OK
	B113	22 10.9 - 6	LE-MC1	0.1	24.5	0.1	102.4	23.9	20.2	OK
	B114	22 10.9 - 6	LE-MC1	1.0	18.1	0.5	175.6	14.9	15.2	OK
	B115	22 10.9 - 6	LE-MC1	1.9	20.1	0.9	291.1	16.6	17.2	OK
	B116	22 10.9 - 6	LE-MC1	3.1	15.5	1.4	102.4	15.1	13.8	OK
	B117	22 10.9 - 6	LE-MC1	1.6	24.9	0.7	102.4	24.3	21.1	OK
	B118	22 10.9 - 6	LE-MC1	4.7	29.1	2.2	291.1	24.0	25.6	OK
	B119	22 10.9 - 6	LE-MC1	0.2	24.9	0.1	102.4	24.3	20.6	OK
	B120	22 10.9 - 6	LE-MC1	0.9	18.0	0.4	102.4	17.6	15.1	OK
	B121	22 10.9 - 6	LE-MC1	2.0	22.2	0.9	291.1	18.3	18.9	OK
	B122	22 10.9 - 6	LE-MC1	3.8	18.8	1.7	102.4	18.4	16.8	OK

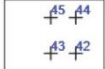
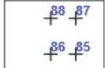
Dati Progetto

Nome	F _{t,Rd} [kN]	B _{p,Rd} [kN]	F _{v,Rd} [kN]
16 10.9 - 1	113.0	318.9	96.5
20 10.9 - 2	176.4	517.7	150.8
24 10.9 - 3	254.2	801.6	217.1
16 10.9 - 4	113.0	218.4	96.5
22 10.9 - 5	218.2	614.3	121.2
22 10.9 - 6	218.2	414.7	121.2

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante delle forze di taglio del bullone V_y e V_z nei piani di taglio
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN_1993-1-8 tabella 3.4
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_s	Utilizzo a taglio

Bulloni precaricati

	Nome	Assieme bullone	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	$F_{s,Rd}$ [kN]	U_t [%]	U_s [%]	Stato
	B42	16 10.9	LE-MC1	5.3	56.1	436.8	113.0	75.7	4.7	74.0	OK
	B43	16 10.9	LE-MC1	15.5	45.2	436.8	113.0	69.2	13.7	65.4	OK
	B44	16 10.9	LE-MC1	2.1	49.9	436.8	113.0	77.8	1.9	64.2	OK
	B45	16 10.9	LE-MC1	6.4	39.1	436.8	113.0	75.0	5.7	52.1	OK
	B85	16 10.9	LE-MC1	12.9	39.2	436.8	113.0	70.9	11.4	55.3	OK
	B86	16 10.9	LE-MC1	14.1	48.0	436.8	113.0	70.1	12.5	68.4	OK
	B87	16 10.9	LE-MC1	19.5	57.1	436.8	113.0	66.7	17.2	85.6	OK
	B88	16 10.9	LE-MC1	20.5	58.5	436.8	113.0	66.0	18.1	88.6	OK

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultato delle forze di taglio V_y e V_z nei piani di taglio trasferiti per attrito
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN_1993-1-8 tabella 3.4
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{s,Rd}$	Resistenza all'attrito di progetto EN_1993-1-8 cap. 3.9
F_{pc}	Forza di pretensione
U_t	Utilizzo in trazione
U_s	Utilizzo a taglio

Saldature

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Stato
Plate 11	Plate 12	6.0	450	LE-MC1								OK
Plate 35	Plate 13	6.0	180	LE-MC1								OK
Plate 14	Plate 17	6.0	450	LE-MC1								OK
Plate 22	Plate 15	6.0	180	LE-MC1								OK
Plate 24	Plate 20	6.0	180	LE-MC1								OK
Plate 27	Plate 21	10.0	205	LE-MC1								OK
Plate 23	Plate 34	6.0	180	LE-MC1								OK
Plate 26	Plate 32	10.0	205	LE-MC1								OK
Member 1-w 1	Plate 2	▲ 7.0 ▼	270	LE-MC1	22.8	0.0	0.5	6.6	11.3	5.2	3.2	OK
		▲ 7.0 ▼	270	LE-MC1	17.2	0.0	-6.8	9.1	-0.2	3.9	2.6	OK
Member 1-w 1	Plate 1	▲ 12.0 ▼	240	LE-MC1	15.6	0.0	-0.1	-9.0	-0.2	3.6	1.6	OK
		▲ 12.0 ▼	240	LE-MC1	16.4	0.0	-0.9	9.4	0.7	3.8	2.0	OK
Member 1-w 1	Plate 9	▲ 12.0 ▼	240	LE-MC1	18.4	0.0	-1.4	-10.6	0.6	4.2	1.4	OK
		▲ 12.0 ▼	240	LE-MC1	12.2	0.0	-0.1	6.7	2.1	2.8	1.5	OK
Member 4-w 1	Plate 10	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	139.3	0.0	8.2	80.2	4.2	32.0	12.4	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	131.2	0.0	-1.8	-75.7	-2.2	30.1	12.2	OK
Member 4-bfl 1	Plate 10	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	186.2	0.0	-106.9	23.3	-84.9	42.7	16.3	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	183.8	0.0	-69.9	-34.9	91.7	42.2	15.2	OK
Member 4-w 1	Plate 18	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	101.8	0.0	19.8	57.6	-1.1	23.4	11.2	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	104.0	0.0	-44.0	-49.2	23.2	23.9	9.6	OK
Member 4-bfl 1	Plate 18	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	206.3	0.0	-0.6	-118.9	-7.3	47.4	21.3	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	313.4	0.0	63.2	162.9	-69.9	72.0	34.0	OK
Member 4-w 1	Plate 19	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	131.3	0.0	-2.0	75.8	2.1	30.2	12.2	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	139.5	0.0	8.2	-80.3	-4.1	32.0	12.4	OK
Member 4-bfl 1	Plate 19	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	183.5	0.0	-69.8	35.0	-91.5	42.1	15.2	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	186.4	0.0	-106.9	-23.4	85.0	42.8	16.3	OK
Member 1-bfl 1	Plate 25	▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	67.2	0.0	19.6	36.3	7.8	15.4	7.5	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	211.9	0.0	-115.4	-52.6	-88.1	48.7	22.1	OK

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Stato
Member 1-tfl 1	Plate 25	▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	215.1	0.0	-5.9	124.1	3.5	49.4	32.3	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	328.9	0.0	84.8	-163.8	82.5	75.5	44.7	OK
Member 1-w 1	Plate 25	▲ 5.0 ▼	286	LE-MC1	127.6	0.0	14.3	-72.8	8.0	29.3	16.4	OK
		▲ 5.0 ▼	286	LE-MC1	136.8	0.0	-55.2	64.4	-32.9	31.4	18.7	OK
Member 3-w 1	Plate 28	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	48.2	0.0	5.5	-27.2	-5.1	11.1	5.8	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	50.2	0.0	31.7	19.6	11.0	11.5	7.4	OK
Member 3-bfl 1	Plate 28	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	182.1	0.0	49.4	77.3	-65.3	41.8	22.8	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	58.5	0.0	-4.7	-26.6	-20.7	13.4	8.2	OK
Member 3-w 1	Plate 29	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	50.2	0.0	31.8	-19.5	-11.1	11.5	7.4	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	47.9	0.0	5.4	27.0	5.2	11.0	5.7	OK
Member 3-bfl 1	Plate 29	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	58.7	0.0	-4.9	26.5	20.9	13.5	8.2	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	182.0	0.0	49.3	-77.3	65.3	41.8	22.8	OK
Member 1-bfl 1	Plate 30	▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	211.3	0.0	-113.9	-53.9	-87.4	48.5	21.9	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	67.4	0.0	20.3	36.6	6.1	15.5	7.6	OK
Member 1-tfl 1	Plate 30	▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	305.4	0.0	136.7	-96.8	124.5	70.1	46.0	OK
		▲ 5.0 ▼	113	LE-MC1	211.4	0.0	87.8	47.6	-100.3	48.5	32.2	OK
Member 1-w 1	Plate 30	▲ 5.0 ▼	286	LE-MC1	136.4	0.0	-54.8	64.3	-32.5	31.3	18.7	OK
		▲ 5.0 ▼	286	LE-MC1	127.4	0.0	14.6	-72.7	7.7	29.2	16.4	OK
Member 3-w 1	Plate 31	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	43.6	0.0	-6.1	24.2	6.0	10.0	8.4	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	44.0	0.0	-5.8	-24.5	-5.9	10.1	8.3	OK
Member 3-bfl 1	Plate 31	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	231.5	0.0	-83.9	-96.8	78.4	53.1	20.8	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	202.6	0.0	-57.6	92.9	-62.9	46.5	17.6	OK
Member 4-w 1	Plate 37	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	104.5	0.0	-44.2	49.5	-23.3	24.0	9.6	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	102.2	0.0	19.6	-57.9	1.2	23.5	11.2	OK
Member 4-bfl 1	Plate 37	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	313.8	0.0	63.5	-162.9	70.2	72.0	34.1	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	206.4	0.0	-0.4	118.9	7.1	47.4	21.4	OK
Member 3-w 1	Plate 39	▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	43.8	0.0	-5.9	24.4	6.0	10.1	8.2	OK
		▲ 5.0 ▼	146	LE-MC1	44.0	0.0	-6.2	-24.4	-6.1	10.1	8.4	OK
Member 3-bfl 1	Plate 39	▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	203.3	0.0	-57.9	-93.0	63.3	46.7	17.6	OK
		▲ 5.0 ▼	60	LE-MC1	231.3	0.0	-84.0	96.7	-78.3	53.1	20.8	OK
Plate 1	Plate 7	▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	2.5	0.0	1.6	-0.9	0.7	0.6	0.4	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	3.2	0.0	-1.4	-1.4	0.8	0.7	0.5	OK

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Stato
Plate 1	Plate 8	▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	2.6	0.0	1.2	-0.4	1.3	0.6	0.3	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	2.6	0.0	2.3	0.6	0.0	0.7	0.2	OK
Plate 2	Plate 7	▲ 5.0 ▼	149	LE-MC1	2.6	0.0	-2.1	0.5	-0.7	0.6	0.2	OK
		▲ 5.0 ▼	149	LE-MC1	2.9	0.0	2.2	0.8	-0.8	0.7	0.2	OK
Plate 2	Plate 8	▲ 5.0 ▼	149	LE-MC1	4.1	0.0	2.7	1.2	1.3	0.9	0.4	OK
		▲ 5.0 ▼	149	LE-MC1	3.6	0.0	-2.7	0.5	1.3	0.8	0.3	OK
Plate 3	Plate 8	▲ 5.0 ▼	209	LE-MC1	2.5	0.0	0.3	-1.0	1.0	0.6	0.2	OK
		▲ 5.0 ▼	209	LE-MC1	2.7	0.0	-0.5	-1.0	1.2	0.6	0.2	OK
Plate 5	Plate 7	▲ 5.0 ▼	209	LE-MC1	1.5	0.0	-0.6	0.4	-0.7	0.3	0.1	OK
		▲ 5.0 ▼	209	LE-MC1	1.8	0.0	0.3	-1.0	0.2	0.4	0.1	OK
Plate 9	Plate 7	▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	2.6	0.0	2.6	-0.1	0.1	0.7	0.3	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	2.8	0.0	1.5	-0.8	-1.1	0.6	0.4	OK
Plate 9	Plate 8	▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	4.9	0.0	-2.7	-1.6	-1.8	1.1	0.7	OK
		▲ 5.0 ▼	84	LE-MC1	4.3	0.0	2.7	-1.0	-1.7	1.0	0.6	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0.90	435.6	352.8

Spiegazione dei simboli

▲	Saldatura riempita
ϵ_{pl}	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{ }$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilizzo
Ut _c	Utilizzo della capacità della saldatura

Conessioni a squadretta - IDEASTatica

Di seguito vengono riportati i reports completi estrapolati dal software IdeaStatica connection, con la quale sono state verificate le connessioni a squadretta:

NODO 2

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
C	1 - CON1(HEB400)	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo
B	5 - HEB240CUTOFF(lwn240x(140/240))	90.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo



CON1 - Dati Progetto

Sezioni

Nome	Materiale
1 - CON1(HEB400)	S 355
5 - HEB240CUTOFF(lwn240x(140/240))	S 355
7 - L(unequal) 200x100x15	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 10.9	M20 10.9	20	1000.0	314

Effetti del carico (equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	B	10.6	0.0	-131.4	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+X	B	10.5	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+Y	B	10.0	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-X	B	11.7	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-Y	B	12.2	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0

Verifica**Riassunto**

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.2 < 5.0%	OK
Bulloni	62.1 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

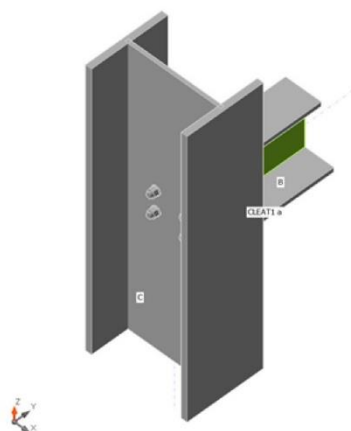
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
C-bfl 1	24.0	ULS_Wind-Y	10.3	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	24.0	ULS_Wind-Y	10.3	0.0	0.0	OK
C-w 1	13.5	ULS_GL	151.7	0.0	8.1	OK
B-tfl 1	17.0	ULS_GL	108.9	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	17.0	ULS_GL	78.7	0.0	0.0	OK
B-w 1	10.0	ULS_GL	355.4	0.2	59.2	OK
CLEAT1 a-bfl 1	15.0	ULS_GL	164.6	0.0	8.1	OK
CLEAT1 a-w 1	15.0	ULS_GL	265.6	0.0	22.3	OK
CLEAT1 b-bfl 1	15.0	ULS_GL	168.7	0.0	8.1	OK
CLEAT1 b-w 1	15.0	ULS_GL	265.2	0.0	22.2	OK

Dati Progetto

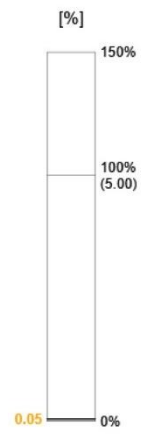
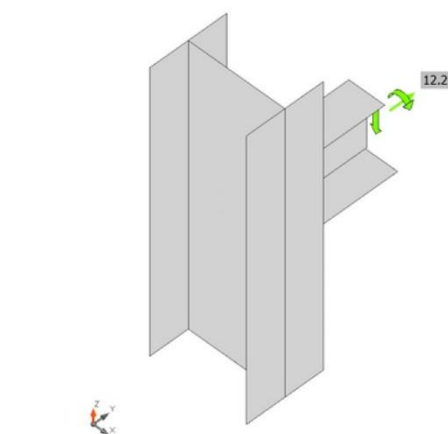
Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0

Spiegazione dei simboli

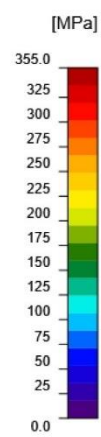
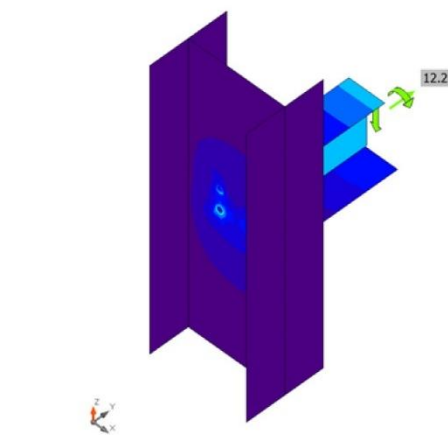
ϵ_{Pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica



Verifica globale, ULS_Wind-Y

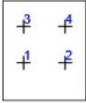
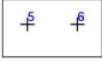
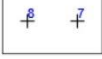


Verifica deformazione, ULS_Wind-Y



Sforzo equivalente, ULS_Wind-Y

Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{ts} [%]	U_{ts} [%]	Stato
	B1	M20 10.9 - 1	ULS_GL	24.2	51.3	13.7	196.0	52.3	62.1	OK
	B2	M20 10.9 - 1	ULS_GL	6.1	49.4	3.5	187.7	52.6	52.9	OK
	B3	M20 10.9 - 1	ULS_GL	3.3	31.7	1.9	158.9	39.9	33.7	OK
	B4	M20 10.9 - 1	ULS_GL	1.0	29.2	0.6	196.0	29.8	30.2	OK
	B5	M20 10.9 - 2	ULS_GL	12.2	35.3	6.9	264.6	36.0	41.0	OK
	B6	M20 10.9 - 2	ULS_GL	2.2	33.1	1.2	178.2	33.8	34.6	OK
	B7	M20 10.9 - 2	ULS_GL	12.1	35.3	6.9	264.6	36.0	40.9	OK
	B8	M20 10.9 - 2	ULS_GL	2.2	33.1	1.2	178.2	33.7	34.6	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 10.9 - 1	176.4	352.1	98.0
M20 10.9 - 2	176.4	316.9	98.0

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_{ts}	Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B1

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 176.4 \text{ kN} \geq F_t = 24.2 \text{ kN}$$

dove:

$k_2 = 0.90$	– Fattore
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A_s = 245 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 352.1 \text{ kN} \geq F_t = 24.2 \text{ kN}$$

dove:

$d_m = 32 \text{ mm}$	– La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
$t_p = 15 \text{ mm}$	– Spessore
$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	– Resistenza Ultima
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_w f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ kN} \geq V = 51.3 \text{ kN}$$

dove:

$\beta_p = 1.00$	– Fattore di riduzione
$\alpha_w = 0.50$	– Fattore di riduzione
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A = 245 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d}{\gamma_{M2}} = 196.0 \text{ kN} \geq V = 102.5 \text{ kN}$$

dove:

$$k_1 = \min(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$$

– Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico

$$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 1.00$$

– Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico

$e_2 = 70 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio

$p_2 = 106 \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio

$d_0 = 22 \text{ mm}$ – Diametro del foro del bullone

$e_1 = 76 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio

$p_1 = \infty \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio

$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone

$f_u = 490.0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima

$d = 20 \text{ mm}$ – Diametro nominale del fissaggio

$t = 10 \text{ mm}$ – Spessore della piastra

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Rd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 62.1 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 13.7 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{t,Rd})} = 52.3 \%$$

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Ym0	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Ym1	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Ym2	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Ym3	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Yc	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Yinst	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ob calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

NODO 4

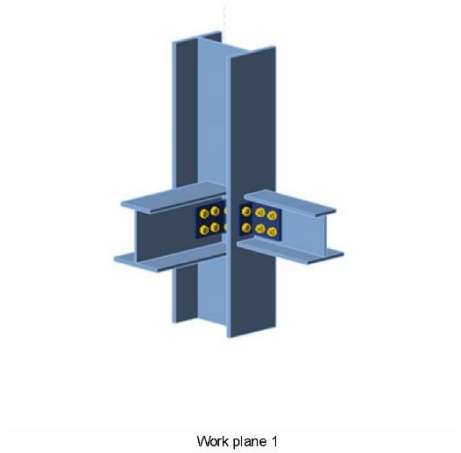
Progetto

Nome	1917 - 780863 - 783932
Descrizione	
Analisi	Sforzo, deformazione/ carichi in equilibrio

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in	X [mm]
T4-30 HEB300C	14 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	0	-170	Bulloni	122
T4-2 HEB240C	13 - HEB240C(lwn240x(140/240))	0.0	0.0	0.0	0	0	-140	Bulloni	320
C4 HEB400	1 - HEB400	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Posizione	0



Sezioni

Nome	Materiale
14 - HEB300C(lwn300x(200/300))	S 355
13 - HEB240C(lwn240x(140/240))	S 355
1 - HEB400	S 355
4 - L200X100X15	S 355
15 - L100X200X15(L100)	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
20 10.9	20 10.9	20	1000.0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	C4 HEB400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C4 HEB400	-866.7	3.2	3.5	0.0	-7.1	-10.8
	T4-30 HEB300C	15.0	0.0	-120.3	0.0	0.0	0.0
	T4-2 HEB240C	-10.6	0.0	-131.4	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+X	C4 HEB400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C4 HEB400	-746.4	3.5	-43.7	0.0	32.5	-11.7
	T4-30 HEB300C	16.1	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	T4-2 HEB240C	-10.5	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+Y	C4 HEB400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C4 HEB400	-791.1	1.4	3.3	0.0	-6.4	-4.7
	T4-30 HEB300C	15.9	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	T4-2 HEB240C	-10.0	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-X	C4 HEB400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C4 HEB400	-836.2	3.5	50.1	0.0	-45.4	-11.5
	T4-30 HEB300C	15.8	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	T4-2 HEB240C	-11.7	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-Y	C4 HEB400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C4 HEB400	-791.5	5.6	3.1	0.0	-6.5	-18.6
	T4-30 HEB300C	16.0	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	T4-2 HEB240C	-12.2	0.0	-114.2	0.0	0.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.3 < 5.0%	OK
Bulloni	78.7 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

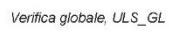
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
T4-30 HEB300C-tfl 1	19.0	ULS_GL	47.3	0.0	0.0	OK
T4-30 HEB300C-bfl 1	19.0	ULS_GL	36.3	0.0	0.0	OK
T4-30 HEB300C-w 1	11.0	ULS_GL	152.0	0.0	78.3	OK
T4-2 HEB240C-tfl 1	17.0	ULS_GL	80.6	0.0	0.0	OK
T4-2 HEB240C-bfl 1	17.0	ULS_GL	60.4	0.0	0.0	OK
T4-2 HEB240C-w 1	10.0	ULS_GL	196.6	0.0	89.0	OK
C4 HEB400-bfl 1	24.0	ULS_Wind+X	77.9	0.0	0.0	OK
C4 HEB400-tfl 1	24.0	ULS_GL	258.8	0.0	23.9	OK
C4 HEB400-w 1	13.5	ULS_GL	355.5	0.3	68.4	OK
Stiffening member 1-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.1	0.0	271.7	OK
Stiffening member 1-w 1	15.0	ULS_GL	303.5	0.1	271.7	OK
Stiffening member 2-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.1	0.0	281.8	OK
Stiffening member 2-w 1	15.0	ULS_GL	303.4	0.0	281.8	OK
CLEAT 1 a-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.2	0.1	222.5	OK
CLEAT 1 a-w 1	15.0	ULS_GL	355.4	0.2	222.5	OK
CLEAT 1 b-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.1	0.1	222.9	OK
CLEAT 1 b-w 1	15.0	ULS_GL	355.3	0.1	222.9	OK

Dati Progetto

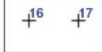
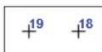
Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0

Spiegazione dei simboli

ϵ_{pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica



Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{ts} [%]	U_{ts} [%]	Stato
	B2	20 10.9 - 1	ULS_GL	78.2	31.4	44.3	178.2	20.8	52.5	OK
	B3	20 10.9 - 1	ULS_GL	24.1	39.0	13.6	250.4	25.8	35.6	OK
	B5	20 10.9 - 1	ULS_GL	77.7	30.9	44.0	178.2	20.5	51.9	OK
	B6	20 10.9 - 1	ULS_GL	24.8	38.2	14.1	251.0	25.4	35.4	OK
	B8	20 10.9 - 2	ULS_GL	0.8	15.9	0.5	207.4	15.3	10.8	OK
	B9	20 10.9 - 2	ULS_GL	16.7	14.9	9.5	207.4	14.2	16.6	OK
	B10	20 10.9 - 2	ULS_GL	0.5	15.7	0.3	215.6	14.6	10.6	OK
	B11	20 10.9 - 2	ULS_GL	15.1	14.6	8.6	215.6	13.4	15.8	OK
	B12	20 10.9 - 3	ULS_GL	23.3	16.8	13.2	188.6	17.8	26.6	OK
	B13	20 10.9 - 3	ULS_GL	24.4	16.6	13.9	187.1	17.7	26.8	OK
	B14	20 10.9 - 3	ULS_GL	1.7	17.0	0.9	188.6	17.4	18.0	OK
	B15	20 10.9 - 3	ULS_GL	0.5	17.0	0.3	187.1	17.4	17.5	OK
	B16	20 10.9 - 3	ULS_GL	22.4	39.0	12.7	278.1	39.8	48.9	OK
	B17	20 10.9 - 3	ULS_GL	108.4	34.1	61.5	178.2	34.8	78.7	OK
	B18	20 10.9 - 3	ULS_GL	21.9	36.4	12.4	284.7	37.2	46.1	OK
	B19	20 10.9 - 3	ULS_GL	104.3	32.4	59.1	178.2	33.1	75.3	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
20 10.9 - 1	176.4	368.6	150.8
20 10.9 - 2	176.4	409.5	150.8
20 10.9 - 3	176.4	409.5	98.0

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante delle forze di taglio del bullone V_y e V_z nei piani di taglio
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN_1993-1-8 tabella 3.4
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_{ts}	Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B17

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 176.4 \text{ kN} \geq F_t = 108.4 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} k_2 &= 0.90 && \text{– Fattore} \\ f_{ub} &= 1000.0 \text{ MPa} && \text{– Resistenza ultima alla trazione del bullone} \\ A_s &= 245 \text{ mm}^2 && \text{– Area soggetta alla trazione del bullone} \\ \gamma_{M2} &= 1.25 && \text{– Coefficiente di sicurezza} \end{aligned}$$

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M3}} = 409.5 \text{ kN} \geq F_t = 108.4 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} d_m &= 37 \text{ mm} && \text{– La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due} \\ t_p &= 15 \text{ mm} && \text{– Spessore} \\ f_u &= 490.0 \text{ MPa} && \text{– Resistenza Ultima} \\ \gamma_{M3} &= 1.25 && \text{– Coefficiente di sicurezza} \end{aligned}$$

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_p f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ kN} \geq V = 34.1 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} \beta_p &= 1.00 && \text{– Fattore di riduzione} \\ \alpha_p &= 0.50 && \text{– Fattore di riduzione} \\ f_{ub} &= 1000.0 \text{ MPa} && \text{– Resistenza ultima alla trazione del bullone} \\ A &= 245 \text{ mm}^2 && \text{– Area soggetta alla trazione del bullone} \\ \gamma_{M2} &= 1.25 && \text{– Coefficiente di sicurezza} \end{aligned}$$

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 178.2 \text{ kN} \geq V = 34.1 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} k_1 &= \min(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50 && \text{– Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico} \\ \alpha_b &= \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.61 && \text{– Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico} \\ e_2 &= 40 \text{ mm} && \text{– Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio} \\ p_2 &= \infty \text{ mm} && \text{– Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio} \\ d_0 &= 22 \text{ mm} && \text{– Diametro del foro del bullone} \\ e_1 &= 40 \text{ mm} && \text{– Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio} \\ p_1 &= \infty \text{ mm} && \text{– Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio} \\ f_{ub} &= 1000.0 \text{ MPa} && \text{– Resistenza ultima alla trazione del bullone} \\ f_u &= 490.0 \text{ MPa} && \text{– Resistenza Ultima} \\ d &= 20 \text{ mm} && \text{– Diametro nominale del fissaggio} \\ t &= 15 \text{ mm} && \text{– Spessore della piastra} \\ \gamma_{M2} &= 1.25 && \text{– Coefficiente di sicurezza} \end{aligned}$$

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{v,Rd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Rd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 78.7 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}; F_{p,Rd})} = 61.5 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 34.8 \%$$

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Y _{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Y _c	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Y _{inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β _j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ob calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

NODO 14

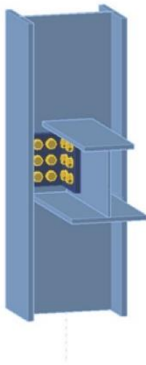
Progetto

Nome	CON1
Descrizione	
Analisi	Sforzo, deformazione/ carico semplificato

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
C14 HEB400	1 - HEB400	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo
T14-30 HEB300C	5 - HEB300CUTOFF(lwn300x(200/300))	90.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo



CON1 - Dati Progetto

Sezioni

Nome	Materiale
1 - HEB400	S 355
5 - HEB300CUTOFF(lwn300x(200/300))	S 355
8 - 200x150x20(L200)	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M22 10.9	M22 10.9	22	1000.0	380

Effetti del carico (equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	T14-30 HEB300C	16.6	0.0	-293.9	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+X	T14-30 HEB300C	17.4	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+Y	T14-30 HEB300C	17.6	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-X	T14-30 HEB300C	17.9	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-Y	T14-30 HEB300C	17.7	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0

Verifica**Riassunto**

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.5 < 5.0%	OK
Bulloni	77.9 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

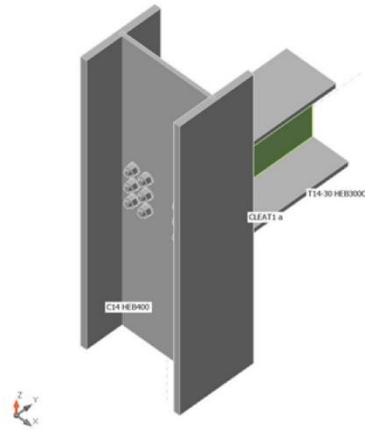
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
C14 HEB400-bfl 1	24.0	ULS_Wind-X	15.4	0.0	0.0	OK
C14 HEB400-tfl 1	24.0	ULS_Wind-X	15.4	0.0	0.0	OK
C14 HEB400-w 1	13.5	ULS_GL	166.1	0.0	11.1	OK
T14-30 HEB300C-tfl 1	19.0	ULS_GL	142.3	0.0	0.0	OK
T14-30 HEB300C-bfl 1	19.0	ULS_GL	112.2	0.0	0.0	OK
T14-30 HEB300C-w 1	11.0	ULS_GL	356.1	0.5	90.5	OK
CLEAT1 a-bfl 1	20.0	ULS_GL	203.1	0.0	201.8	OK
CLEAT1 a-w 1	20.0	ULS_GL	253.6	0.0	201.8	OK
CLEAT1 b-bfl 1	20.0	ULS_GL	203.1	0.0	202.7	OK
CLEAT1 b-w 1	20.0	ULS_GL	253.8	0.0	202.7	OK

Dati Progetto

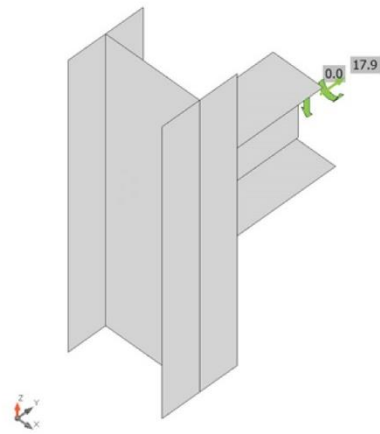
Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0

Spiegazione dei simboli

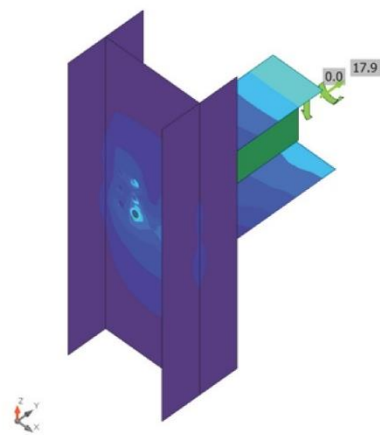
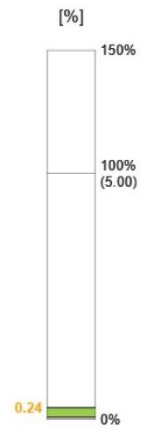
ϵ_{pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo E_d
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica



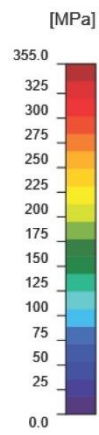
Verifica globale, ULS_Wind-X



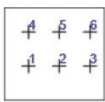
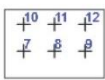
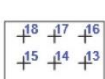
Verifica deformazione, ULS_Wind-X



Sforzo equivalente, ULS_Wind-X



Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _{t,s} [%]	U _{t,ts} [%]	Stato
	B1	M22 10.9 - 1	ULS_GL	42.2	71.0	19.3	237.2	59.9	72.4	OK
	B2	M22 10.9 - 1	ULS_GL	10.4	51.7	4.8	141.3	73.2	46.1	OK
	B3	M22 10.9 - 1	ULS_GL	3.2	69.6	1.5	197.2	70.6	58.5	OK
	B4	M22 10.9 - 1	ULS_GL	5.4	52.7	2.5	135.3	77.9	45.3	OK
	B5	M22 10.9 - 1	ULS_GL	0.0	2.1	0.0	237.2	1.8	1.7	OK
	B6	M22 10.9 - 1	ULS_GL	1.4	50.0	0.6	187.4	53.4	41.7	OK
	B7	M22 10.9 - 2	ULS_GL	16.3	34.2	7.5	291.1	28.2	33.5	OK
	B8	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.6	31.7	0.3	109.8	28.9	26.3	OK
	B9	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.9	30.8	0.4	109.8	28.0	25.7	OK
	B10	M22 10.9 - 2	ULS_GL	5.7	23.3	2.6	271.3	19.2	21.1	OK
	B11	M22 10.9 - 2	ULS_GL	2.0	19.1	0.9	109.8	17.4	16.4	OK
	B12	M22 10.9 - 2	ULS_GL	3.2	18.9	1.5	109.8	17.2	16.6	OK
	B13	M22 10.9 - 2	ULS_GL	16.3	34.1	7.5	291.1	28.2	33.5	OK
	B14	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.6	31.7	0.3	109.8	28.9	26.3	OK
	B15	M22 10.9 - 2	ULS_GL	0.9	30.7	0.4	109.8	28.0	25.7	OK
	B16	M22 10.9 - 2	ULS_GL	5.7	23.3	2.6	271.3	19.2	21.1	OK
	B17	M22 10.9 - 2	ULS_GL	2.1	19.1	0.9	109.8	17.4	16.4	OK
	B18	M22 10.9 - 2	ULS_GL	3.2	18.9	1.5	109.8	17.2	16.6	OK

Dati Progetto

Nome	F _{t,Rd} [kN]	B _{p,Rd} [kN]	F _{v,Rd} [kN]
M22 10.9 - 1	218.2	529.9	121.2
M22 10.9 - 2	218.2	357.7	121.2

Spiegazione dei simboli

F _{t,Rd}	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
F _{t,Ed}	Forza di trazione
B _{p,Rd}	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
F _{v,Rd}	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
F _{b,Rd}	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U _t	Utilizzo in trazione
U _{t,s}	Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B4

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_t f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 218.2 \text{ kN} \geq F_t = 5.4 \text{ kN}$$

dove:

$k_t = 0.90$	– Fattore
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A_s = 303 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 529.9 \text{ kN} \geq F_t = 5.4 \text{ kN}$$

dove:

$d_m = 36 \text{ mm}$	– La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
$t_p = 20 \text{ mm}$	– Spessore
$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	– Resistenza Ultima
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_w f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 121.2 \text{ kN} \geq V = 52.7 \text{ kN}$$

dove:

$\beta_p = 1.00$	– Fattore di riduzione
$\alpha_w = 0.50$	– Fattore di riduzione
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A = 303 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k \alpha_b f_{td} d}{\gamma_{M2}} = 135.3 \text{ kN} \geq V = 105.4 \text{ kN}$$

dove:

$$k_1 = \min(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 1.98$$

– Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico

$$\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.72$$

– Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico

$e_2 = 78 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio

$p_2 = 63 \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio

$d_0 = 24 \text{ mm}$ – Diametro del foro del bullone

$e_1 = 140 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio

$p_1 = 70 \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio

$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone

$f_u = 490.0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima

$d = 22 \text{ mm}$ – Diametro nominale del fissaggio

$t = 11 \text{ mm}$ – Spessore della piastra

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{b,Rd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 45.3 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}; F_{b,Rd})} = 2.5 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 77.9 \%$$

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
YM0	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
YM1	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
YM2	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
YM3	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Yc	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Vinst	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ob calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

NODO 30

Progetto

Nome1899 - 784271 - 780923 - 780863 - 1976

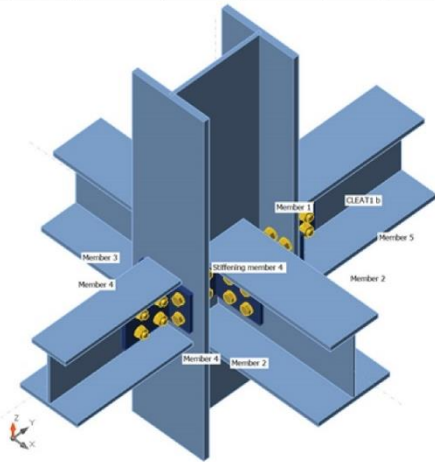
Descrizione

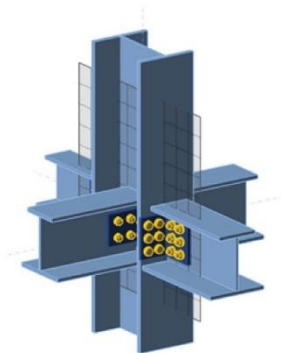
AnalisiSforzo, deformazione/ carichi in equilibrio

Membrature

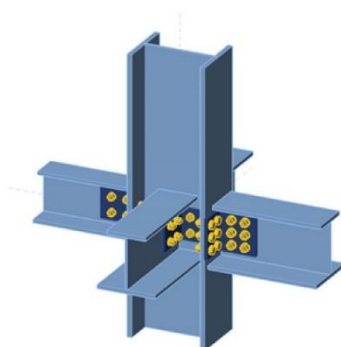
Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in	X [mm]
Member 1	1 - HEB400	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Posizione	0
Member 2	13 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	0	-170	Bulloni	122
Member 3	13 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	0	-170	Bulloni	122
Member 4	14 - HEB240C(lwn240x(140/240))	0.0	0.0	0.0	0	0	-140	Bulloni	300
Member 5	13 - HEB300C(lwn300x(200/300))	0.0	0.0	0.0	0	0	-170	Bulloni	313





Work plane 1



Sezioni

Nome	Materiale
1 - HEB400	S 355
13 - HEB300C(lwn300x(200/300))	S 355
14 - HEB240C(lwn240x(140/240))	S 355
4 - L200X100X15	S 355
10 - L100x200(L100)	S 355
12 - L150x200(L150)	S 355

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	fu [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
20 10.9	20 10.9	20	1000.0	314
22 10.9	22 10.9	22	1000.0	380

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS_GL	Member 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 1	-1434.1	-0.3	-0.3	0.0	1.0	0.9
	Member 2	15.7	0.0	-120.3	0.0	0.0	0.0
	Member 4	-16.6	0.0	-2.6	0.0	0.0	0.0
	Member 3	-15.0	0.0	-120.3	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+X	Member 5	0.0	0.0	-293.9	0.0	0.0	0.0
	Member 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 1	-1272.1	-0.2	4.0	0.0	-13.2	0.8
	Member 2	16.8	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 4	-17.4	0.0	-2.6	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind+Y	Member 3	-16.1	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 5	-0.5	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
	Member 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 1	-1272.1	-2.3	-0.3	0.0	1.0	7.7
	Member 2	16.7	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
ULS_Wind-X	Member 4	-17.6	0.0	-2.6	0.0	0.0	0.0
	Member 3	-15.9	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 5	0.0	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
	Member 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 1	-1272.1	-0.2	-4.6	0.0	15.2	0.8
ULS_Wind-Y	Member 2	16.5	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 4	-17.9	0.0	-2.6	0.0	0.0	0.0
	Member 3	-15.8	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 5	0.5	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0
	Member 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 1	-1272.1	1.8	-0.3	0.0	1.0	-6.1
	Member 2	16.6	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 4	-17.7	0.0	-2.6	0.0	0.0	0.0
	Member 3	-16.0	0.0	-104.7	0.0	0.0	0.0
	Member 5	0.0	0.0	-255.1	0.0	0.0	0.0

Verifica
Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.4 < 5.0%	OK
Bulloni	74.5 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

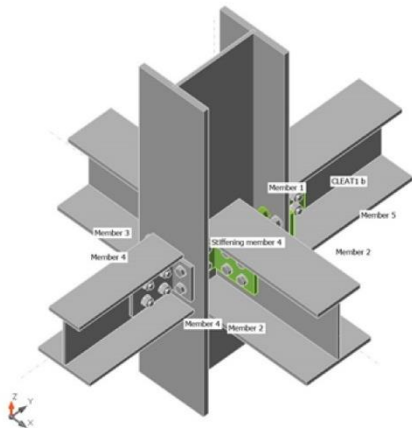
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
Member 1-bfl 1	24.0	ULS_GL	104.0	0.0	3.8	OK
Member 1-tfl 1	24.0	ULS_GL	259.9	0.0	48.0	OK
Member 1-w 1	13.5	ULS_GL	295.6	0.0	27.1	OK
Member 2-tfl 1	19.0	ULS_GL	44.9	0.0	0.0	OK
Member 2-bfl 1	19.0	ULS_GL	38.5	0.0	0.0	OK
Member 2-w 1	11.0	ULS_GL	149.0	0.0	85.5	OK
Member 3-tfl 1	19.0	ULS_GL	47.3	0.0	0.0	OK
Member 3-bfl 1	19.0	ULS_GL	36.3	0.0	0.0	OK
Member 3-w 1	11.0	ULS_GL	151.3	0.0	83.3	OK
Member 4-tfl 1	17.0	ULS_WInd-Y	3.9	0.0	0.0	OK
Member 4-bfl 1	17.0	ULS_WInd+Y	1.9	0.0	0.0	OK
Member 4-w 1	10.0	ULS_WInd-X	26.3	0.0	0.7	OK
Member 5-tfl 1	19.0	ULS_GL	113.6	0.0	0.0	OK
Member 5-bfl 1	19.0	ULS_GL	91.7	0.0	0.0	OK
Member 5-w 1	11.0	ULS_GL	296.2	0.0	79.1	OK
Stiffening member 1-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.2	0.1	232.1	OK
Stiffening member 1-w 1	15.0	ULS_GL	305.7	0.0	232.1	OK
Stiffening member 2-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.1	0.1	205.5	OK
Stiffening member 2-w 1	15.0	ULS_GL	355.1	0.0	205.5	OK
Stiffening member 3-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.2	0.1	238.0	OK
Stiffening member 3-w 1	15.0	ULS_GL	260.8	0.0	238.0	OK
Stiffening member 4-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.2	0.1	206.7	OK
Stiffening member 4-w 1	15.0	ULS_GL	355.1	0.0	206.7	OK
CLEAT1 a-bfl 1	15.0	ULS_WInd-X	15.6	0.0	11.8	OK
CLEAT1 a-w 1	15.0	ULS_WInd-X	8.8	0.0	11.8	OK
CLEAT1 b-bfl 1	15.0	ULS_WInd-X	16.8	0.0	9.6	OK
CLEAT1 b-w 1	15.0	ULS_WInd-X	11.8	0.0	9.6	OK
CLEAT1 a-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.4	0.2	279.0	OK
CLEAT1 a-w 1	15.0	ULS_GL	355.9	0.4	279.0	OK
CLEAT1 b-bfl 1	15.0	ULS_GL	355.5	0.2	278.0	OK
CLEAT1 b-w 1	15.0	ULS_GL	355.9	0.4	278.0	OK

Dati Progetto

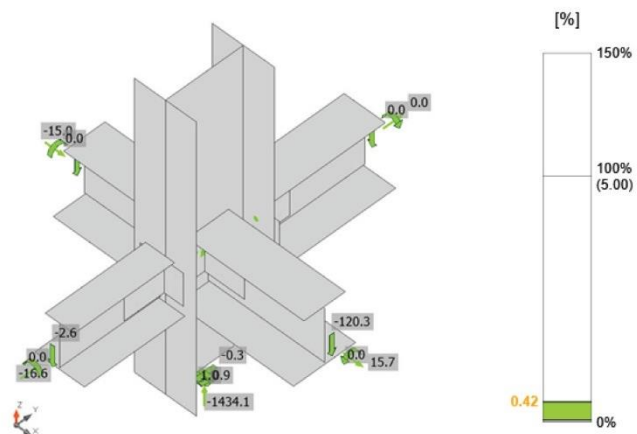
Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Spiegazione dei simboli

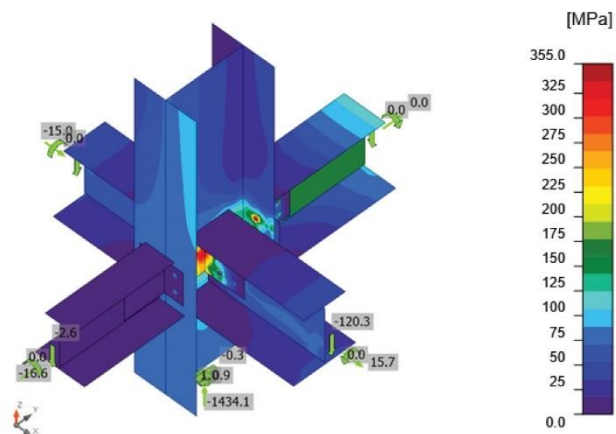
ϵ_{pl}	Defomazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica



Verifica globale, ULS_GL

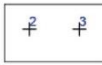
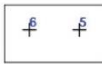
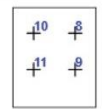
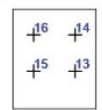
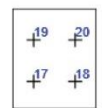
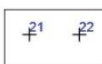
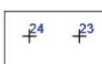
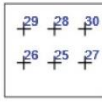


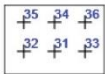
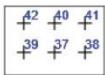
Verifica deformazione, ULS_GL



Sforzo equivalente, ULS_GL

Bulloni

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _s [%]	U _{ts} [%]	Stato
	B2	20 10.9 - 1	ULS_GL	85.8	30.9	48.7	264.6	22.4	55.2	OK
	B3	20 10.9 - 1	ULS_GL	18.5	38.5	10.5	264.6	27.6	33.0	OK
	B5	20 10.9 - 1	ULS_GL	84.8	29.5	48.1	264.6	21.5	53.9	OK
	B6	20 10.9 - 1	ULS_GL	18.3	36.8	10.4	264.6	26.4	31.8	OK
	B8	20 10.9 - 1	ULS_GL	0.5	14.9	0.3	215.6	13.7	10.1	OK
	B9	20 10.9 - 1	ULS_GL	21.3	15.7	12.0	215.6	14.3	19.0	OK
	B10	20 10.9 - 1	ULS_GL	1.0	14.9	0.6	207.4	14.3	10.3	OK
	B11	20 10.9 - 1	ULS_GL	27.1	16.1	15.4	207.4	15.2	21.6	OK
	B13	20 10.9 - 1	ULS_GL	13.1	14.8	7.4	215.6	13.3	15.1	OK
	B14	20 10.9 - 1	ULS_GL	0.5	15.9	0.3	215.6	14.6	10.7	OK
	B15	20 10.9 - 1	ULS_GL	20.3	15.0	11.5	207.4	14.1	18.2	OK
	B16	20 10.9 - 1	ULS_GL	0.7	15.9	0.4	207.4	15.3	10.9	OK
	B17	20 10.9 - 2	ULS_Wind-X	0.4	1.6	0.2	188.6	1.7	1.8	OK
	B18	20 10.9 - 2	ULS_Wind-X	1.2	3.0	0.7	188.6	3.0	3.5	OK
	B19	20 10.9 - 2	ULS_Wind-X	0.1	1.9	0.0	196.0	2.0	2.0	OK
	B20	20 10.9 - 2	ULS_Wind-X	0.1	3.2	0.1	196.0	3.2	3.3	OK
	B21	20 10.9 - 2	ULS_GL	0.8	1.0	0.5	231.2	1.0	1.3	OK
	B22	20 10.9 - 2	ULS_GL	1.0	2.1	0.6	282.9	2.2	2.6	OK
	B23	20 10.9 - 2	ULS_GL	0.8	0.9	0.4	196.7	0.9	1.2	OK
	B24	20 10.9 - 2	ULS_GL	0.8	2.1	0.4	282.9	2.2	2.5	OK
	B25	22 10.9 - 3	ULS_GL	21.2	23.7	9.7	141.3	33.6	26.5	OK
	B26	22 10.9 - 3	ULS_GL	26.7	24.1	12.2	141.3	34.1	28.6	OK
	B27	22 10.9 - 3	ULS_GL	35.3	24.0	16.2	213.5	22.4	31.3	OK
	B28	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.5	25.0	0.2	141.3	35.4	20.8	OK
	B29	22 10.9 - 3	ULS_GL	2.7	25.2	1.2	141.3	35.7	21.7	OK
	B30	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.0	25.0	0.0	213.5	23.4	20.6	OK

	Nome	Classe	Carichi	F _{t,Ed} [kN]	V [kN]	U _t [%]	F _{b,Rd} [kN]	U _{t,s} [%]	U _{t,ts} [%]	Stato
	B31	22 10.9 - 3	ULS_GL	56.3	32.2	25.8	145.5	26.5	45.0	OK
	B32	22 10.9 - 3	ULS_GL	12.6	41.8	5.8	240.5	34.5	38.6	OK
	B33	22 10.9 - 3	ULS_GL	137.0	35.8	62.8	179.7	29.5	74.4	OK
	B34	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.0	15.5	0.0	145.5	12.8	12.8	OK
	B35	22 10.9 - 3	ULS_GL	1.0	26.8	0.5	150.5	22.1	22.5	OK
	B36	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.0	18.3	0.0	170.5	15.1	15.1	OK
	B37	22 10.9 - 3	ULS_GL	55.4	32.2	25.4	145.5	26.5	44.7	OK
	B38	22 10.9 - 3	ULS_GL	12.1	41.6	5.5	240.0	34.3	38.3	OK
	B39	22 10.9 - 3	ULS_GL	137.1	35.9	62.8	179.7	29.7	74.5	OK
	B40	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.0	15.6	0.0	145.5	12.8	12.8	OK
	B41	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.9	26.4	0.4	150.3	21.8	22.1	OK
	B42	22 10.9 - 3	ULS_GL	0.0	18.6	0.0	171.3	15.4	15.4	OK

Dati Progetto

Nome	F _{t,Rd} [kN]	B _{p,Rd} [kN]	F _{v,Rd} [kN]
20 10.9 - 1	176.4	409.5	150.8
20 10.9 - 2	176.4	409.5	98.0
22 10.9 - 3	218.2	460.7	121.2

Spiegazione dei simboli

F _{t,Rd}	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
F _{t,Ed}	Forza di trazione
B _{p,Rd}	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
F _{v,Rd}	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
F _{b,Rd}	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U _t	Utilizzo in trazione
U _{t,s}	Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B39

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_t}{\gamma_{M2}} = 218.2 \text{ kN} \geq F_t = 137.1 \text{ kN}$$

dove:

$k_2 = 0.90$	– Fattore
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A_t = 303 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 460.7 \text{ kN} \geq F_t = 137.1 \text{ kN}$$

dove:

$d_m = 42 \text{ mm}$	– La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
$t_p = 15 \text{ mm}$	– Spessore
$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	– Resistenza Ultima
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 121.2 \text{ kN} \geq V = 35.9 \text{ kN}$$

dove:

$\beta_p = 1.00$	– Fattore di riduzione
$\alpha_v = 0.50$	– Fattore di riduzione
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Resistenza ultima alla trazione del bullone
$A = 303 \text{ mm}^2$	– Area soggetta alla trazione del bullone
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 179.7 \text{ kN} \geq V = 35.9 \text{ kN}$$

dove:

$$k_1 = \min\left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.50$$

– Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 0.56$$

– Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

– Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio

$$p_2 = \infty \text{ mm}$$

– Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio

$$d_0 = 24 \text{ mm}$$

– Diametro del foro del bullone

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

– Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio

$$p_1 = \infty \text{ mm}$$

– Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio

$$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$$

– Resistenza ultima alla trazione del bullone

$$f_u = 490.0 \text{ MPa}$$

– Resistenza Ultima

$$d = 22 \text{ mm}$$

– Diametro nominale del fissaggio

$$t = 15 \text{ mm}$$

– Spessore della piastra

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

– Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Rd}}{1.4 F_{v,Rd}} = 74.5 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 62.8 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{t,Rd})} = 29.7 \%$$

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Ym0	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Ym1	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Ym2	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Ym3	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Yc	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Yinst	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ob calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

Verifiche di Advance Design

Verifica delle frecce: per elemento										
Elem ento N°	Nome	Mesh - Punto	Direzion e	Lunghes za L (m)	Criterio	Freccia consentit a	Freccia calcolata	Freccia calcolata (cm)	Caso/Co mbinazi oni	Freccia(%)
28	Trave	8 - 0/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	237	0%
		8 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/4095	-0.17	229	6%
29	Trave	5 - 4/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	224	0%
		5 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/8185	-0.08	227	3%
30	Trave	9 - 0/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	224	0%
		9 - 1/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/7966	-0.09	229	3%
31	Trave	5 - 4/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	195	0%
		5 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/8260	-0.08	227	3%
37	Trave	5 - 4/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	230	0%
		5 - 3/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	226	2%
38	Trave	8 - 0/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	230	0%
		8 - 1/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	223	2%
47	Trave	8 - 0/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	226	0%
		8 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/8221	-0.08	237	3%
48	Trave	6 - 4/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	240	0%
		6 - 1/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/9790	-0.07	235	3%
49	Trave	8 - 0/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	240	0%
		8 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/9531	-0.07	237	3%
50	Trave	6 - 1/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	238	0%
		6 - 1/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/9506	-0.07	235	3%
56	Trave	5 - 4/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	246	0%
		5 - 4/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	234	2%
57	Trave	7 - 0/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	246	0%
		7 - 4/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	231	2%
60	Trave	5 - 4/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	244	0%
		5 - 4/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	234	2%
61	Trave	7 - 0/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	244	0%
		7 - 4/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	231	2%
65	Trave	8 - 0/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	-0.01	230	0%
		8 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/3857	-0.18	246	6%
66	Trave	5 - 4/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	228	0%
		5 - 3/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	226	2%
67	Trave	8 - 0/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	228	0%
		8 - 1/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.04	223	2%
69	Trave	5 - 4/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	240	0%
		5 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/6904	-0.10	227	4%
71	Trave	9 - 0/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	245	0%
		9 - 1/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/6507	-0.10	230	4%
102	Trave	8 - 0/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	245	0%
		8 - 1/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.05	239	2%
108	Trave	5 - 4/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	244	0%
		5 - 3/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.05	242	2%
109	Trave	8 - 0/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	244	0%
		8 - 1/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.05	239	2%
152	Trave	5 - 4/4	y	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	245	0%
		5 - 3/4	z	6.05	1° criterio	L/250	L/10000	-0.05	242	2%
155	Trave	5 - 4/4	y	6.80	1° criterio	L/250	L/10000	0.00	183	0%
		5 - 3/4	z	6.80	1° criterio	L/250	L/6834	-0.10	228	4%

Ottimizzazione profili e involuppi: per elemento			
Id	Nome	Sezione corrente	Tasso di lavoro corrente per Resistenza/Stabilità (%)
28	Trave	IPE450	36 %
29	Trave	IPE450	32 %
30	Trave	IPE450	30 %
31	Trave	IPE450	28 %
37	Trave	IPE450	28 %
38	Trave	IPE450	27 %
47	Trave	IPE400	23 %

Ottimizzazione profili e involucri: per elemento			
Id	Nome	Sezione corrente	Tasso di lavoro corrente per Resistenza/Stabilità (%)
48	Trave	IPE400	23 %
49	Trave	IPE400	22 %
50	Trave	IPE400	22 %
56	Trave	IPE400	21 %
57	Trave	IPE400	21 %
60	Trave	IPE400	21 %
61	Trave	IPE400	21 %
63	Colonna	HEB400	31 %
64	Colonna	HEB400	25 %
65	Trave	IPE450	39 %
66	Trave	IPE450	28 %
67	Trave	IPE450	28 %
68	Colonna	HEB400	26 %
69	Trave	IPE450	32 %
70	Colonna	HEB400	35 %
71	Trave	IPE450	29 %
81	Colonna	HEB400	23 %
82	Colonna	HEB400	24 %
84	Colonna	HEB400	23 %
85	Colonna	HEB400	28 %
86	Colonna	HEB400	28 %
87	Colonna	HEB400	23 %
88	Colonna	HEB400	24 %
89	Colonna	HEB400	23 %
102	Trave	IPE450	23 %
108	Trave	IPE450	24 %
109	Trave	IPE450	24 %
152	Trave	IPE450	24 %
154	Colonna	HEB400	27 %
155	Trave	IPE450	31 %
157	Colonna	HEB400	13 %
158	Colonna	HEB400	15 %
159	Colonna	HEB400	17 %
160	Colonna	HEB400	17 %
161	Colonna	HEB400	17 %
162	Colonna	HEB400	18 %
163	Colonna	HEB400	17 %
164	Colonna	HEB400	22 %
165	Colonna	HEB400	14 %
166	Colonna	HEB400	21 %
167	Colonna	HEB400	15 %
168	Colonna	HEB400	16 %
169	Colonna	HEB400	20 %
170	Colonna	HEB400	16 %
171	Colonna	HEB400	16 %
172	Colonna	HEB400	10 %
173	Colonna	HEB400	8 %
174	Colonna	HEB400	10 %
175	Colonna	HEB400	10 %
176	Colonna	HEB400	14 %
177	Colonna	HEB400	14 %
178	Colonna	HEB400	9 %
179	Colonna	HEB400	10 %
180	Colonna	HEB400	9 %
181	Colonna	HEB400	13 %
182	Colonna	HEB400	10 %
183	Colonna	HEB400	10 %
184	Colonna	HEB400	13 %
185	Colonna	HEB400	10 %
186	Colonna	HEB400	9 %
284	Colonna	HEB400	23 %
286	Colonna	HEB400	26 %

Scheda sezione - Elemento lineare no. 28 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

Scheda sezione - Elemento lineare no. 28 Trave	
2) Frecce	
1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 237 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 28.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 237 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 28.8 3/4 L/4095 < L/250 (6 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.7 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 17.72 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 13.69 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.11 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 113.32 < 992.59 kN (11 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 161.58 < 575.44 kN*m (28 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.98 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} \cdot \frac{1}{\gamma_{MO}} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00670 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} \cdot \frac{1}{\gamma_{MO}} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00520 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 28.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 49.55 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 28.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 2.72 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{161.41}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.71}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.08631 < 1 \quad (9 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 28.12 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} : 0.003 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 χy = 0.969 Ncry = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.76 m λz = 1.513 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.87 χz = 0.338 Ncrz = 1533.13 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.76 m Lds = 4.76 m C1 = 3.183 C2 = 0.692 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1402.84 kN*m λLT = 0.656 Curva b αLT = 0.34 ΦLT = 0.79 χLT = 0.808
Termini ausiliari (Annessi A)	Cmy0 = 1.00 (δx = 0.16 cm at x = 2.43 m) Cmz0 = 1.00 (δx = 0.00 cm at x = 3.64 m) NcrT = 3534.44 kN λmax = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ0 = 1.17 λlimite = 0.36

Scheda sezione - Elemento lineare no. 28 Trave	
	$C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 1.00$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.16$ cm at $x = 2.43$ m) $a_{LT} = 1.00$ $e_y = 206.03$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.13$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.00$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.44$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.12$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 0.78$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.89$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 1.00$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.35 + 0.01 = 0.36 < 1.00 \text{ (36\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.18 + 0.01 = 0.19 < 1.00 \text{ (19\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 29 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 224 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 29.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 224 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 29.5 3/4 L/8185 < L/250 (3 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 29.12 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 47.45 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 29.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 38.17 < 1138.75 kN (3 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 46.74 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 137.38 < 575.44 kN*m (24 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 29.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 2.64 < 93.45 kN*m (3 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 29.6 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02001 < 1 \quad (2 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 29.6 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01124 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 29.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 45.52 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 29.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 8.40 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{137.38}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.53}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06266 < 1 \quad (6 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 29.11 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.003 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 0.969

Scheda sezione - Elemento lineare no. 29 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.513 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.87 χ _z = 0.338 Ncr _z = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C1 = 2.816 C2 = 0.114 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 1240.97 kN*m λ _{LT} = 0.698 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.83 χ _{LT} = 0.785
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.53 cm at x = 1.94 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.00 cm at x = 3.89 m) NcrT = 3534.44 kN λ _{max} = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ ₀ = 1.17 λ _{limite} = 0.33 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.53 cm at x = 1.94 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 62.76 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 0.99 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.39 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.11 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.80 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.01 k _{yz} = 0.86 k _{zy} = 0.53 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.31 + 0.00 = 0.32 < 1.00 (32%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.01 + 0.16 + 0.01 = 0.18 < 1.00 (18%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 30 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 224 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 30.9 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 224 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 30.9 1/4 L/7966 < L/250 (3 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 30.4 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 47.68 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 30.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 38.61 < 1138.75 kN (3 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 45.78 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.12 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 133.80 < 575.44 kN*m (23 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 30.13 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 2.68 < 93.45 kN*m (3 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 30.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{\gamma_{MO} f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01850 < 1 (2 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 30.8 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{\gamma_{MO} f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00990 < 1 (1 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 30.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 43.07 kN < 496.29 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 30.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.22 kN < 569.37 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{133.80}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.23}{93.45}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05648 < 1 (6 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 30.11 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO} f_y}$: 0.004 < 8.94 kN*m (0 %)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.10 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 0.969

Scheda sezione - Elemento lineare no. 30 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncry = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.76 m λz = 1.513 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.87 χz = 0.338 Ncrz = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.76 m Lds = 4.76 m C1 = 2.821 C2 = 0.118 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1243.22 kN*m λLT = 0.697 Curva b αLT = 0.34 ΦLT = 0.83 χLT = 0.785
Termini ausiliari (Annessi A)	Cmy0 = 1.00 (δx = 0.51 cm at x = 4.86 m) Cmz0 = 1.00 (δx = 0.00 cm at x = 3.89 m) NcrT = 3534.44 kN λmax = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ0 = 1.17 λ0limite = 0.34 Cmy = 1.00 Cmz = 1.00 CmLT = 1.00 (δx = 0.51 cm at x = 4.86 m) αLT = 1.00 sy = 408.14 muy = 1.00 muz = 1.00 wy = 1.13 wz = 1.50 ηpl = 0.00 bLT = 0.00 cLT = 0.38 dLT = 0.00 eLT = 0.10 Cyy = 1.00 Cyz = 0.81 Cxy = 1.00 Cxz = 1.00 kyy = 1.00 kyz = 0.85 kzy = 0.52 kzz = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.30 + 0.00 = 0.30 < 1.00 \text{ (30\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.15 + 0.00 = 0.16 < 1.00 \text{ (16\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 31 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 195 : 1x[1 G]+1x[2 Q]+0.6x[10 VY-S]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 31.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 195 : 1x[1 G]+1x[2 Q]+0.6x[10 VY-S]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 31.5 3/4 L/8260 < L/250 (3 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 31.11 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 21.76 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 31.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 17.64 < 1138.75 kN (2 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 44.06 < 992.59 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 128.40 < 575.44 kN*m (22 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 31.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 1.52 < 93.45 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 127 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 31.8 0/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00176 < 1 \quad (0 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 127 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 31.8 0/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00164 < 1 \quad (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 31.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 42.88 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 31.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 1.28 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 31.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{115.22}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{1.51}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05630 < 1 \quad (6 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.8 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.001 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.1 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 31 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncry = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.76 m $\lambda_z = 1.513$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.87$ $\chi_z = 1.000$ Ncrz = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.76 m Lds = 4.76 m C1 = 2.836 C2 = 0.123 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1249.77 kN*m $\lambda_{LT} = 0.695$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\Phi_{LT} = 0.83$ $\chi_{LT} = 0.786$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.28 < 1.00$ (28%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 37 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 230 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 37.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 230 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 37.5 3/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.3 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 30.72 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 18.76 < 1138.75 kN (2 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 48.48 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 129.84 < 575.44 kN*m (23 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.12 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.96 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 37.5 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00382 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.8 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00313 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 37.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 9.40 kN < 496.29 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 37.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.37 kN < 569.37 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{129.84}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.07}{93.45}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05165 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.1 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.23 m $\lambda_y = 0.300$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.56$ $\chi_y = 1.000$ Ncry = 39023.47 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m $\lambda_z = 1.345$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.60$ $\chi_z = 1.000$ Ncrz = 1938.45 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 37 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.774$ $C_2 = 0.094$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1475.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.816$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.28 < 1.00$ (28%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 38 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 230 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 38.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 230 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 38.8 1/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.10 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 31.06 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 19.02 < 1138.75 kN (2 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 48.35 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 127.29 < 575.44 kN*m (22 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.98 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 38.5 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00622 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 38.5 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00420 < 1 \quad (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 38.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 9.18 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 38.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 2.49 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.11 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{127.29}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.05}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.04951 < 1 \quad (5 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.001 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.11 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 γy = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 38 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m $\lambda_z = 1.345$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.60$ $\chi_z = 1.000$ Ncrz = 1938.41 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.23 m Lds = 4.23 m C1 = 2.778 C2 = 0.096 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1477.41 kN*m $\lambda_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\Phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.817$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.27 < 1.00$ (27%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 47 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 18.00 tw = 0.86 tf = 1.35 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 84.46 Avy = 51.15 Avz = 42.69
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 51.08 Iy = 23130 Iz = 1318
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 492215
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1307 Wplz = 229
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 226 : 1x[1 G]+1x[7 VX-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 47.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 226 : 1x[1 G]+1x[7 VX-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 47.8 3/4 L/8221 < L/250 (3 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.12 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 12.22 < 2855.55 kN (0 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 47.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 38.49 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.83 < 998.36 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 47.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 38.49 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 37.13 < 833.31 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.12 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 78.14 < 441.89 kN*m (18 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 47.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.51 < 77.42 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 47.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00285 < 1 \quad (0 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 47.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00188 < 1 \quad (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 47.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 28.71 \text{ kN} < 416.65 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 47.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 4.50 \text{ kN} < 499.18 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{78.14}{441.89} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.10}{77.42} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03254 < 1 \quad (3 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 127 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 47.11 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 7.39 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.13 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.376 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.59 γy = 0.959

Scheda sezione - Elemento lineare no. 47 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 21158.30 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.577 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.98 χ _z = 0.315 Ncr _z = 1205.65 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C1 = 3.146 C2 = 0.279 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 1014.63 kN*m λ _{LT} = 0.676 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.81 χ _{LT} = 0.797
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.41 cm at x = 5.00 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.01 cm at x = 3.89 m) NcrT = 2990.78 kN λ _{max} = 1.58 Mcr0 = 322.53 kN*m λ ₀ = 1.20 λ _{0limite} = 0.35 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.41 cm at x = 5.00 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 46.73 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 0.99 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.27 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.07 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.86 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.01 k _{yz} = 0.81 k _{zy} = 0.53 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.22 + 0.00 = 0.23 < 1.00 (23%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.01 + 0.12 + 0.00 = 0.13 < 1.00 (13%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 48 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 18.00 tw = 0.86 tf = 1.35 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 84.46 Avy = 51.15 Avz = 42.69
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 51.08 Iy = 23130 Iz = 1318
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 492215
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1307 Wplz = 229
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Frecce	
1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 240 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 48.6 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 240 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 48.6 1/4 L/9790 < L/250 (3 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 48.12 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 14.95 < 2855.55 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 48.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 38.49 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.06 < 998.36 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 38.49 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 28.91 < 833.31 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 76.57 < 441.89 kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 48.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.42 < 77.42 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.5 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00632 < 1 (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.5 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00343 < 1 (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 48.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 28.82 \text{ kN} < 416.65 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 48.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 3.68 \text{ kN} < 499.18 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{76.57}{441.89} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.29}{77.42} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03378 < 1 (3 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 48.11 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.003 < 7.39 \text{ kN*m} (0 \%)$
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.376 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.59 γy = 0.959

Scheda sezione - Elemento lineare no. 48 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 21158.30 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.577 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.98 χ _z = 0.315 Ncr _z = 1205.65 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C1 = 2.998 C2 = 0.212 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 967.05 kN*m λ _{LT} = 0.693 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.82 χ _{LT} = 0.788
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.40 cm at x = 1.94 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.00 cm at x = 3.89 m) NcrT = 2980.78 kN λ _{max} = 1.58 Mcr0 = 322.53 kN*m λ ₀ = 1.20 λ _{limite} = 0.35 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.40 cm at x = 1.94 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 62.71 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 0.99 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.27 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.07 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.86 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.01 k _{yz} = 0.80 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.22 + 0.00 = 0.23 < 1.00 (23%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.01 + 0.12 + 0.00 = 0.13 < 1.00 (13%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 49 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 18.00 tw = 0.86 tf = 1.35 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 84.46 Avy = 51.15 Avz = 42.69
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 51.08 Iy = 23130 Iz = 1318
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 492215
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1307 Wplz = 229
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 240 : 1x[1 G]+1x[5 Vx+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 49.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 240 : 1x[1 G]+1x[5 Vx+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 49.8 3/4 L/9531 < L/250 (3 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 49.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 14.46 < 2855.55 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 7.29 < 998.36 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 28.61 < 833.31 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 75.58 < 441.89 kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.13 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.50 < 77.42 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.9 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00644 < 1 (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.9 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00345 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 49.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 28.00 kN < 416.65 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 49.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.91 kN < 499.18 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{75.58}{441.89}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.28}{77.42}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03281 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}} < \frac{\sqrt{3}}{2}$: 0.003 < 7.39 kN*m (0 %)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.13 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.376 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.59 γy = 0.959

Scheda sezione - Elemento lineare no. 49 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 21158.30 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.577 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.98 χ _z = 0.315 Ncr _z = 1205.65 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C1 = 3.005 C2 = 0.215 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 969.32 kN*m λ _{LT} = 0.692 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.82 χ _{LT} = 0.788
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.40 cm at x = 4.86 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.00 cm at x = 3.89 m) NcrT = 2980.78 kN λ _{max} = 1.58 Mcr0 = 322.53 kN*m λ ₀ = 1.20 λ _{limite} = 0.35 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.40 cm at x = 4.86 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 60.22 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 0.99 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.27 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.07 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.86 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.01 k _{yz} = 0.80 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.22 + 0.00 = 0.22 < 1.00 (22%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.01 + 0.11 + 0.00 = 0.13 < 1.00 (13%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 50 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 18.00 tw = 0.86 tf = 1.35 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 84.46 Avy = 51.15 Avz = 42.69
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 51.08 Iy = 23130 Iz = 1318
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 492215
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1307 Wplz = 229
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 238 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 50.6 1/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 238 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 50.6 1/4 L/9506 < L/250 (3 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.12 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 23.90 < 2855.55 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 50.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 3.94 < 998.36 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 28.22 < 833.31 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 74.38 < 441.89 kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 50.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.31 < 77.42 kN*m (0 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 50.8 0/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00347 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.8 0/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00230 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 50.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 28.12 kN < 416.65 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 50.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.00 kN < 499.18 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{74.38}{441.89}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.23}{77.42}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03129 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 50.8 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}} < \frac{\sqrt{3}}{2}$: 0.002 < 7.39 kN*m (0 %)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.376 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.59 γy = 0.959

Scheda sezione - Elemento lineare no. 50 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 21158.30 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.577 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.98 χ _z = 0.315 Ncr _z = 1205.65 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C1 = 3.016 C2 = 0.219 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 972.85 kN*m λ _{LT} = 0.691 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.82 χ _{LT} = 0.789
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.39 cm at x = 1.94 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.00 cm at x = 3.89 m) NcrT = 2980.78 kN λ _{max} = 1.58 Mcr0 = 322.53 kN*m λ ₀ = 1.20 λ _{limite} = 0.35 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.39 cm at x = 1.94 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 50.15 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 0.99 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.26 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.07 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.86 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.01 k _{yz} = 0.80 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.00 + 0.21 + 0.00 = 0.22 < 1.00 (22%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.01 + 0.11 + 0.00 = 0.13 < 1.00 (13%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 56 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 18.00$ $t_w = 0.86$ $t_f = 1.35$ $r = 2.10$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 84.46 $A_{vy} = 51.15$ $A_{vz} = 42.69$
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	$I_t = 51.08$ $I_y = 23130$ $I_z = 1318$
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	$I_w = 492215$
Moduli di resistenza(cm ³)	$W_{ply} = 1307$ $W_{plz} = 229$
Materiale	S355 $E = 210000$ MPa $N_u = 0.3$ $G = 80800$ MPa
Qualità	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa
2) Frecce	
1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 246 : $1x[1 \text{ G}]+1x[11 \text{ VY-D}]+0.7x[2 \text{ Q}]+0.5x[3 \text{ Snow}]$, Mesh n° 56.5 4/4 $L/10000 < L/250$ (0 %) z : Caso n° 246 : $1x[1 \text{ G}]+1x[11 \text{ VY-D}]+0.7x[2 \text{ Q}]+0.5x[3 \text{ Snow}]$, Mesh n° 56.5 4/4 $L/10000 < L/250$ (2 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 172 : $1x[1 \text{ G}]+1x[12 \text{ EX}]$, Mesh n° 56.11 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{t,Rd} : 13.48 < 2855.55$ kN (0 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 161 : $1.3x[1 \text{ G}]+1.5x[11 \text{ VY-D}]+0.75x[3 \text{ Snow}]$, Mesh n° 56.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 38.49 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 5.84 < 998.36$ kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : $1x[1 \text{ G}]+1x[12 \text{ EX}]+0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 56.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 38.49 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 30.09 < 833.31$ kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : $1x[1 \text{ G}]+1x[12 \text{ EX}]+0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 56.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 74.59 < 441.89$ kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : $1.3x[1 \text{ G}]+1.5x[11 \text{ VY-D}]+0.75x[3 \text{ Snow}]$, Mesh n° 56.12 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 0.31 < 77.42$ kN*m (0 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : $1.3x[1 \text{ G}]+1.5x[11 \text{ VY-D}]+1.05x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 56.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00437 < 1$ (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}]-1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 56.8 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00294 < 1$ (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}]-1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 56.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 9.13$ kN < 416.65 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}]-1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 56.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 0.37$ kN < 499.18 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : $1x[1 \text{ G}]+1x[12 \text{ EX}]+0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 56.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{74.59}{441.89}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.07}{77.42}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02940 < 1$ (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) ($M_x = 0$)
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : $1x[1 \text{ G}]+1x[12 \text{ EX}]+0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 56.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	$L_{fz} = 4.23$ m $\lambda_y = 0.335$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.57$ $\chi_y = 0.969$ $N_{cry} = 26751.42$ kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	$L_{fy} = 4.23$ m $\lambda_z = 1.402$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.69$ $\chi_z = 0.381$ $N_{crz} = 1524.36$ kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 56 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.927$ $C_2 = 0.166$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1132.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.816$
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ $(\delta_x = 0.34 \text{ cm} \text{ at } x = 1.01 \text{ m})$ $C_{mz0} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm} \text{ at } x = 3.02 \text{ m})$ $N_{crT} = 3391.97 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 1.40$ $M_{cr0} = 386.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 1.10$ $\lambda_{limite} = 0.34$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 1.00$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.34 \text{ cm} \text{ at } x = 1.01 \text{ m})$ $a_{LT} = 1.00$ $e_y = 321.22$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.13$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.00$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.27$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.09$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 0.87$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.80$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 1.00$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.21 + 0.00 = 0.21 < 1.00 \text{ (21\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.11 + 0.00 = 0.11 < 1.00 \text{ (11\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 57 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 18.00 tw = 0.86 tf = 1.35 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 84.46 Avy = 51.15 Avz = 42.69
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 51.08 Iy = 23130 Iz = 1318
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 492215
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1307 Wplz = 229
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 246 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 57.7 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 246 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 57.7 4/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 57.3 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 13.53 < 2855.55 kN (0 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 57.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.34 < 998.36 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 57.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 30.50 < 833.31 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 73.17 < 441.89 kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 57.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.34 < 77.42 kN*m (0 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00626 < 1 (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00322 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 57.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 9.56 kN < 416.65 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 57.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.60 kN < 499.18 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{73.17}{441.89}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.10}{77.42}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02874 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 57.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.23 m $\lambda_y = 0.335$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.57$ $\chi_y = 0.969$ Ncry = 26751.42 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m $\lambda_z = 1.402$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.69$ $\chi_z = 0.381$ Ncrz = 1524.36 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 57 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.23 m Lds = 4.23 m C1 = 2.667 C2 = 0.164 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1031.61 kN*m λ _{LT} = 0.671 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.80 χ _{LT} = 0.800
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.36 cm at x = 5.04 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.00 cm at x = 3.02 m) NcrT = 3391.97 kN λ _{max} = 1.40 Mcr0 = 386.87 kN*m λ ₀ = 1.10 λ _{0limite} = 0.33 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.36 cm at x = 5.04 m) α _{LT} = 1.00 β _y = 45.30 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 1.00 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _β = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.26 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.09 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.87 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.01 k _{yz} = 0.80 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.20 + 0.00 = 0.21 < 1.00 \text{ (21\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.01 + 0.10 + 0.00 = 0.12 < 1.00 \text{ (12\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 60 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 18.00$ $t_w = 0.86$ $t_f = 1.35$ $r = 2.10$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 84.46 $A_{vy} = 51.15$ $A_{vz} = 42.69$
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	$I_t = 51.08$ $I_y = 23130$ $I_z = 1318$
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	$I_w = 492215$
Moduli di resistenza(cm ³)	$W_{ply} = 1307$ $W_{plz} = 229$
Materiale	S355 $E = 210000$ MPa $N_u = 0.3$ $G = 80800$ MPa
Qualità	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa
2) Frecce	
1° criterio	Freccie elementi: y : Caso n° 244 : $1x[1\text{ G}]+1x[9\text{ VY}+D]+0.7x[2\text{ Q}]+0.5x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 60.5 4/4 $L/10000 < L/250$ (0 %) z : Caso n° 244 : $1x[1\text{ G}]+1x[9\text{ VY}+D]+0.7x[2\text{ Q}]+0.5x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 60.5 4/4 $L/10000 < L/250$ (2 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 172 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]$, Mesh n° 60.11 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{t,Rd} : 13.28 < 2855.55$ kN (0 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[9\text{ VY}+D]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 60.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : $38.49 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 6.12 < 998.36$ kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 176 : $1x[1\text{ G}]-1x[12\text{ EX}]$, Mesh n° 60.10 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : $38.49 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 30.46 < 833.31$ kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 60.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 74.73 < 441.89$ kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 159 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[9\text{ VY}+D]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 60.12 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 0.32 < 77.42$ kN*m (0 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 173 : $1x[1\text{ G}]+1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 60.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00630 < 1$ (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 171 : $1x[1\text{ G}]+1x[13\text{ EY}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 60.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00337 < 1$ (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 60.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 9.24 kN < 416.65 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 60.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.94 kN < 499.18 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 60.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{74.73}{441.89}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.10}{77.42}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : $0.02984 < 1$ (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) ($M_x = 0$)
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 60.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	$L_{fz} = 4.23$ m $\lambda_y = 0.335$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.57$ $\chi_y = 0.969$ $N_{cry} = 26751.42$ kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	$L_{fy} = 4.23$ m $\lambda_z = 1.402$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.69$ $\chi_z = 0.381$ $N_{crz} = 1524.36$ kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 60 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.925$ $C_2 = 0.165$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1131.73 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\chi_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.816$
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ $(\delta_x = 0.35 \text{ cm} \text{ at } x = 1.01 \text{ m})$ $C_{mz0} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm} \text{ at } x = 3.02 \text{ m})$ $N_{crT} = 3391.97 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 1.40$ $M_{cr0} = 386.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 1.10$ $\lambda_{limite} = 0.34$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 1.00$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.35 \text{ cm} \text{ at } x = 1.01 \text{ m})$ $a_{LT} = 1.00$ $e_y = 198.97$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.13$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.00$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.27$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.09$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 0.87$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.80$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 1.00$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.21 + 0.00 = 0.21 < 1.00 \text{ (21\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.11 + 0.00 = 0.11 < 1.00 \text{ (11\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 61 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 18.00 tw = 0.86 tf = 1.35 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 84.46 Avy = 51.15 Avz = 42.69
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 51.08 Iy = 23130 Iz = 1318
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 492215
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1307 Wplz = 229
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 244 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 61.7 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 244 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 61.7 4/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 61.3 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 13.92 < 2855.55 kN (0 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 61.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 5.97 < 998.36 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 61.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 38.49 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 30.42 < 833.31 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 75.00 < 441.89 kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 61.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.32 < 77.42 kN*m (0 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 61.4 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00563 < 1 (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.5 0/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00326 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 61.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 9.48 kN < 416.65 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 61.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.47 kN < 499.18 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{75.00}{441.89}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.11}{77.42}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03019 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.12 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λy = 0.335 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 χy = 0.969 Ncry = 26751.42 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λz = 1.402 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.69 χz = 0.381 Ncrz = 1524.36 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 61 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.924$ $C_2 = 0.165$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1131.25 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\chi_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.816$
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ $(\delta_x = 0.35 \text{ cm} \text{ at } x = 5.04 \text{ m})$ $C_{mz0} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm} \text{ at } x = 3.02 \text{ m})$ $N_{crT} = 3391.97 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 1.40$ $M_{cr0} = 386.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 1.10$ $\lambda_{0limite} = 0.34$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 1.00$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.35 \text{ cm} \text{ at } x = 5.04 \text{ m})$ $a_{LT} = 1.00$ $e_y = 215.61$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.13$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.00$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.27$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.09$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 0.87$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.80$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 1.00$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.21 + 0.00 = 0.21 < 1.00 \text{ (21\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.11 + 0.00 = 0.11 < 1.00 \text{ (11\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 63 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 30.00$ $t_w = 1.35$ $t_f = 2.40$ $r = 2.70$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 197.80 $A_{vy} = 149.47$ $A_{vz} = 69.98$
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	$I_t = 355.7$ $I_y = 57680$ $I_z = 10820$
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	$I_w = 3.82422e+06$
Moduli di resistenza(cm ³)	$W_{ply} = 3232$ $W_{plz} = 1104$
Materiale	S355 $E = 210000$ MPa $\nu = 0.3$ $G = 80800$ MPa
Qualità	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : $1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 Vx+D]+0.75x[3 Snow]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 726.29 < 6687.52$ kN (11 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : $1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_y, Ed < V_{y,pl,Rd} : 11.70 < 2917.65$ kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : $1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow]$, Mesh n° 63.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_z, Ed < V_{z,pl,Rd} : 97.52 < 1366.01$ kN (7 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : $1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_y, Ed < M_{y,c,Rd} : 216.39 < 1092.72$ kN*m (20 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : $1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q]$, Mesh n° 63.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_z, Ed < M_{z,c,Rd} : 28.11 < 373.26$ kN*m (8 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1 G]-1x[13 EY]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 439.41$ kN < 1671.88 kN $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 439.41$ kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1 G]-1x[13 EY]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 439.41$ kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1 G]-1x[13 EY]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 74.36$ kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1 G]-1x[13 EY]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 5.53$ kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : $1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q]$, Mesh n° 63.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{11.73}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{28.11}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07543 < 1 (8 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 157 : $1.3x[1 G]+1.5x[7 Vx-D]+0.75x[3 Snow]$, Mesh n° 63.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93$ kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : $1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow]$, Mesh n° 63.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	$L_{fz} = 2.34$ m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ $N_{cry} = 218703.27$ kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	$L_{fy} = 2.34$ m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ $N_{crz} = 41025.82$ kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 2.34$ m $L_{ds} = 2.34$ m $C_1 = 2.289$ $C_2 = 0.017$ $z_g = 0.00$ m $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 19324.86$ kN*m $\lambda_{LT} = 0.244$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 63 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{mz0} = 0.68$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.30$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.68$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.18$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.10$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.04$ $e_{LT} = 0.91$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.07$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.20 + 0.01 = 0.31 < 1.00 \text{ (31\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.11 + 0.10 + 0.02 = 0.23 < 1.00 \text{ (23\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 64 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 506.64 < 6687.52 kN (8 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 7.26 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 81.01 < 1366.01 kN (6 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 192.43 < 1092.72 kN*m (18 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 64.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 23.02 < 373.26 kN*m (6 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 197.37 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 197.37 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 197.37 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 47.08 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.05 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 64.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{0.51}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{23.02}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06167 < 1 (6 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.003 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.176 C2 = 0.015 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 18367.90 kN*m λLT = 0.250 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 64 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{m20} = 0.68$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.29$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.68$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.61$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.08$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.81$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.05$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.03$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.67$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.08 + 0.18 + 0.00 = 0.25 < 1.00 \text{ (25\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.08 + 0.09 + 0.00 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 65 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 230 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 65.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 230 : 1x[1 G]+1x[11 VY-D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 65.8 3/4 L/3857 < L/250 (6 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 65.12 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 19.16 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 157 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 9.50 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 118.66 < 992.59 kN (12 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 182.72 < 575.44 kN*m (32 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 157 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 1.11 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 129 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 65.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00337 < 1 (0 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 129 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 65.6 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00262 < 1 (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 65.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 45.75 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 65.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 4.60 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{182.72}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.24}{93.45}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.10339 < 1 (10 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.12 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.004 < 8.94 \text{ kN*m} (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.13 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 0.969

Scheda sezione - Elemento lineare no. 65 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.513 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.87 χ _z = 0.338 Ncr _z = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C ₁ = 3.275 C ₂ = 0.620 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 1443.41 kN*m λ _{LT} = 0.647 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.79 χ _{LT} = 0.813
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.16 cm at x = 2.19 m) C _{mz0} = 1.00 (δ _x = 0.00 cm at x = 3.64 m) NcrT = 3534.44 kN λ _{max} = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ ₀ = 1.17 λ _{limite} = 0.36 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 1.00 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.16 cm at x = 2.19 m) a _{LT} = 1.00 s _y = 315.85 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 1.00 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.50 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.14 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.75 C _{zy} = 1.00 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.00 k _{yz} = 0.92 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.39 + 0.00 = 0.39 < 1.00 \text{ (39\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.20 + 0.00 = 0.21 < 1.00 \text{ (21\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 66 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 228 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 66.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 228 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 66.5 3/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 28.51 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 14.39 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 48.79 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 130.76 < 575.44 kN*m (23 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.12 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.75 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 66.8 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00818 < 1 (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 66.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00450 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 66.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 9.71 kN < 496.29 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 66.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.26 kN < 569.37 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{130.76}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.07}{93.45}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05237 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.11 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}}$: 0.001 < 8.94 kN*m (0 %)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.1 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 γy = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 66 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m $\lambda_z = 1.345$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.60$ $\chi_z = 1.000$ Ncrz = 1938.41 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.23 m Lds = 4.23 m C1 = 2.772 C2 = 0.093 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1474.25 kN*m $\lambda_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\Phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.816$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.28 < 1.00$ (28%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 67 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 228 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 67.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 228 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q], Mesh n° 67.8 1/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.10 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 30.68 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 15.11 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 48.87 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 131.04 < 575.44 kN*m (23 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.80 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00686 < 1 (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 67.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00441 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 67.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 9.20 kN < 496.29 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 67.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.15 kN < 569.37 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{131.04}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{0.07}{93.45}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05265 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 χy = 1.000 Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λz = 1.345 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.60 χz = 1.000 Ncrz = 1938.41 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 67 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.772$ $C_2 = 0.093$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1474.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_{LT} = 0.640$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.816$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.28 < 1.00$ (28%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 68 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 601.86 < 6687.52 \text{ kN} (9 \%)$
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 6.54 < 2917.65 \text{ kN} (0 \%)$
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 143 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D], Mesh n° 68.5 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 71.98 < 1366.01 \text{ kN} (5 \%)$
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 143 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 184.89 < 1092.72 \text{ kN*m} (17 \%)$
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 68.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 22.61 < 373.26 \text{ kN*m} (6 \%)$
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 411.52 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 411.52 \text{ kN} < 912.86 \text{ kN}$ Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 411.52 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 55.04 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 0.22 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 68.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{2.80}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{22.61}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06058 < 1 (6 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 68.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.005 < 28.93 \text{ kN*m} (0 \%)$
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 68.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.987 C2 = 0.013 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 16772.35 kN*m $\lambda_{LT} = 0.262$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 68 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.09$ cm at $x = 1.39$ m) $C_{mz0} = 0.67$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.28$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.67$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.09$ cm at $x = 1.39$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.10$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.76$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.06$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.44$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.17 + 0.00 = 0.26 < 1.00 \text{ (26\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.09 + 0.00 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 69 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 240 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 69.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 240 : 1x[1 G]+1x[5 VX+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 69.5 3/4 L/6904 < L/250 (4 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.5 4/4 Sezione : Classe 4 Fx < Nc,Rd : 39.13 < 3169.46 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 69.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 29.38 < 1138.75 kN (3 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 49.79 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 135.32 < 575.44 kN*m (24 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 2.03 < 93.45 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02323 < 1 \quad (2 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01283 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 69.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 41.38 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 69.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 17.31 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{135.32}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{1.45}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07079 < 1 \quad (7 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.10 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} : 0.006 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 0.969

Scheda sezione - Elemento lineare no. 69 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.513 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.87 χ _z = 0.338 Ncr _z = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C1 = 2.972 C2 = 0.191 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 1309.82 kN*m λ _{LT} = 0.679 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.81 χ _{LT} = 0.795
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.13 cm at x = 1.46 m) C _{mz0} = 0.98 (δ _x = 0.00 cm at x = 2.91 m) NcrT = 3534.44 kN λ _{max} = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ ₀ = 1.17 λ _{limite} = 0.34 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.98 C _{mLT} = 1.01 (δ _x = 0.13 cm at x = 1.46 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 28.53 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 0.99 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.01 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.38 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.10 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.80 C _{zy} = 0.98 C _{zz} = 0.99 k _{yy} = 1.02 k _{yz} = 0.86 k _{zy} = 0.53 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.01 + 0.30 + 0.01 = 0.32 < 1.00 (32%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.03 + 0.16 + 0.02 = 0.20 < 1.00 (20%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 70 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 30.00$ $t_w = 1.35$ $t_f = 2.40$ $r = 2.70$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 197.80 $A_{vy} = 149.47$ $A_{vz} = 69.98$
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	$I_t = 355.7$ $I_y = 57680$ $I_z = 10820$
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	$I_w = 3.82422e+06$
Moduli di resistenza(cm ³)	$W_{ply} = 3232$ $W_{plz} = 1104$
Materiale	S355 $E = 210000$ MPa $\nu = 0.3$ $G = 80800$ MPa
Qualità	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ Q}]+0.9x[10\text{ VY-S}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 1074.69 < 6687.52$ kN (16 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[5\text{ VX+D}]+1.05x[2\text{ Q}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_y, Ed < V_{y,pl,Rd} : 11.82 < 2917.65$ kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[10\text{ VY-S}]+1.05x[2\text{ Q}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_z, Ed < V_{z,pl,Rd} : 92.56 < 1366.01$ kN (7 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[10\text{ VY-S}]+1.05x[2\text{ Q}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_y, Ed < M_{y,c,Rd} : 209.27 < 1092.72$ kN*m (19 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 70.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_z, Ed < M_{z,c,Rd} : 28.15 < 373.26$ kN*m (8 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[10\text{ VY-S}]+1.05x[2\text{ Q}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 994.69$ kN < 1671.88 kN $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 994.69$ kN > 912.86 kN $M_y, Ed < M_{Ny,Rd} (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 209.27 < 1076.61$ kN*m (19 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 612.22$ kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 76.79$ kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 70.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 6.04$ kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 70.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_y, Ed}{M_{Ny,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_z, Ed}{M_{Nz,Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{1.91}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{28.15}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07542 < 1 (8 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 159 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[9\text{ VY+D}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.6 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93$ kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[10\text{ VY-S}]+1.05x[2\text{ Q}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 70.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	$L_{fz} = 2.34$ m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ $N_{cry} = 218703.27$ kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	$L_{fy} = 2.34$ m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ $N_{crz} = 41025.82$ kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 2.34$ m $L_{ds} = 2.34$ m $C1 = 2.262$ $C2 = 0.016$ $z_g = 0.00$ m $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 19094.49$ kN*m $\lambda_{LT} = 0.245$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 70 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{mz0} = 0.68$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.30$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.68$ $C_{mLT} = 1.02$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.44$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.15$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.04$ $e_{LT} = 0.88$ $C_{yy} = 1.02$ $C_{yz} = 1.11$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.06$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.43$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.15 + 0.19 + 0.01 = 0.35 < 1.00 \text{ (35\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.16 + 0.10 + 0.02 = 0.28 < 1.00 \text{ (28\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 71 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 245 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 71.9 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 245 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 71.9 1/4 L/6507 < L/250 (4 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 71.4 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 40.05 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 148 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 71.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 32.73 < 1138.75 kN (3 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.11 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 48.07 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 128.66 < 575.44 kN*m (22 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 164 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.13 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 2.32 < 93.45 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.9 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{\gamma_{MO} f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01101 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 164 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.9 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{\gamma_{MO} f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00819 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 71.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 39.96 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 71.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 1.67 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.13 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{128.65}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.69}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05737 < 1 \quad (6 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}} < \frac{\sqrt{3}}{2} : 0.005 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.13 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 0.969

Scheda sezione - Elemento lineare no. 71 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.513 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.87 χ _z = 0.338 Ncr _z = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C ₁ = 2.985 C ₂ = 0.202 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 1315.32 kN*m λ _{LT} = 0.678 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.81 χ _{LT} = 0.796
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.12 cm at x = 1.46 m) C _{mz0} = 0.99 (δ _x = 0.00 cm at x = 5.34 m) NcrT = 3534.44 kN λ _{max} = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ ₀ = 1.17 λ _{limite} = 0.34 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 0.99 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.12 cm at x = 1.46 m) a _{LT} = 1.00 b _y = 90.05 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 1.00 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.36 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.10 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.82 C _{zy} = 0.99 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.00 k _{yz} = 0.84 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.28 + 0.01 = 0.29 < 1.00 \text{ (29\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.01 + 0.15 + 0.01 = 0.16 < 1.00 \text{ (16\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 81 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 861.00 < 6687.52 kN (13 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.5 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 16.42 < 2917.65 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 51.39 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 138.34 < 1092.72 kN*m (13 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 39.75 < 373.26 kN*m (11 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 484.76 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 484.76 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 484.76 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.25 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 12.04 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{5.91}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{39.75}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.10653 < 1 (11 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.6 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.863 C2 = 0.058 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 15724.47 kN*m λLT = 0.270 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 81 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.27$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{m20} = 0.69$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.27$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.69$ $C_{mLT} = 1.02$ ($ \delta_x = 0.27$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.55$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.58$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.07$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.05$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.13 + 0.01 = 0.23 < 1.00 \text{ (23\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.07 + 0.01 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 82 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 935.35 < 6687.52 kN (14 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 15.42 < 2917.65 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 67.63 < 1366.01 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 156.07 < 1092.72 kN*m (14 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 38.59 < 373.26 kN*m (10 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 934.84 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 934.84 kN > 912.86 kN My,Ed < M Ny,Rd (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 57.81 < 1087.93 kN*m (5 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 536.41 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.33 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 11.48 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{3.98}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{38.59}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.10339 < 1 (10 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} \cdot f_y$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.109 C2 = 0.044 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 17802.88 kN*m λLT = 0.254 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 82 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.24$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{mz0} = 0.69$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.29$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.69$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.24$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.84$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.65$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.06$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.05$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.67$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.14 + 0.01 = 0.24 < 1.00 \text{ (24\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.07 + 0.01 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 84 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 1147.85 < 6687.52 kN (17 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 8.86 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 84.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 29.08 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 84.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 113.15 < 1092.72 kN*m (10 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 31.31 < 373.26 kN*m (8 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 165 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25•Npl,Rd (6.33) : 1060.69 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 1060.69 kN > 912.86 kN My,Ed < M Ny,Rd (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 67.31 < 1064.13 kN*m (6 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 84.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 650.16 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 84.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_z \cdot pl \cdot Rd}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.12 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 84.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_y \cdot pl \cdot Rd}{2}$ (6.2.8(2)) : 6.91 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_y Ed}{M_{Ny Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_z Ed}{M_{Nz Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{1.10}{1063.81}\right)^{2.00} + \left(\frac{31.31}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.08389 < 1 (8 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 84.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} \cdot f_y$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.084 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 17591.23 kN*m λLT = 0.255 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 84 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.73$ $C_{m20} = 0.80$ $N_{crT} = 50166.49 \text{ kN}$ $\lambda_{\max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{0\limite} = 0.29$ $C_{my} = 0.75$ $C_{mz} = 0.80$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.01$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.16$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.01$ $C_{yy} = 1.03$ $C_{yz} = 1.14$ $C_{zy} = 1.02$ $C_{zz} = 1.13$ $k_{yy} = 0.74$ $k_{yz} = 0.50$ $k_{zy} = 0.38$ $k_{zz} = 0.73$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.16 + 0.00 + 0.04 = 0.20 < 1.00 \text{ (20\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.17 + 0.00 + 0.06 = 0.23 < 1.00 \text{ (23\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 85 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 1447.67 < 6687.52 \text{ kN (22 \%)}$
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 8.90 < 2917.65 \text{ kN (0 \%)}$
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 85.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 29.72 < 1366.01 \text{ kN (2 \%)}$
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 85.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 115.52 < 1092.72 \text{ kN*m (11 \%)}$
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 31.31 < 373.26 \text{ kN*m (8 \%)}$
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 162 : 1.3x[1 G]+1.5x[4 VX+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 1329.10 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 1329.10 \text{ kN} > 912.86 \text{ kN}$ $M_{y,Ed} < M_{Ny,Rd} (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 68.60 < 1013.37 \text{ kN*m (7 \%)}$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 85.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 799.48 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 85.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 1.07 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 85.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 7.09 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{1.31}{1013.05} \right)^{2.00} + \left(\frac{31.31}{373.26} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.08388 < 1 (8 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 85.3 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.001 < 28.93 \text{ kN*m (0 \%)}$
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.647 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13907.47 kN*m $\lambda_{LT} = 0.287$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 85 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.81$ $C_{m20} = 0.80$ $N_{crT} = 50166.49 \text{ kN}$ $\lambda_{\max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{0\limite} = 0.25$ $C_{my} = 0.82$ $C_{mz} = 0.80$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.01$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.20$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.01$ $C_{yy} = 1.03$ $C_{yz} = 1.18$ $C_{zy} = 1.03$ $C_{zz} = 1.16$ $k_{yy} = 0.80$ $k_{yz} = 0.49$ $k_{zy} = 0.42$ $k_{zz} = 0.71$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.20 + 0.00 + 0.04 = 0.24 < 1.00 \text{ (24\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.22 + 0.00 + 0.06 = 0.28 < 1.00 \text{ (28\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 86 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 1480.18 < 6687.52 kN (22 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 8.77 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 86.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 29.77 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 86.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 115.53 < 1092.72 kN*m (11 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 30.91 < 373.26 kN*m (8 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25•Npl,Rd (6.33) : 1355.27 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 1355.27 kN > 912.86 kN My,Ed < M Ny,Rd (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 68.78 < 1008.42 kN*m (7 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 86.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 802.17 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 86.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_z \cdot pl \cdot Rd}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.07 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 86.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_y \cdot pl \cdot Rd}{2}$ (6.2.8(2)) : 7.10 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 86.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_y \cdot Ed}{M_{Ny,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_z \cdot Ed}{M_{Nz,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{1.34}{1011.92}\right)^{2.00} + \left(\frac{30.91}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.08282 < 1 (8 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 86.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}}$ Mx < Wt • $\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}}$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.651 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13939.60 kN*m λLT = 0.287 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 86 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.81$ $C_{m20} = 0.80$ $N_{crT} = 50166.49 \text{ kN}$ $\lambda_{\max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{0\limite} = 0.25$ $C_{my} = 0.82$ $C_{mz} = 0.80$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.01$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.20$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.01$ $C_{yy} = 1.04$ $C_{yz} = 1.18$ $C_{zy} = 1.03$ $C_{zz} = 1.16$ $k_{yy} = 0.80$ $k_{yz} = 0.48$ $k_{zy} = 0.42$ $k_{zz} = 0.71$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.20 + 0.00 + 0.04 = 0.24 < 1.00 \text{ (24\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.22 + 0.00 + 0.06 = 0.28 < 1.00 \text{ (28\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 87 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 912.73 < 6687.52 kN (14 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 15.28 < 2917.65 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 87.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 52.14 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 87.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 140.16 < 1092.72 kN*m (13 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 37.37 < 373.26 kN*m (10 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 511.61 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 511.61 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 511.61 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.32 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.65 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{3.33}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{37.37}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.10013 < 1 (10 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.5 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 87.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.863 C2 = 0.059 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 15731.56 kN*m λLT = 0.270 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 87 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.27$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{m20} = 0.67$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.27$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.67$ $C_{mLT} = 1.02$ ($ \delta_x = 0.27$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.50$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.10$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.59$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.07$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.05$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.44$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.13 + 0.01 = 0.23 < 1.00 \text{ (23\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.07 + 0.01 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 88 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 1020.35 < 6687.52 kN (15 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 14.49 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 88.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 68.58 < 1366.01 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 88.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 158.19 < 1092.72 kN*m (14 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 36.61 < 373.26 kN*m (10 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 162 : 1.3x[1 G]+1.5x[4 VX+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 941.50 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 941.50 kN > 912.86 kN My,Ed < M Ny,Rd (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 89.89 < 1086.67 kN*m (8 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 88.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 573.64 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 88.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.12 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 88.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.36 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{1.45}{1086.67}\right)^{2.00} + \left(\frac{36.61}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.09809 < 1 (10 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 88.6 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} \cdot f_y$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 88.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.111 C2 = 0.044 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 17817.84 kN*m λLT = 0.254 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 88 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.24$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{mz0} = 0.67$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.29$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.67$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.24$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.73$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.66$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.07$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.05$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.44$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.15 + 0.01 = 0.24 < 1.00 \text{ (24\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.08 + 0.01 = 0.19 < 1.00 \text{ (19\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 89 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 908.50 < 6687.52 kN (14 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 14.74 < 2917.65 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 51.23 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 138.34 < 1092.72 kN*m (13 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 36.78 < 373.26 kN*m (10 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 499.48 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 499.48 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 499.48 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.62 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.09 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{0.55}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{36.78}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.09853 < 1 (10 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.6 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.855 C2 = 0.059 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 15660.44 kN*m λLT = 0.271 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 89 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.27$ cm at $x = 1.11$ m) $C_{mz0} = 0.71$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.27$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.71$ $C_{mLT} = 1.02$ ($ \delta_x = 0.27$ cm at $x = 1.11$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.49$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.10$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.58$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.07$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.05$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.68$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.13 + 0.00 = 0.23 < 1.00 \text{ (23\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.07 + 0.01 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 102 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 245 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 102.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 245 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 102.8 1/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 102.10 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 28.99 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 102.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 9.84 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta} \quad (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 43.05 < 992.59 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 110.17 < 575.44 kN*m (19 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.8 4/4 Sezione : Classe 4 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.40 < 59.64 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.5 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00654 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.8 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 \quad (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00849 < 1 \quad (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 102.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 9.26 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 102.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} \quad (6.2.8(2)) : 5.74 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}} \right)^b < 1 \quad (6.41)$ $\left(\frac{110.17}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.23}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03910 < 1 \quad (4 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.11 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}} < \frac{\sqrt{3}}{2} : 0.001 < 8.94 \text{ kN*m} \quad (0 \%)$

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.11 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 γy = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 102 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m $\lambda_z = 1.345$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 1.60$ $\chi_z = 1.000$ Ncrz = 1938.41 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 4.23 m Lds = 4.23 m C1 = 2.813 C2 = 0.112 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 1495.78 kN*m $\lambda_{LT} = 0.636$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\Phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.819$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.23 < 1.00$ (23%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 108 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Frecce	
1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 244 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 108.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 244 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 108.5 3/4 L/10000 < L/250 (2 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 108.4 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 20.08 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 108.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 9.10 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 43.16 < 992.59 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 113.58 < 575.44 kN*m (20 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 108.12 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.47 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 143 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D], Mesh n° 108.8 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00773 < 1 (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 108.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00436 < 1 (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 108.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 9.33 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 108.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.57 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.3 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{113.58}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.07}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03970 < 1 (4 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.1 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 χy = 1.000 Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λz = 1.345 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.60 χz = 1.000 Ncrz = 1938.41 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 108 Trave	
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.805$ $C_2 = 0.108$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1491.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_{LT} = 0.636$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.818$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.24 < 1.00$ (24%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 109 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 244 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 109.8 0/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 244 : 1x[1 G]+1x[9 VY+D]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 109.8 1/4 L/10000 < L/250 (2 %)
-------------	---

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 109.6 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 18.05 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 109.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 9.90 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 43.31 < 992.59 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.11 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 113.02 < 575.44 kN*m (20 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 109.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.54 < 93.45 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 109.5 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00835 < 1 (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 109.5 2/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00438 < 1 (0 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 109.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 9.46 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 109.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 3.88 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.11 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{113.02}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.05}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03906 < 1 (4 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.11 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 χy = 1.000 Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λz = 1.345 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.60 χz = 1.000 Ncrz = 1938.41 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 109 Trave	
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C1 = 2.806$ $C2 = 0.109$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1492.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_{LT} = 0.636$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.818$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.24 < 1.00$ (24%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 152 Trave	
1) Sezione	
Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Frecce	
1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 245 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 152.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 245 : 1x[1 G]+1x[10 VY-S]+0.7x[2 Q]+0.5x[3 Snow], Mesh n° 152.5 3/4 L/10000 < L/250 (2 %)
3) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 152.3 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nt,Rd : 30.06 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 152.12 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 9.56 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 40.30 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 42.72 < 992.59 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 112.23 < 575.44 kN*m (20 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 152.8 4/4 Sezione : Classe 4 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 0.43 < 59.64 kN*m (1 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 152.8 3/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00554 < 1 (1 \%)$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 152.8 4/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1 (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01031 < 1 (1 \%)$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 152.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 8.96 \text{ kN} < 496.29 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 152.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 3.93 \text{ kN} < 569.37 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{112.23}{575.44} \right)^{2.00} + \left(\frac{0.23}{93.45} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.04050 < 1 (4 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)
4) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λy = 0.300 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.56 χy = 1.000 Ncry = 39022.61 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 4.23 m λz = 1.345 Curva b αz = 0.34 Φz = 1.60 χz = 1.000 Ncrz = 1938.41 kN

Scheda sezione - Elemento lineare no. 152 Trave	
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 4.23 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.23 \text{ m}$ $C_1 = 2.808$ $C_2 = 0.110$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 1493.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_{LT} = 0.636$ Curva b $\alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.78$ $\chi_{LT} = 0.819$
Termini ausiliari (Annessi A)	non eseguito (-)
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	non eseguito (-)
Elementi uniformi a flessione (6.3.2)	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} \leq 1.00$ (6.54) $0.24 < 1.00$ (24%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 154 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 609.90 < 6687.52 \text{ kN} (9 \%)$
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 7.91 < 2917.65 \text{ kN} (0 \%)$
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 71.72 < 1366.01 \text{ kN} (5 \%)$
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 189.17 < 1092.72 \text{ kN*m} (17 \%)$
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 154.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 24.12 < 373.26 \text{ kN*m} (6 \%)$
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 413.52 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 413.52 \text{ kN} < 912.86 \text{ kN}$ Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 413.52 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 54.02 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 1.79 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 154.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{8.26}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{24.12}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06468 < 1 (6 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.006 < 28.93 \text{ kN*m} (0 \%)$
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ Ncry = 218703.24 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.012 C2 = 0.013 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 16984.30 kN*m $\lambda_{LT} = 0.260$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 154 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.09$ cm at $x = 1.39$ m) $C_{m20} = 0.68$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.28$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.68$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.09$ cm at $x = 1.39$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.16$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.79$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.06$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.17 + 0.00 = 0.27 < 1.00 \text{ (27\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.09 + 0.01 = 0.19 < 1.00 \text{ (19\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 155 Trave

1) Sezione

Profilo	IPE450
Dimensioni(cm)	h = 45.00 b = 19.00 tw = 0.94 tf = 1.46 r = 2.10 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 98.82 Avy = 58.34 Avz = 50.85
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 66.87 Iy = 33740 Iz = 1676
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 794312
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 1702 Wplz = 276.4
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Frecce

1° criterio	Frecce elementi: y : Caso n° 183 : 1x[1 G]+1x[2 Q]+0.6x[7 VX-D], Mesh n° 155.5 4/4 L/10000 < L/250 (0 %) z : Caso n° 183 : 1x[1 G]+1x[2 Q]+0.6x[7 VX-D], Mesh n° 155.5 3/4 L/6834 < L/250 (4 %)
-------------	--

3) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.11 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 21.99 < 3341.06 kN (1 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 16.09 < 1138.75 kN (1 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 40.30 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 49.09 < 992.59 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 133.53 < 575.44 kN*m (23 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 1.41 < 93.45 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 155.9 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00025 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 155.9 1/4 Sezione : Classe 4 $\frac{S_{x,Ed}}{f_y} < 1$ (6.43) : (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00023 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 155.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 38.95 kN < 496.29 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 155.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 5.89 kN < 569.37 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{133.53}{575.44}\right)^{2.00} + \left(\frac{1.41}{93.45}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06889 < 1 (7 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.9 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 8.94 kN*m (0 %)

4) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y	Lfz = 4.76 m λy = 0.337 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.57 γy = 0.969

Scheda sezione - Elemento lineare no. 155 Trave	
(4.2.4.1.3.1)	Ncr _y = 30863.86 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	L _{fy} = 4.76 m λ _z = 1.513 Curva b α _z = 0.34 Φ _z = 1.87 χ _z = 0.338 Ncr _z = 1533.13 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	L _{di} = 4.76 m L _{ds} = 4.76 m C ₁ = 2.984 C ₂ = 0.194 z _g = 0.00 m k _z = 1.000 k _w = 1.000 Mcr = 1314.79 kN*m λ _{LT} = 0.678 Curva b α _{LT} = 0.34 Φ _{LT} = 0.81 χ _{LT} = 0.796
Termini ausiliari (Annessi A)	C _{my0} = 1.00 (δ _x = 0.13 cm at x = 1.46 m) C _{mz0} = 1.00 (δ _x = 0.00 cm at x = 2.19 m) NcrT = 3534.44 kN λ _{max} = 1.51 Mcr0 = 440.68 kN*m λ ₀ = 1.17 λ _{limite} = 0.35 C _{my} = 1.00 C _{mz} = 1.00 C _{mLT} = 1.00 (δ _x = 0.13 cm at x = 1.46 m) a _{LT} = 1.00 s _y = 304.96 m _{uy} = 1.00 m _{uz} = 1.00 w _y = 1.13 w _z = 1.50 η _{pl} = 0.00 b _{LT} = 0.00 c _{LT} = 0.37 d _{LT} = 0.00 e _{LT} = 0.10 C _{yy} = 1.00 C _{yz} = 0.81 C _{zy} = 1.00 C _{zz} = 1.00 k _{yy} = 1.00 k _{yz} = 0.85 k _{zy} = 0.52 k _{zz} = 1.00
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.29 + 0.01 = 0.31 < 1.00 \text{ (31\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.00 + 0.15 + 0.02 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 157 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 157.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 371.43 < 6687.52 kN (6 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 157.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 3.51 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 157.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 42.84 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 157.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 99.69 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 157.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 10.51 < 373.26 kN*m (3 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 266.10 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 266.10 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 266.10 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 42.52 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.14 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 157.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{3.03}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{10.51}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02816 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 155 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 157.3 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.006 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 157.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.75 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.377 C2 = 0.080 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13284.78 kN*m λLT = 0.294 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 157 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $C_{mz0} = 0.99$ ($ \delta_x = 0.00$ cm at $x = 2.63$ m) $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.99$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 2.41$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.04$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.38$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.01$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.69$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.98$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.04 + 0.09 + 0.00 = 0.13 < 1.00 \text{ (13\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.05 + 0.05 + 0.00 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 158 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 158.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 375.03 < 6687.52 kN (6 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 7.97 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 42.64 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 98.77 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 19.46 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 266.33 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 266.33 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 266.33 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 42.16 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.92 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{98.38}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{16.60}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05257 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 158.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.003 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 158.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.75 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.600 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14531.44 kN*m λLT = 0.281 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 158 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.62$ $C_{m20} = 0.63$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.84$ $C_{mz} = 0.63$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 1.86$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.05$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.04$ $e_{LT} = 0.45$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.03$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.03$ $k_{yy} = 0.84$ $k_{yz} = 0.43$ $k_{zy} = 0.44$ $k_{zz} = 0.62$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.05 + 0.08 + 0.02 = 0.15 < 1.00 \text{ (15\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.04 + 0.03 = 0.13 < 1.00 \text{ (13\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 159 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 159.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 944.02 < 6687.52 kN (14 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 2.81 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 159.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 12.41 < 1366.01 kN (1 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 40.41 < 1092.72 kN*m (4 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 9.14 < 373.26 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 159.4 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 933.71 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 933.71 kN > 912.86 kN My,Ed < M Ny,Rd (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 9.61 < 1088.14 kN*m (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 159.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 561.26 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 159.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.35 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 159.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.80 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{1.06}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{9.14}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02450 < 1 (2 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.2 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}} \cdot f_y$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 159.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 1.591 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 8895.18 kN*m λLT = 0.359 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 159 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.82$ $C_{m20} = 0.73$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.25$ $C_{my} = 0.83$ $C_{mz} = 0.73$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.00$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.14$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.00$ $C_{yy} = 1.02$ $C_{yz} = 1.12$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.11$ $k_{yy} = 0.82$ $k_{yz} = 0.47$ $k_{zy} = 0.43$ $k_{zz} = 0.68$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.14 + 0.00 + 0.01 = 0.15 < 1.00 \text{ (15\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.16 + 0.00 + 0.01 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 160 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 160.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 569.75 < 6687.52 kN (9 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 10.93 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 42.57 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 98.86 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 26.48 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 330.92 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.34) : 330.92 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.35) : 330.92 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.11 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.87 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{6.98}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{26.48}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07099 < 1 (7 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.438 C2 = 0.057 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13629.86 kN*m λLT = 0.290 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 160 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11 \text{ cm}$ at $x = 1.05 \text{ m}$) $C_{m20} = 0.59$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.59$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.11 \text{ cm}$ at $x = 1.05 \text{ m}$) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.63$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.38$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.04$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.40$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.58$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.09 + 0.01 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.05 + 0.02 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 161 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 161.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 571.04 < 6687.52 kN (9 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 161.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 11.18 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 42.42 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 98.14 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 161.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 26.98 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 338.04 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 338.04 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 338.04 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.48 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.33 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 161.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{6.29}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{26.98}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07231 < 1 (7 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.442 C2 = 0.058 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13648.93 kN*m λLT = 0.290 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 161 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11 \text{ cm}$ at $x = 1.05 \text{ m}$) $C_{mz0} = 0.58$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.58$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.11 \text{ cm}$ at $x = 1.05 \text{ m}$) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.62$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.38$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.04$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.39$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.56$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.09 + 0.01 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.05 + 0.02 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 162 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 30.00$ $t_w = 1.35$ $t_f = 2.40$ $r = 2.70$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 197.80 $A_{vy} = 149.47$ $A_{vz} = 69.98$
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	$I_t = 355.7$ $I_y = 57680$ $I_z = 10820$
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	$I_w = 3.82422e+06$
Moduli di resistenza(cm ³)	$W_{ply} = 3232$ $W_{plz} = 1104$
Materiale	S355 $E = 210000$ MPa $\nu = 0.3$ $G = 80800$ MPa
Qualità	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : $1.3x[1 \text{ G}] + 1.5x[2 \text{ Q}] + 0.9x[8 \text{ VY} + \text{S}] + 0.75x[3 \text{ Snow}]$, Mesh n° 162.1 0/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 639.88 < 6687.52 \text{ kN}$ (10 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : $1.3x[1 \text{ G}] + 1.5x[9 \text{ VY} + \text{D}] + 1.05x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 162.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_y, Ed < V_{y,pl,Rd} : 9.72 < 2917.65 \text{ kN}$ (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : $1x[1 \text{ G}] + 1x[12 \text{ EX}]$, Mesh n° 162.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_z, Ed < V_{z,pl,Rd} : 65.28 < 1366.01 \text{ kN}$ (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : $1x[1 \text{ G}] - 1x[12 \text{ EX}] + 0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 162.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_y, Ed < M_{y,c,Rd} : 144.25 < 1092.72 \text{ kN*m}$ (13 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : $1.3x[1 \text{ G}] + 1.5x[9 \text{ VY} + \text{D}] + 1.05x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 162.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_z, Ed < M_{z,c,Rd} : 23.63 < 373.26 \text{ kN*m}$ (6 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}] - 1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 162.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 380.84 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 380.84 \text{ kN} < 912.86 \text{ kN}$ Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}] - 1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 162.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 380.84 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}] - 1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 162.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.68 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1 \text{ G}] - 1x[13 \text{ EY}]$, Mesh n° 162.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.19 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : $0.00000 < 1$ (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : $1.3x[1 \text{ G}] + 1.5x[9 \text{ VY} + \text{D}] + 1.05x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 162.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{0.59}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{23.63}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06331 < 1$ (6 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : $1x[1 \text{ G}] + 1x[13 \text{ EY}] + 0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 162.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93 \text{ kN*m}$ (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : $1x[1 \text{ G}] + 1x[12 \text{ EX}] + 0.3x[2 \text{ Q}]$, Mesh n° 162.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	$L_{fz} = 2.94 \text{ m}$ $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ $N_{cry} = 138308.74 \text{ kN}$
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	$L_{fy} = 2.94 \text{ m}$ $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ $N_{crz} = 25944.88 \text{ kN}$
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 2.94 \text{ m}$ $L_{ds} = 2.94 \text{ m}$ $C_1 = 2.594$ $C_2 = 0.000$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 14500.41 \text{ kN*m}$ $\lambda_{LT} = 0.281$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 162 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.60$ $C_{m20} = 0.58$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.84$ $C_{mz} = 0.58$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 2.41$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.06$ $d_{LT} = 0.04$ $e_{LT} = 0.66$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.03$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.03$ $k_{yy} = 0.84$ $k_{yz} = 0.40$ $k_{zy} = 0.44$ $k_{zz} = 0.57$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.11 + 0.01 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.06 + 0.02 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 163 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 30.00$ $t_w = 1.35$ $t_f = 2.40$ $r = 2.70$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 197.80 $A_{vy} = 149.47$ $A_{vz} = 69.98$
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	$I_t = 355.7$ $I_y = 57680$ $I_z = 10820$
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	$I_w = 3.82422e+06$
Moduli di resistenza(cm ³)	$W_{ply} = 3232$ $W_{plz} = 1104$
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ Q}]+0.9x[11\text{ VY-D}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 163.1 0/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 942.01 < 6687.52$ kN (14 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 163.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 2.84 < 2917.65$ kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]$, Mesh n° 163.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 12.45 < 1366.01$ kN (1 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 172 : $1x[1\text{ G}]+1x[12\text{ EX}]$, Mesh n° 163.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 40.55 < 1092.72$ kN*m (4 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 163.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 9.10 < 373.26$ kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 113 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ Q}]+0.9x[5\text{ VX-D}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 163.4 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 933.69$ kN < 1671.88 kN $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 933.69$ kN > 912.86 kN $M_{y,Ed} < M_{Ny,Rd} (6.31) (NTC2018 - 4.2.43) : 9.60 < 1088.14$ kN*m (1 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 163.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 548.50$ kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 163.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 0.37$ kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]$, Mesh n° 163.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.84$ kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : $1x[1\text{ G}]-1x[13\text{ EY}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 163.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{1.19}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{9.10}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02439 < 1 (2 %)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : $1x[1\text{ G}]+1x[13\text{ EY}]+0.3x[2\text{ Q}]$, Mesh n° 163.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93$ kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 119 : $1.3x[1\text{ G}]+1.5x[2\text{ Q}]+0.9x[11\text{ VY-D}]+0.75x[3\text{ Snow}]$, Mesh n° 163.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	$L_{fz} = 2.94$ m $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ $N_{cry} = 138308.74$ kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	$L_{fy} = 2.94$ m $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ $N_{crz} = 25944.88$ kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	$L_{di} = 2.94$ m $L_{ds} = 2.94$ m $C_1 = 1.860$ $C_2 = 0.000$ $z_g = 0.00$ m $k_z = 1.000$ $k_w = 1.000$ $M_{cr} = 10396.26$ kN*m $\lambda_{LT} = 0.332$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 163 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.77$ $C_{m20} = 0.73$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.27$ $C_{my} = 0.78$ $C_{mz} = 0.73$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.00$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.14$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.00$ $C_{yy} = 1.02$ $C_{yz} = 1.12$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.11$ $k_{yy} = 0.77$ $k_{yz} = 0.47$ $k_{zy} = 0.40$ $k_{zz} = 0.68$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.14 + 0.00 + 0.01 = 0.15 < 1.00 \text{ (15\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.16 + 0.00 + 0.01 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 164 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 164.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 667.72 < 6687.52 kN (10 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 12.51 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 68.98 < 1366.01 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 151.77 < 1092.72 kN*m (14 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 164.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 27.43 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 401.00 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 401.00 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 401.00 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 68.92 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 7.57 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 164.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{136.88}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{22.42}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07576 < 1 (8 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.532 C2 = 0.045 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14155.80 kN*m λLT = 0.285 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 164 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.16$ cm at $x = 1.05$ m) $C_{m20} = 0.57$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.32$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.57$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.16$ cm at $x = 1.05$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.42$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.05$ $e_{LT} = 0.58$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.03$ $C_{zy} = 0.99$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.39$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.56$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.14 + 0.02 = 0.22 < 1.00 \text{ (22\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.07 + 0.02 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 165 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 165.1 0/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 776.27 < 6687.52 \text{ kN} (12 \%)$
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_y,Ed < V_{y,pl,Rd} : 2.75 < 2917.65 \text{ kN} (0 \%)$
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_z,Ed < V_{z,pl,Rd} : 18.75 < 1366.01 \text{ kN} (1 \%)$
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_y,Ed < M_{y,c,Rd} : 46.19 < 1092.72 \text{ kN*m} (4 \%)$
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_z,Ed < M_{z,c,Rd} : 8.95 < 373.26 \text{ kN*m} (2 \%)$
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 472.23 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 472.23 \text{ kN} < 912.86 \text{ kN}$ Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 472.23 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.65 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.74 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{3.55}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{8.95}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02399 < 1 (2 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93 \text{ kN*m} (0 \%)$

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 165.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.150 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 12016.80 kN*m $\lambda_{LT} = 0.309$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 165 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.72$ $C_{m20} = 0.72$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.29$ $C_{my} = 0.79$ $C_{mz} = 0.72$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.12$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.11$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.01$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.06$ $C_{yy} = 1.02$ $C_{yz} = 1.10$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.09$ $k_{yy} = 0.78$ $k_{yz} = 0.47$ $k_{zy} = 0.41$ $k_{zz} = 0.68$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.12 + 0.01 + 0.01 = 0.13 < 1.00 \text{ (13\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.13 + 0.00 + 0.01 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 166 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 166.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 481.85 < 6687.52 kN (7 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 105 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[6 VX-S], Mesh n° 166.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 11.38 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 70.28 < 1366.01 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 154.25 < 1092.72 kN*m (14 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 24.33 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 305.73 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 305.73 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 305.73 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 68.41 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 7.06 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{154.22}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{21.67}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07799 < 1 (8 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 166.3 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 166.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.592 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14486.76 kN*m λLT = 0.281 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 166 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.60$ $C_{m20} = 0.57$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.84$ $C_{mz} = 0.57$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 2.34$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.07$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.06$ $d_{LT} = 0.08$ $e_{LT} = 0.71$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.03$ $C_{zy} = 0.99$ $C_{zz} = 1.03$ $k_{yy} = 0.83$ $k_{yz} = 0.39$ $k_{zy} = 0.44$ $k_{zz} = 0.56$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.12 + 0.02 = 0.21 < 1.00 \text{ (21\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.08 + 0.06 + 0.03 = 0.17 < 1.00 \text{ (17\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 167 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 167.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 370.12 < 6687.52 kN (6 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.59 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 44.91 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 103.66 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 15.95 < 373.26 kN*m (4 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 157.80 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 157.80 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 157.80 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 43.96 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.36 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{4.95}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{15.95}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.04274 < 1 (4 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 167.2 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.76 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.385 C2 = 0.076 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13330.25 kN*m λLT = 0.293 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 167 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $C_{m20} = 0.58$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.58$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.54$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.04$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.40$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.02$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.03$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.40$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.57$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.04 + 0.10 + 0.01 = 0.15 < 1.00 \text{ (15\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.05 + 0.05 + 0.01 = 0.11 < 1.00 \text{ (11\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 168 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 168.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 567.26 < 6687.52 kN (8 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 168.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 11.52 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 41.07 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 95.38 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 168.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 26.88 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 328.50 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 328.50 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 328.50 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.26 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 8.77 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 168.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{4.74}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{26.88}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07204 < 1 (7 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.434 C2 = 0.059 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13603.12 kN*m λLT = 0.290 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 168 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $C_{m20} = 0.58$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{olimit} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.58$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.59$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.03$ $e_{LT} = 0.37$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.04$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.39$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.56$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.09 + 0.01 = 0.16 < 1.00 \text{ (16\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.05 + 0.02 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 169 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 169.1 0/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 598.30 < 6687.52 \text{ kN} (9 \%)$
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_y, Ed < V_{y,pl,Rd} : 10.29 < 2917.65 \text{ kN} (0 \%)$
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_z, Ed < V_{z,pl,Rd} : 64.57 < 1366.01 \text{ kN} (5 \%)$
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_y, Ed < M_{y,c,Rd} : 142.76 < 1092.72 \text{ kN*m} (13 \%)$
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 169.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_z, Ed < M_{z,c,Rd} : 24.31 < 373.26 \text{ kN*m} (7 \%)$
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 363.05 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 363.05 \text{ kN} < 912.86 \text{ kN}$ Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 363.05 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.22 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 8.00 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 169.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{2.63}{1092.72} \right)^{2.00} + \left(\frac{24.31}{373.26} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06514 < 1 (7 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93 \text{ kN*m} (0 \%)$
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.562 C2 = 0.032 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14319.65 kN*m $\lambda_{LT} = 0.283$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 169 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.15 \text{ cm}$ at $x = 1.05 \text{ m}$) $C_{m20} = 0.58$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{olimit} = 0.32$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.58$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.15 \text{ cm}$ at $x = 1.05 \text{ m}$) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.47$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.03$ $e_{LT} = 0.54$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.03$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.03$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.40$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.57$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.13 + 0.01 = 0.20 < 1.00 \text{ (20\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.07 + 0.02 = 0.15 < 1.00 \text{ (15\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 170 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 170.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 542.97 < 6687.52 kN (8 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 170.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 11.77 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 41.88 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 97.23 < 1092.72 kN*m (9 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 170.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 27.44 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 322.26 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 322.26 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 322.26 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.08 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 8.86 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 170.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{7.78}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{27.44}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.07355 < 1 (7 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.2 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.003 < 28.93 kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ Ncry = 138308.77 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.438 C2 = 0.057 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13625.41 kN*m $\lambda_{LT} = 0.290$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 170 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $C_{m20} = 0.58$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.58$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.11$ cm at $x = 1.05$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.66$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.03$ $e_{LT} = 0.37$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.04$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.39$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.57$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.09 + 0.01 = 0.16 < 1.00 \text{ (16\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.05 + 0.02 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 171 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 171.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 312.97 < 6687.52 kN (5 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 171.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 7.02 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 54.53 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 127.07 < 1092.72 kN*m (12 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 148 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 16.40 < 373.26 kN*m (4 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 127.67 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.34) : 127.67 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.35) : 127.67 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 32.13 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.92 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{126.68}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{13.67}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05006 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 171.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$: 0.003 < 28.93 kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 171.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.601 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14538.26 kN*m $\lambda_{LT} = 0.281$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 171 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.62$ $C_{m20} = 0.64$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.86$ $C_{mz} = 0.64$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 2.86$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.05$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.04$ $e_{LT} = 0.57$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.01$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 0.85$ $k_{yz} = 0.44$ $k_{zy} = 0.45$ $k_{zz} = 0.63$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.05 + 0.10 + 0.02 = 0.16 < 1.00 \text{ (16\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.05 + 0.05 + 0.02 = 0.13 < 1.00 \text{ (13\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 172 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 130 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[4 VX+S], Mesh n° 172.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 237.28 < 6687.52 kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 172.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.96 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 31.89 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 76.57 < 1092.72 kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 172.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 20.59 < 373.26 kN*m (6 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 162.10 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 162.10 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 162.10 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.08 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 5.00 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 172.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{7.94}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{20.59}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05521 < 1 (6 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}}$ Mx < Wt * $\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.472 C2 = 0.032 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13818.53 kN*m λLT = 0.288 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 172 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $C_{m20} = 0.66$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.66$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.98$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.29$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.01$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.07 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.04 + 0.01 = 0.08 < 1.00 \text{ (8\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 173 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 173.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 420.64 < 6687.52 kN (6 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 173.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 1.61 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 173.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{\eta}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 5.11 < 1366.01 kN (0 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 173.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 20.98 < 1092.72 kN*m (2 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 173.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 6.78 < 373.26 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 293.43 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 293.43 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 293.43 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.16 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.04 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 173.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{0.20}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{6.78}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01816 < 1 (2 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 173.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{f_y}{\gamma_{MO}}$ Mx < Wt * $\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{MO}}$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 173.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 1.789 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 9998.70 kN*m λLT = 0.339 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 173 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.78$ $C_{m20} = 0.79$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.27$ $C_{my} = 0.79$ $C_{mz} = 0.79$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.00$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.00$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.05$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 0.79$ $k_{yz} = 0.53$ $k_{zy} = 0.41$ $k_{zz} = 0.77$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.00 + 0.01 = 0.07 < 1.00 \text{ (7\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.00 + 0.01 = 0.08 < 1.00 \text{ (8\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 174 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 174.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 147.67 < 6687.52 kN (2 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 3.70 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 32.35 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 82.05 < 1092.72 kN*m (8 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 9.57 < 373.26 kN*m (3 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 115.37 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 115.37 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 115.37 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 32.14 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 3.18 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{15.82}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{9.57}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02585 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 174.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.72 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.384 C2 = 0.036 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13326.11 kN*m λLT = 0.293 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 174 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.12$ cm at $x = 3.15$ m) $C_{m20} = 0.60$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.60$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.12$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 5.08$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.02$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.32$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.01$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.42$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.60$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.08 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.04 + 0.01 = 0.07 < 1.00 \text{ (7\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 175 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 133 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 175.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 237.00 < 6687.52 kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 175.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.75 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 175.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 32.05 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 175.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 76.86 < 1092.72 kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 175.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 19.96 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 161.05 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.34) : 161.05 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.35) : 161.05 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.18 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.93 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 175.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{8.41}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{19.96}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05354 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° -, Mesh n° -, non eseguito (-) (Mx = 0)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 175.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flesso-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.474 C2 = 0.031 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13828.92 kN*m λLT = 0.288 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000
Termini ausiliari (Annessi A)	Cmy0 = 1.00 (δx = 0.10 cm at x = 3.15 m) Cmz0 = 0.67

Scheda sezione - Elemento lineare no. 175 Colonna	
	NcrT = 34775.03 kN $\lambda_{\max} = 0.52$ Mcr0 = 5589.74 kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0\limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.67$ $C_{mLT} = 1.00$ ($\delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\delta_y = 3.00$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.30$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.01$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.47$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.03 + 0.07 + 0.01 = 0.10 < 1.00 (10%)
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_Z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ 0.03 + 0.04 + 0.01 = 0.08 < 1.00 (8%)

Scheda sezione - Elemento lineare no. 176 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 126 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[8 VY+S], Mesh n° 176.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 270.79 < 6687.52 kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 176.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 5.72 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 55.75 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 126.31 < 1092.72 kN*m (12 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 176.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 17.41 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 189.49 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 189.49 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 189.49 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.92 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.09 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 176.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{0.33}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{17.41}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.04666 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.604 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14553.11 kN*m λLT = 0.281 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 176 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.61$ $C_{m20} = 0.66$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.88$ $C_{mz} = 0.66$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 4.68$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.55$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.01$ $k_{yy} = 0.87$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.45$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.10 + 0.01 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.05 + 0.01 = 0.09 < 1.00 \text{ (9\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 177 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 125 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 177.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 276.64 < 6687.52 kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 177.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.82 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 53.68 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 123.71 < 1092.72 kN*m (11 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 165 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 177.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 18.61 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 193.73 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 193.73 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 193.73 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 53.64 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.54 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 165 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 177.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{0.93}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{18.61}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.04985 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.001 < 28.93 kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.603 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14551.09 kN*m λLT = 0.281 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 177 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.62$ $C_{m20} = 0.66$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.88$ $C_{mz} = 0.66$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 4.49$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.54$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 0.87$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.46$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.10 + 0.01 = 0.14 < 1.00 \text{ (14\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.05 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 178 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 178.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 460.15 < 6687.52 kN (7 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 178.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 1.62 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 178.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 5.10 < 1366.01 kN (0 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 178.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 20.98 < 1092.72 kN*m (2 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 178.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 6.79 < 373.26 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 323.81 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 323.81 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 323.81 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.17 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.01 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 178.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{0.19}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{6.79}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01819 < 1 (2 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 178.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 178.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 1.770 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 9893.84 kN*m λLT = 0.341 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 178 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.79$ $C_{m20} = 0.79$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.26$ $C_{my} = 0.80$ $C_{mz} = 0.79$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.00$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.07$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.00$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.06$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.05$ $k_{yy} = 0.80$ $k_{yz} = 0.53$ $k_{zy} = 0.41$ $k_{zz} = 0.76$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.00 + 0.01 = 0.08 < 1.00 \text{ (8\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.08 + 0.00 + 0.01 = 0.09 < 1.00 \text{ (9\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 179 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 179.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 147.33 < 6687.52 kN (2 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 179.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 5.54 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 179.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 32.10 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 179.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 78.72 < 1092.72 kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 179.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 14.65 < 373.26 kN*m (4 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 114.44 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 114.44 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 114.44 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 31.90 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.66 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 179.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{21.30}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{14.65}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03963 < 1 (4 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 179.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 179.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.425 C2 = 0.038 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13552.61 kN*m λLT = 0.291 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 179 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11 \text{ cm}$ at $x = 3.15 \text{ m}$) $C_{m20} = 0.65$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{olimit} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.65$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.11 \text{ cm}$ at $x = 3.15 \text{ m}$) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 4.92$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.02$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.30$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.01$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.07 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.04 + 0.01 = 0.07 < 1.00 \text{ (7\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 180 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 180.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 416.09 < 6687.52 kN (6 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 180.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 1.62 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 180.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 5.11 < 1366.01 kN (0 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 180.1 0/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 21.26 < 1092.72 kN*m (2 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 180.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 6.83 < 373.26 kN*m (2 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 290.58 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.34) : 290.58 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ (6.35) : 290.58 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.53 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.98 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 180.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{9.89}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{6.83}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.01837 < 1 (2 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 180.3 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 180.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessio-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 1.770 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 9893.84 kN*m λLT = 0.341 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 180 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.79$ $C_{m20} = 0.79$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.26$ $C_{my} = 0.85$ $C_{mz} = 0.79$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 0.17$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.06$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.00$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.04$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.05$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 0.85$ $k_{yz} = 0.53$ $k_{zy} = 0.44$ $k_{zz} = 0.77$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.06 + 0.01 + 0.01 = 0.08 < 1.00 \text{ (8\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.07 + 0.00 + 0.01 = 0.09 < 1.00 \text{ (9\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 181 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 126 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[8 VY+S], Mesh n° 181.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 248.33 < 6687.52 kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 7.41 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 54.54 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 123.06 < 1092.72 kN*m (11 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 181.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 19.61 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 175.00 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 175.00 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 175.00 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 54.19 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.58 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 181.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{12.34}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{19.61}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05265 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.3 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.603 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14549.09 kN*m λLT = 0.281 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 181 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.61$ $C_{m20} = 0.65$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.88$ $C_{mz} = 0.65$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $e_y = 4.96$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.54$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.01$ $k_{yy} = 0.88$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.46$ $k_{zz} = 0.64$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.10 + 0.01 = 0.13 < 1.00 \text{ (13\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.05 + 0.01 = 0.09 < 1.00 \text{ (9\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 182 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 135 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 182.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 147.19 < 6687.52 kN (2 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 4.15 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 32.46 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 80.96 < 1092.72 kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 9.70 < 373.26 kN*m (3 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25•Npl,Rd (6.33) : 77.58 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 77.58 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 77.58 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 25.16 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.15 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{14.76}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{9.70}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.02618 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 182.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.73 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.404 C2 = 0.037 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13437.66 kN*m λLT = 0.292 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 182 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.12$ cm at $x = 3.15$ m) $C_{m20} = 0.60$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.60$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.12$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 5.03$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.02$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.31$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.01$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.41$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.59$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.07 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.04 + 0.01 = 0.07 < 1.00 \text{ (7\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 183 Colonna	
1) Sezione	
Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	$h = 40.00$ $b = 30.00$ $t_w = 1.35$ $t_f = 2.40$ $r = 2.70$ $r_1 = 0.00$
Sezioni(cm ²)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm ⁴)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm ⁶)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm ³)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
2) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 133 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 183.1 0/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 236.27 < 6687.52$ kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 183.2 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{y,Ed} < V_{y,pl,Rd} : 6.57 < 2917.65$ kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_{z,Ed} < V_{z,pl,Rd} : 31.37 < 1366.01$ kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_{y,Ed} < M_{y,c,Rd} : 74.99 < 1092.72$ kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 183.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_{z,Ed} < M_{z,c,Rd} : 19.27 < 373.26$ kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} (6.33) : 158.85$ kN < 1671.88 kN $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 158.85$ kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 158.85$ kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{z,Ed} < \frac{V_{z,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 1.97$ kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_{y,Ed} < \frac{V_{y,pl,Rd}}{2} (6.2.8(2)) : 2.47$ kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 183.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z Rd}}\right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{7.41}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{19.27}{373.26}\right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05168 < 1 (5 %)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93$ kN*m (0 %)
3) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_y = 0.225$ Curva a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.53$ $\chi_y = 0.994$ Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m $\lambda_z = 0.520$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.69$ $\chi_z = 0.875$ Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.475 C2 = 0.032 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13836.44 kN*m $\lambda_{LT} = 0.288$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 183 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $C_{m20} = 0.66$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.66$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.94$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.29$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.01$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.07 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.04 + 0.01 = 0.07 < 1.00 \text{ (7\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 184 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 125 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 184.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 271.11 < 6687.52 kN (4 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 184.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 5.63 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 55.68 < 1366.01 kN (4 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 126.00 < 1092.72 kN*m (12 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 184.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 16.90 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 190.31 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 190.31 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 190.31 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.95 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.15 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 184.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{1.13}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{16.90}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.04527 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.603 C2 = 0.000 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14552.35 kN*m λLT = 0.281 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 184 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 0.61$ $C_{m20} = 0.65$ $N_{crT} = 34775.03 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{0limite} = 0.32$ $C_{my} = 0.88$ $C_{mz} = 0.65$ $C_{mLT} = 1.00$ $(\delta_x = 0.00 \text{ cm at } x = 0.00 \text{ m})$ $a_{LT} = 0.99$ $\phi_y = 4.67$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.05$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.55$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 0.87$ $k_{yz} = 0.46$ $k_{zy} = 0.45$ $k_{zz} = 0.65$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.10 + 0.01 = 0.13 < 1.00 \text{ (13\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.05 + 0.01 = 0.09 < 1.00 \text{ (9\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 185 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 130 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[4 VX+S], Mesh n° 185.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 233.54 < 6687.52 kN (3 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 185.3 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 6.55 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 185.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 31.97 < 1366.01 kN (2 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 185.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 76.41 < 1092.72 kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 185.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 19.47 < 373.26 kN*m (5 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 158.56 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 158.56 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 158.56 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{z,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 4.03 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 2.72 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 185.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{8.19}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{19.47}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.05222 < 1 (5 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.002 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 185.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.72 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.87 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.477 C2 = 0.032 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 13843.19 kN*m λLT = 0.288 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 185 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $C_{m20} = 0.65$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.31$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.65$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 3.00$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.03$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.01$ $e_{LT} = 0.29$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.01$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.02$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.64$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.07 + 0.01 = 0.10 < 1.00 \text{ (10\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.03 + 0.04 + 0.01 = 0.08 < 1.00 \text{ (8\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 186 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 135 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 186.1 0/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 123.92 < 6687.52 kN (2 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 186.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 3.62 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 34.56 < 1366.01 kN (3 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.4 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 77.87 < 1092.72 kN*m (7 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 186.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 11.17 < 373.26 kN*m (3 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25•Npl,Rd (6.33) : 62.32 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 62.32 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 62.32 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 19.10 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 1.95 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 186.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{30.33}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{11.17}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.03069 < 1 (3 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.2 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.4 4/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.94 m λy = 0.225 Curva a αy = 0.21 Φy = 0.53 χy = 0.994 Ncry = 138308.74 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.94 m λz = 0.520 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.69 χz = 0.875 Ncrz = 25944.88 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.94 m Lds = 2.94 m C1 = 2.521 C2 = 0.042 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 14094.31 kN*m λLT = 0.285 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 186 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $C_{mz0} = 0.71$ $N_{crT} = 34775.03$ kN $\lambda_{max} = 0.52$ $M_{cr0} = 5589.74$ kN*m $\lambda_0 = 0.45$ $\lambda_{limite} = 0.32$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.71$ $C_{mLT} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.10$ cm at $x = 3.15$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 5.69$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.01$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.00$ $e_{LT} = 0.30$ $C_{yy} = 1.00$ $C_{yz} = 1.00$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.01$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.50$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.71$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.01 + 0.07 + 0.00 = 0.09 < 1.00 \text{ (9\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.02 + 0.04 + 0.01 = 0.06 < 1.00 \text{ (6\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 284 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $F_x < N_{c,Rd} : 908.40 < 6687.52 \text{ kN} (14 \%)$
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_y, Ed < V_y, pl, Rd : 16.19 < 2917.65 \text{ kN} (1 \%)$
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y} (6.22) : 22.07 < 58.58$ $F_z, Ed < V_z, pl, Rd : 50.68 < 1366.01 \text{ kN} (4 \%)$
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $M_y, Ed < M_y, c, Rd : 136.12 < 1092.72 \text{ kN*m} (12 \%)$
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 0/4 Sezione : Classe 1 $M_z, Ed < M_z, c, Rd : 39.20 < 373.26 \text{ kN*m} (11 \%)$
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl, Rd} (6.33) : 498.87 \text{ kN} < 1671.88 \text{ kN}$ $N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 498.87 \text{ kN} < 912.86 \text{ kN}$ Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $N_{Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 498.87 \text{ kN} < 1825.71 \text{ kN}$ Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_z, Ed < \frac{V_z, pl, Rd}{2} (6.2.8(2)) : 0.28 \text{ kN} < 683.00 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Sezione : Classe 1 $V_y, Ed < \frac{V_y, pl, Rd}{2} (6.2.8(2)) : 12.14 \text{ kN} < 1458.82 \text{ kN}$ Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_y, Ed}{M_{N y, Rd}} \right)^a + \left(\frac{M_z, Ed}{M_{N z, Rd}} \right)^b < 1 (6.41)$ $\left(\frac{1.14}{1092.72} \right)^{2.00} + \left(\frac{39.20}{373.26} \right)^{1.00} = (NTC2018 - 4.2.43) : 0.10501 < 1 (11 \%)$
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.6 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}} : 0.002 < 28.93 \text{ kN*m} (0 \%)$

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 284.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m $\lambda_y = 0.179$ Curva a $\alpha_y = 0.00$ $\Phi_y = 1.00$ $\chi_y = 1.000$ Ncry = 218703.27 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m $\lambda_z = 0.414$ Curva b $\alpha_z = 0.34$ $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.921$ Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 1.862 C2 = 0.059 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 15719.26 kN*m $\lambda_{LT} = 0.270$ Curva - $\alpha_{LT} = 1.00$ $\Phi_{LT} = 1.00$ $\chi_{LT} = 1.000$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 284 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.26 \text{ cm}$ at $x = 1.11 \text{ m}$) $C_{mz0} = 0.66$ $N_{crT} = 50166.49 \text{ kN}$ $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{olimit} = 0.27$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.66$ $C_{mLT} = 1.02$ ($ \delta_x = 0.26 \text{ cm}$ at $x = 1.11 \text{ m}$) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 1.47$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.03$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.57$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.07$ $C_{zy} = 1.01$ $C_{zz} = 1.06$ $k_{yy} = 1.01$ $k_{yz} = 0.43$ $k_{zy} = 0.53$ $k_{zz} = 0.63$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.13 + 0.01 = 0.23 < 1.00 \text{ (23\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.07 + 0.01 = 0.18 < 1.00 \text{ (18\%)}$

Scheda sezione - Elemento lineare no. 286 Colonna

1) Sezione

Profilo	HEB400
Dimensioni(cm)	h = 40.00 b = 30.00 tw = 1.35 tf = 2.40 r = 2.70 r1 = 0.00
Sezioni(cm2)	Area = 197.80 Avy = 149.47 Avz = 69.98
Momenti d'inerzia(cm4)	It = 355.7 Iy = 57680 Iz = 10820
Momenti d'inerzia(cm6)	Iw = 3.82422e+06
Moduli di resistenza(cm3)	Wply = 3232 Wplz = 1104
Materiale	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Qualità	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa

2) Resistenza sezioni

Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 Fx < Nc,Rd : 598.85 < 6687.52 kN (9 %)
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fy,Ed < Vy,pl,Rd : 9.18 < 2917.65 kN (0 %)
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 $\frac{h_w}{t_w} < 72 \frac{E}{f_y}$ (6.22) : 22.07 < 58.58 Fz,Ed < Vz,pl,Rd : 71.69 < 1366.01 kN (5 %)
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 145 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 My,Ed < My,c,Rd : 187.26 < 1092.72 kN*m (17 %)
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 286.1 0/4 Sezione : Classe 1 Mz,Ed < Mz,c,Rd : 25.72 < 373.26 kN*m (7 %)
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < 0.25*Npl,Rd (6.33) : 241.66 kN < 1671.88 kN NEd < $\frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.34) : 241.66 kN < 912.86 kN Clausola 6.33 & 6.34 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 NEd < $\frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$ (6.35) : 241.66 kN < 1825.71 kN Clausola 6.35 soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vz,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 58.31 kN < 683.00 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Sezione : Classe 1 Vy,Ed < $\frac{V_{y,pl,Rd}}{2}$ (6.2.8(2)) : 0.80 kN < 1458.82 kN Clausola 6.2.8(2) soddisfatta. Controllo non eseguito. (NTC2018 - 4.2.43) : 0.00000 < 1 (0 %)
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 286.1 0/4 Sezione : Classe 1 $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N y,Rd}}\right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N z,Rd}}\right)^b < 1$ (6.41) $\left(\frac{2.72}{1092.72}\right)^{2.00} + \left(\frac{25.72}{373.26}\right)^{1.00} =$ (NTC2018 - 4.2.43) : 0.06891 < 1 (7 %)
Torsione St. Venant (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 164 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.4 4/4 Sezione : Classe 1 $M_x < W_t \cdot \frac{f_y}{\gamma_{MO}}$: 0.004 < 28.93 kN*m (0 %)

3) Stabilità elementi

Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.1 0/4 Sezione : Classe 1
Instabilità su Y-Y (4.2.4.1.3.1)	Lfz = 2.34 m λy = 0.179 Curva a αy = 0.00 Φy = 1.00 χy = 1.000 Ncry = 218703.26 kN
Instabilità su Z-Z (4.2.4.1.3.1)	Lfy = 2.34 m λz = 0.414 Curva b αz = 0.34 Φz = 0.62 χz = 0.921 Ncrz = 41025.82 kN
Instabilità flessione-torsionale (4.2.4.1.3.2)	Ldi = 2.34 m Lds = 2.34 m C1 = 2.058 C2 = 0.014 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 17376.96 kN*m λLT = 0.257 Curva - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000

Scheda sezione - Elemento lineare no. 286 Colonna	
Termini ausiliari (Annessi A)	$C_{my0} = 1.00$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.39$ m) $C_{mz0} = 0.68$ $N_{crT} = 50166.49$ kN $\lambda_{max} = 0.41$ $M_{cr0} = 8442.43$ kN*m $\lambda_0 = 0.37$ $\lambda_{limite} = 0.29$ $C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.68$ $C_{mLT} = 1.01$ ($ \delta_x = 0.08$ cm at $x = 1.39$ m) $a_{LT} = 0.99$ $\epsilon_y = 2.13$ $m_{uy} = 1.00$ $m_{uz} = 1.00$ $w_y = 1.12$ $w_z = 1.50$ $\eta_{pl} = 0.09$ $b_{LT} = 0.00$ $c_{LT} = 0.04$ $d_{LT} = 0.02$ $e_{LT} = 0.77$ $C_{yy} = 1.01$ $C_{yz} = 1.06$ $C_{zy} = 1.00$ $C_{zz} = 1.04$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 0.45$ $k_{zy} = 0.52$ $k_{zz} = 0.66$
Coefficienti d'interazione (Annessi A)	
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} \cdot \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.09 + 0.17 + 0.01 = 0.26 < 1.00 \text{ (26\%)}$
Verifica (4.2.4.1.3)	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} \cdot \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.00$ $0.10 + 0.09 + 0.01 = 0.19 < 1.00 \text{ (19\%)}$

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 65 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 65.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 157 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 157 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 129 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 65.6 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: $e_{Ny} = 0.00$ cm $e_{Nz} = 0.00$ cm $S_{xEff} = 93.74$ cm ² Moduli di resistenza(cm3): $W_{eff1y} = 1500.00$ $W_{eff2y} = 1500.00$ $W_{eff1z} = 176.40$ $W_{eff2z} = 176.40$
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 129 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 65.6 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: $e_{Ny} = 0.00$ cm $e_{Nz} = 0.00$ cm $S_{xEff} = 93.74$ cm ² Moduli di resistenza(cm3): $W_{eff1y} = 1500.00$ $W_{eff2y} = 1500.00$ $W_{eff1z} = 176.40$ $W_{eff2z} = 176.40$
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 65.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 65.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.13 4/4

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 65 Trave	
(6.2.9)	Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 65.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 69 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.5 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: $eNy = 0.00 \text{ cm}$ $eNz = 0.00 \text{ cm}$ $SxEff = 93.74 \text{ cm}^2$ Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 69.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: $eNy = 0.00 \text{ cm}$ $eNz = 0.00 \text{ cm}$ $SxEff = 93.74 \text{ cm}^2$ Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: $eNy = 0.00 \text{ cm}$ $eNz = 0.00 \text{ cm}$ $SxEff = 93.74 \text{ cm}^2$ Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 69.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 69.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.10 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 69.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 71 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 71.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 148 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 71.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 164 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.9 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 164 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.9 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 71.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 71.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 71.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 102 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 102.10 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 102.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 102.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 102.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 102.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 102.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 108 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 108.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 108.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 108.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 143 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D], Mesh n° 108.8 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 108.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 108.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 108.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.3 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 108.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 108.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 109 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 109.6 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 109.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 109.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 109.5 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 109.5 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 109.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 109.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.11 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 109.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 109.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 152 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 152.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 152.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 152.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 152.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 152.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 152.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 152.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 152.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 152.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 155 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 155.9 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 155.9 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 155.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 155.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.9 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 155.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 63 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 63.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 63.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 63.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 157 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 63.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 63.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 64 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 64.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 64.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 64.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 64.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 68 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 143 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D], Mesh n° 68.5 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 143 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 68.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 68.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 68.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 68.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 68.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 70 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 70.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 70.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 70.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.6 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 70.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 81 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.5 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 81.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 81.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.6 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 81.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 82 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 82.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 82.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 87 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 87.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 87.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 87.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 87.5 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 87.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 88 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 88.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 88.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 162 : 1.3x[1 G]+1.5x[4 VX+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 88.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 88.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 88.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 88.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 88.6 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 88.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 89 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 89.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 89.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.6 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 89.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 154 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 154.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 154.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 154.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 284 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 284.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 284.6 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 284.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 286 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 145 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 286.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 286.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 286.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 164 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 286.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 84 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 84.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 84.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 165 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 84.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 84.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 84.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 84.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 84.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 85 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 85.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 85.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 162 : 1.3x[1 G]+1.5x[4 VX+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 85.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 85.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 85.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 85.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 85.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 86 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 86.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 86.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 86.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 86.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 86.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 86.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 86.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 86.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 28 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.7 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.6 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 28.6 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 28.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 28.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 28.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 28.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 29 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 29.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 29.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 29.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 29.6 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 29.6 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 29.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 29.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 29.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 29.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 30 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 30.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 30.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 30.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 30.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 30.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 30.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 30.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 30.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 30.10 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 31 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 31.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 31.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 31.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 127 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 31.8 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 127 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 31.8 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 31.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 31.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 31.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 31.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 37 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 37.5 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 37.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 37.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 37.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 37.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 37.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 38 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.10 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 38.5 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 38.5 2/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 38.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 38.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.11 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 117 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 38.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 38.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 66 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 66.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 66.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 66.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 66.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 66.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 66.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 67 Trave	
Sezione Profilo: IPE450	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.10 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 67.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 67.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 93.74 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1500.00 Weff2y = 1500.00 Weff1z = 176.40 Weff2z = 176.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 67.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 67.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 67.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 67.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 157 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 157.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 157.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 157.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 157.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 157.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 157.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 157.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 155 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 157.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 157.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 158 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 158.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 158.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 158.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 158.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 160 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 160.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 160.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 160.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 161 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 161.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 161.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 161.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 161.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 161.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 161.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 162 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 162.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 162.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 162.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 162.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 162.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 162.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 162.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 162.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 162.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 162.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 162.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 162.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 164 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 164.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 147 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 164.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 164.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 164.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 166 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 166.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 105 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[6 VX-S], Mesh n° 166.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 166.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 166.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 166.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 166.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 167 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 116 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[8 VY+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 167.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 167.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 167.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 167.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 168 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 168.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 168.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 168.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 168.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 168.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 168.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 169 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 118 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[10 VY-S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 169.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 169.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 169.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 169.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 170 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 112 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 VX+S]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 170.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 170.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 170.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 170.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 170.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 170.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 171 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 171.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 171.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 150 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 148 : 1.3x[1 G]+1.5x[6 VX-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 171.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 151 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 171.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 171.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 166 : 1.3x[1 G]+1.5x[8 VY+S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 171.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 159 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 115 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[7 VX-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 159.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 159.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 159.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 159.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 159.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 159.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 159.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 159.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 163 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 163.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 163.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 163.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 163.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 163.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 163.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 163.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 163.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 163.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 163.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 163.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 163.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 165 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 113 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[5 VX+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 165.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 165.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 165.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 119 : 1.3x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 165.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 47 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 47.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 47.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 149 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 47.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 47.6 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 47.6 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 47.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 47.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 127 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 47.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 47.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 48 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 48.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 48.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 48.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.5 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm³): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.5 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm³): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 48.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 48.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 48.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 48.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 49 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 49.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.9 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.9 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 49.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 49.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 49.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 49.13 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 50 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 50.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 50.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 50.8 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.8 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 50.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 50.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 50.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 50.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 56 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 56.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 56.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 56.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 56.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 56.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 56.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 56.8 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 56.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 56.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 56.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 56.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 56.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 57 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 57.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 57.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 57.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 161 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 57.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.5 1/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 57.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 57.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 57.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 57.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 57.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 60 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 60.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 60.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 60.10 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 60.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 60.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 60.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 60.8 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 60.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 60.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 60.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 60.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 60.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 61 Trave	
Sezione Profilo: IPE400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (6.2.3)	Caso n° 176 : 1x[1 G]-1x[12 EX], Mesh n° 61.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 61.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 61.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.11 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 159 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 61.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 173 : 1x[1 G]+1x[13 EY], Mesh n° 61.4 3/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.5 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 4 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 4 Caratteristiche efficaci: eNy = 0.00 cm eNz = 0.00 cm SxEff = 81.14 cm² Moduli di resistenza(cm3): Weff1y = 1156.00 Weff2y = 1156.00 Weff1z = 146.40 Weff2z = 146.40
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 61.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 61.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 61.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 61.12 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 172 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 130 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[4 VX+S], Mesh n° 172.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 172.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 172.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 172.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 172.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 172.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 174 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 174.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 174.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 174.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 175 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 133 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 175.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 175.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 175.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 175.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 175.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 175.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 175.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 175.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 176 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 126 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[8 VY+S], Mesh n° 176.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 176.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 176.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 176.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 176.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 176.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 177 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 125 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 177.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 177.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 165 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 177.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 177.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 165 : 1.3x[1 G]+1.5x[7 VX-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 177.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 177.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 179 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 179.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 179.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 179.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 179.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 179.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 179.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 179.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 152 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q], Mesh n° 179.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 179.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 181 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 126 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[8 VY+S], Mesh n° 181.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 181.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 181.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 181.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 181.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 175 : 1x[1 G]-1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 181.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 182 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 135 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 182.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 182.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 182.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 183 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 133 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 183.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 183.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 183.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 183.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 183.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 183.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 184 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 125 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+0.9x[7 VX-D], Mesh n° 184.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 184.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 184.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 184.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 184.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 184.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 185 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 130 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[4 VX+S], Mesh n° 185.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 185.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 185.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 185.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 185.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 167 : 1.3x[1 G]+1.5x[9 VY+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 185.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 185.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 185.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 186 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 135 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[9 VY+D], Mesh n° 186.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 186.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 186.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 186.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 163 : 1.3x[1 G]+1.5x[5 VX+D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 186.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 186.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 173 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 173.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 173.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 173.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 173.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 173.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 173.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 173.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 173.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 173.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 178 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 178.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 178.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 172 : 1x[1 G]+1x[12 EX], Mesh n° 178.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 170 : 1x[1 G]+1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 178.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 178.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 178.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 178.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 178.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 178.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Dettagli sulla sezione e sulla classificazione - 180 Colonna	
Sezione Profilo: HEB400	
1) Resistenza sezioni	
Trazione Compressione (4.2.4.1.2.1)	Caso n° 137 : 1.3x[1 G]+1.5x[3 Snow]+1.05x[2 Q]+0.9x[11 VY-D], Mesh n° 180.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Y (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 169 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 180.2 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Taglio in direzione Z (4.2.4.1.2.4)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 180.4 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 174 : 1x[1 G]-1x[12 EX]+0.3x[2 Q], Mesh n° 180.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z (4.2.4.1.2.3)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 180.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Y-Y e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione in Z-Z e sforzo normale (6.2.9)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Y-Y e Taglio in Z (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione su Z-Z e Taglio in Y (6.2.8)	Caso n° 177 : 1x[1 G]-1x[13 EY], Mesh n° 180.1 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Flessione deviata (6.2.9)	Caso n° 153 : 1.3x[1 G]+1.5x[11 VY-D]+1.05x[2 Q], Mesh n° 180.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
Torsione (4.2.4.1.2.5)	Caso n° 171 : 1x[1 G]+1x[13 EY]+0.3x[2 Q], Mesh n° 180.3 4/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1
2) Stabilità elementi	
Caso sfavorevole	Caso n° 168 : 1.3x[1 G]+1.5x[10 VY-S]+1.05x[2 Q]+0.75x[3 Snow], Mesh n° 180.1 0/4 Ala inferiore : Classe 1 Centro : Classe 1 Ala superiore : Classe 1 Sezione : Classe 1

Tasso di lavoro massimo - stabilità: per elemento										
Id	Nome	Sezione	Caso	Verificat o	Xy Xz	XLT	Tasso di lavoro N (%)	Tasso di lavoro My (%)	Tasso di lavoro Mz (%)	Tasso di lavoro (%)
28	Trave	IPE450	166	6.61 6.62	0.97 0.34	0.81	0 0	35 18	1 1	36 19
29	Trave	IPE450	175	6.61 6.62	0.97 0.34	0.78	0 1	31 16	0 1	32 18
30	Trave	IPE450	171	6.61 6.62	0.97 0.34	0.79	0 0	30 15	0 0	30 16
31	Trave	IPE450	175	6.61 6.62	1.00 1.00	0.79	0 0	28 15	0 0	28 0
37	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	28 14	0 0	28 0
38	Trave	IPE450	174	6.61	1.00	0.82	0	27	0	27

Tasso di lavoro massimo - stabilità: per elemento										
Id	Nome	Sezione	Caso	Verificato	Xy Xz	XLT	Tasso di lavoro N (%)	Tasso di lavoro My (%)	Tasso di lavoro Mz (%)	Tasso di lavoro (%)
47	Trave	IPE400	171	6.62 6.61 6.62	1.00 0.96 0.32	0.80	0 0 1	14 22 12	0 0 0	0 23 13
48	Trave	IPE400	175	6.61 6.62	0.96 0.32	0.79	0 1	22 12	0 0	23 13
49	Trave	IPE400	171	6.61 6.62	0.96 0.32	0.79	0 1	22 11	0 0	22 13
50	Trave	IPE400	175	6.61 6.62	0.96 0.32	0.79	0 1	21 11	0 0	22 13
56	Trave	IPE400	170	6.61 6.62	0.97 0.38	0.82	0 0	21 11	0 0	21 11
57	Trave	IPE400	172	6.61 6.62	0.97 0.38	0.80	0 1	20 10	0 0	21 12
60	Trave	IPE400	170	6.61 6.62	0.97 0.38	0.82	0 0	21 11	0 0	21 11
61	Trave	IPE400	174	6.61 6.62	0.97 0.38	0.82	0 0	21 11	0 0	21 11
63	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	10 11	20 10	1 2	31 23
64	Colonna	HEB400	166	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	8 8	18 9	0 0	25 18
65	Trave	IPE450	166	6.61 6.62	0.97 0.34	0.81	0 0	39 20	0 0	39 21
66	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	28 15	0 0	28 0
67	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	28 15	0 0	28 0
68	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	17 9	0 0	26 18
69	Trave	IPE450	169	6.61 6.62	0.97 0.34	0.80	1 3	30 16	1 2	32 20
70	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	15 16	19 10	1 2	35 28
71	Trave	IPE450	167	6.61 6.62	0.97 0.34	0.80	0 1	28 15	1 1	29 16
81	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	13 7	1 1	23 18
82	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 9	14 7	1 1	24 18
84	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	16 17	0 0	4 6	20 23
85	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	20 22	0 0	4 6	24 28
86	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	20 22	0 0	4 6	24 28
87	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	10 10	13 7	1 1	23 18
88	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	15 8	1 1	24 19
89	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	10 10	13 7	0 1	23 18
102	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	23 12	0 0	23 0
108	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	24 13	0 0	24 0
109	Trave	IPE450	174	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	24 13	0 0	24 0
152	Trave	IPE450	170	6.61 6.62	1.00 1.00	0.82	0 0	24 12	0 0	24 0
154	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	17 9	0 1	27 19
155	Trave	IPE450	168	6.61 6.62	0.97 0.34	0.80	0 0	29 15	1 2	31 17
157	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	4 5	9 5	0 0	13 10
158	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	5 6	8 4	2 3	15 13
159	Colonna	HEB400	119	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	14 16	0 0	1 1	15 17
160	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	17 14
161	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	17 14
162	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	11 6	1 2	18 14
163	Colonna	HEB400	119	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	14 16	0 0	1 1	15 17
164	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	14 7	2 2	22 17
165	Colonna	HEB400	119	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	12 13	1 0	1 1	13 14
166	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	7 8	12 6	2 3	21 17
167	Colonna	HEB400	171	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	4 5	10 5	1 1	15 11

Tasso di lavoro massimo - stabilità: per elemento										
Id	Nome	Sezione	Caso	Verificato	Xy Xz	XLT	Tasso di lavoro N (%)	Tasso di lavoro My (%)	Tasso di lavoro Mz (%)	Tasso di lavoro (%)
168	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	16 14
169	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	13 7	1 2	20 15
170	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	9 5	1 2	16 14
171	Colonna	HEB400	166	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	5 5	10 5	2 2	16 13
172	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 8
173	Colonna	HEB400	169	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	0 0	1 1	7 8
174	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	2 2	8 4	1 1	10 7
175	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 8
176	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	14 9
177	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	14 10
178	Colonna	HEB400	169	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	7 8	0 0	1 1	8 9
179	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	2 2	7 4	1 1	10 7
180	Colonna	HEB400	168	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	6 7	1 0	1 1	8 9
181	Colonna	HEB400	175	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	13 9
182	Colonna	HEB400	171	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	2 2	7 4	1 1	10 7
183	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 7
184	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	10 5	1 1	13 9
185	Colonna	HEB400	170	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	3 3	7 4	1 1	10 8
186	Colonna	HEB400	171	6.61 6.62	0.99 0.88	1.00	1 2	7 4	0 1	9 6
284	Colonna	HEB400	174	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	13 7	1 1	23 18
286	Colonna	HEB400	166	6.61 6.62	1.00 0.92	1.00	9 10	17 9	1 1	26 19

Frecce massime: per elemento								
Id	Nome	Sezione	Lunghezza L (m)	Frecce (ratio)	Frecce (cm)	Freccia(%)	Criterio	Caso
28	Trave	IPE450	6.80	L/4095	-0.17	6 %	1st	229
29	Trave	IPE450	6.80	L/8185	-0.08	3 %	1st	227
30	Trave	IPE450	6.80	L/7966	-0.09	3 %	1st	229
31	Trave	IPE450	6.80	L/8260	-0.08	3 %	1st	227
37	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	226
38	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	223
47	Trave	IPE400	6.80	L/8221	-0.08	3 %	1st	237
48	Trave	IPE400	6.80	L/9790	-0.07	3 %	1st	235
49	Trave	IPE400	6.80	L/9531	-0.07	3 %	1st	237
50	Trave	IPE400	6.80	L/9506	-0.07	3 %	1st	235
56	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	234
57	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	231
60	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	234
61	Trave	IPE400	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	231
65	Trave	IPE450	6.80	L/3857	-0.18	6 %	1st	246
66	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	226
67	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.04	2 %	1st	223
69	Trave	IPE450	6.80	L/6904	-0.10	4 %	1st	227
71	Trave	IPE450	6.80	L/6507	-0.10	4 %	1st	230
102	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	239
108	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	242
109	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	239
152	Trave	IPE450	6.05	L/10000	-0.05	2 %	1st	242
155	Trave	IPE450	6.80	L/6834	-0.10	4 %	1st	228

Nodo di base

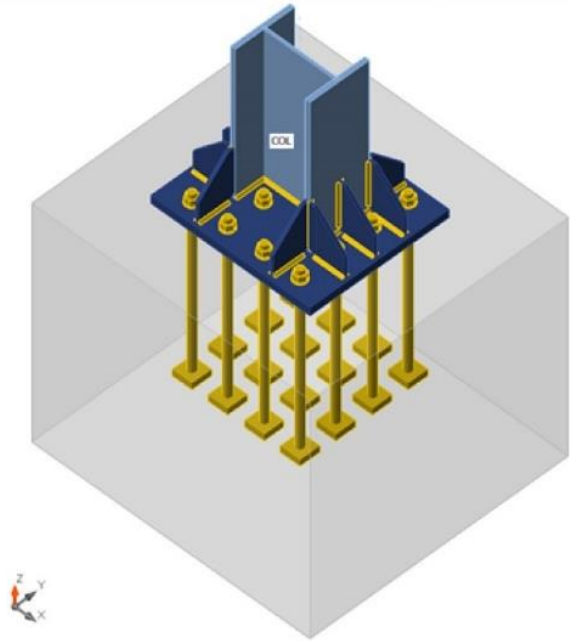
Progetto

Nome	CON1
Descrizione	
Analisi	Progettazione in capacità

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
COL	1 - CON1(HEB400)	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



Sezioni

Nome	Materiale
1 - CON1(HEB400)	S 355

Ancoraggi

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M36 10.9	M36 10.9	36	1000.0	1018

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE-MC1	COL	-1493.6	0.0	-1134.1	0.0	1147.4	0.0

Blocco di fondazione

Elemento	Valore	Unità
CB 1		
Dimensioni	1300 x 1400	mm
Altezza	1200	mm
Ancoraggio	M36 10.9	
Lunghezza di ancoraggio	800	mm
Trasferimento dello sforzo di taglio	Attrito	

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.3 < 5.0%	OK
Ancoraggi	89.0 < 100%	OK
Saldature	99.2 < 100%	OK
Blocco di calcestruzzo	64.4 < 100%	OK
Taglio	97.9 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

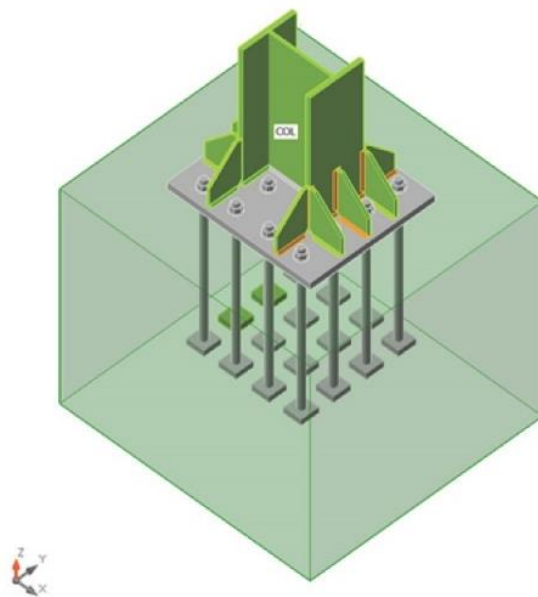
Nome	Materiale	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
COL-bfl 1	S 355 *	24.0	LE-MC1	450.0	0.2	0.0	OK
COL-tfl 1	S 355 *	24.0	LE-MC1	380.2	0.0	0.0	OK
COL-w 1	S 355 *	13.5	LE-MC1	445.0	0.0	0.0	OK
BP1	S 355	40.0	LE-MC1	207.8	0.0	0.0	OK
WD1a	S 355	15.0	LE-MC1	355.6	0.3	0.0	OK
WD1b	S 355	15.0	LE-MC1	355.6	0.3	0.0	OK
WD1c	S 355	15.0	LE-MC1	341.4	0.0	0.0	OK
WD1d	S 355	15.0	LE-MC1	341.4	0.0	0.0	OK
WD1e	S 355	15.0	LE-MC1	297.5	0.0	0.0	OK
WD1f	S 355	15.0	LE-MC1	351.4	0.3	0.0	OK
NER1a	S 355	15.0	LE-MC1	355.6	0.3	0.0	OK
NER1b	S 355	15.0	LE-MC1	355.6	0.3	0.0	OK
NER2a	S 355	15.0	LE-MC1	322.3	0.0	0.0	OK
NER2b	S 355	15.0	LE-MC1	322.3	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

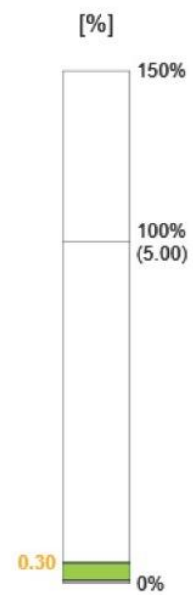
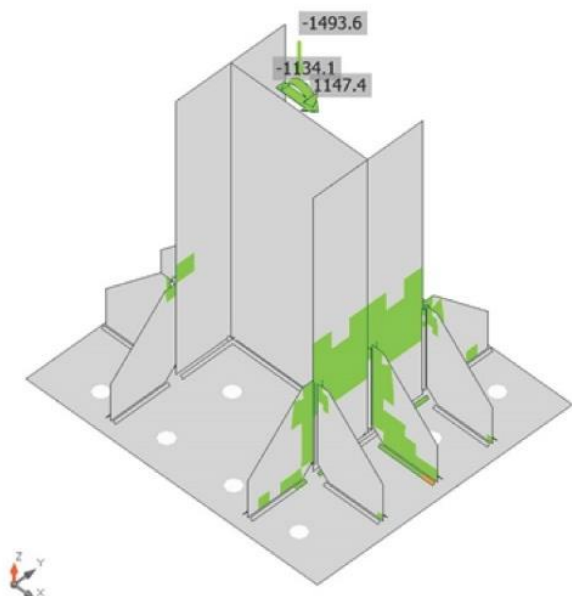
Materiale	γ_{ov} [-]	f_y [MPa]	γ_{sh} [-]	ϵ_{lim} [%]
S 355 *	1.25	355.0	1.38	5.0
S 355	1.00	355.0	1.00	5.0

Spiegazione dei simboli

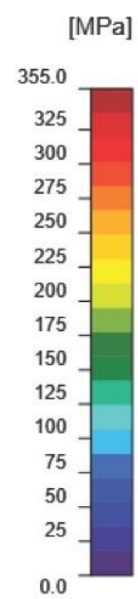
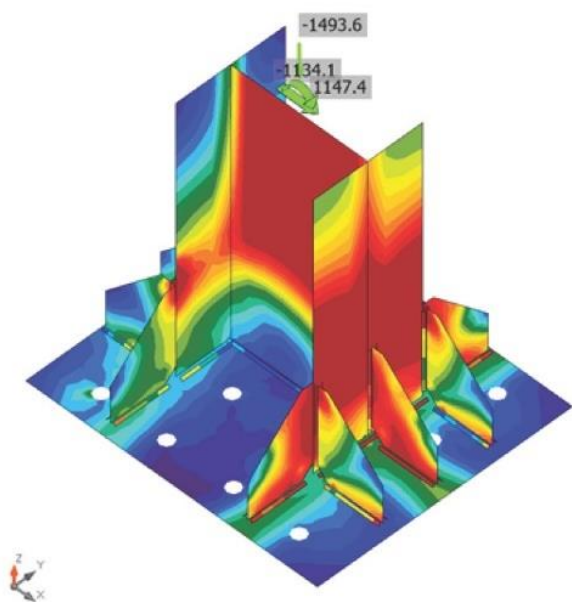
γ_{ov}	Fattore di sovrarresistenza materiale
ϵ_{pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica
γ_{sh}	Incrudimento
*	Elemento dissipativo



Verifica globale, LE-MC1

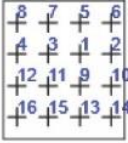


Verifica deformazione, LE-MC1



Sforzo equivalente, LE-MC1

Ancoraggi

Forma	Elemento	Carichi	N_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Rd,cb}$ [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,ts}$ [%]	Stato
	A1	LE-MC1	140.8	0.1	935.6	-	28.4	0.0	8.1	OK
	A2	LE-MC1	125.0	0.1	935.6	684.2	53.0	0.0	38.5	OK
	A3	LE-MC1	140.8	0.1	935.6	-	28.4	0.0	8.1	OK
	A4	LE-MC1	125.1	0.1	935.6	683.7	53.0	0.0	38.6	OK
	A5	LE-MC1	441.5	0.1	935.6	-	89.0	0.0	79.2	OK
	A6	LE-MC1	237.4	0.1	935.6	684.2	53.0	0.0	38.5	OK
	A7	LE-MC1	441.4	0.1	935.6	-	89.0	0.0	79.2	OK
	A8	LE-MC1	237.4	0.1	935.6	683.7	53.0	0.0	38.6	OK
	A9	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A10	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A11	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A12	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A13	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A14	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A15	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK
	A16	LE-MC1	0.0	0.1	935.6	-	0.0	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

Classe	$N_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]
M36 10.9 - 1	496.0	272.3

Spiegazione dei simboli

N_{Ed}	Forza di trazione
V_{Ed}	Risultante delle forze di taglio del bullone V_y e V_z nei piani di taglio
$N_{Rd,p}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per pull-out - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.5
$N_{Rd,cb}$	Resistenza di progetto in caso di collasso del calcestruzzo per spinta a vuoto - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.8
$U_{t,t}$	Utilizzo in trazione
$U_{t,s}$	Utilizzo a taglio
$U_{t,ts}$	Utilizzo in trazione e taglio
$N_{Rd,s}$	Resistenza di progetto alla trazione di un elemento di fissaggio in caso di rottura dell'acciaio - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.3
$V_{Rd,s}$	Resistenza di progetto a taglio in caso di rottura dell'acciaio - EN1992-4 - Cl. 7.2.2.3.1

Risultati dettagliati per A5

Resistenza a trazione dell'ancoraggio (EN1992-4 - Cl. 7.2.1.3)

$$N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} = 496.0 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 441.5 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,s} = c \cdot A_s \cdot f_{uk} = 694.5 \text{ kN}$$

Dove:

$c = 0.85$ – fattore di riduzione per taglio filettatura

$A_s = 817 \text{ mm}^2$ – area soggetta alla trazione

$f_{uk} = 1000.0 \text{ MPa}$ – resistenza alla trazione minima del bullone

$\gamma_{Ms} = 1.40$ – coefficiente di sicurezza per acciaio

- $\gamma_{Ms} = 1.2 \cdot \frac{f_{yk}}{f_{yk}} \geq 1.4$, dove:
 - $f_{yk} = 900.0 \text{ MPa}$ – tensione di snervamento minima del bullone

Resistenza a pullout del calcestruzzo (EN1992-4 - Cl. 7.2.1.5)

$$N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mc}} = 935.6 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 441.5 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p} = k_2 \cdot A_h \cdot f_{ck} = 1684.1 \text{ kN}$$

Dove:

$k_2 = 7.50$ – coefficiente per calcestruzzo fessurato / non fessurato

$A_h = 8982 \text{ mm}^2$ – area della testa portante del fissaggio

- $A_h = a_{wp}^2 - \frac{\pi}{4} \cdot d^2$, dove:
 - $a_{wp} = 100 \text{ mm}$ – lunghezza del bordo della piastra a rondella rettangolare
 - $d = 36 \text{ mm}$ – diametro del gambo del fissaggio

$f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}$ – resistenza a compressione del calcestruzzo

$\gamma_{Mc} = 1.80$ – coefficiente di sicurezza per calcestruzzo

Resistenza a blowout del calcestruzzo (EN1992-4 - Cl. 7.2.1.8)

La verifica della rottura a blow-out del calcestruzzo non è richiesta se la distanza del bordo $c_1 > 0.5 h_{ef}$.

Resistenza a taglio (EN1992-4 - Cl.7.2.2.3.1)

$$V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} = 272.3 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 408.5 \text{ kN}$$

Dove:

$k_7 = 1.00$ – coefficiente di duttilità dell'acciaio dell'ancoraggio

$$\bullet k_7 = \begin{cases} 0.8, & A < 0.08 \\ 1.0, & A \geq 0.08 \end{cases} \text{ , dove:}$$

- $A = 0.09$ – allungamento della classe del bullone al rottura

$$V_{Rk,s}^0 = 408.5 \text{ kN} \text{ – la resistenza caratteristica a taglio}$$

$$\bullet V_{Rk,s}^0 = k_8 \cdot A_s \cdot f_{uk} \text{ , dove:}$$

- $k_8 = 0.50$ – coefficiente per resistenza all'ancoraggio a taglio
- $A_s = 817 \text{ mm}^2$ – area soggetta alla trazione
- $f_{uk} = 1000.0 \text{ MPa}$ – resistenza alla rottura specificata dell'acciaio dell'ancoraggio

$$\gamma_{Ms} = 1.50 \text{ – coefficiente di sicurezza per acciaio}$$

Interazione delle forze di trazione e taglio nell'acciaio (EN 1992-4 - Tabella 7.3)

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} \right)^2 = 0.79 \leq 1.0$$

Dove:

$$N_{Ed} = 441.5 \text{ kN} \text{ – forza di trazione di progetto}$$

$$N_{Rd,s} = 496.0 \text{ kN} \text{ – resistenza alla trazione del fissaggio}$$

$$V_{Ed} = 0.1 \text{ kN} \text{ – sforzo di taglio di progetto}$$

$$V_{Rd,s} = 272.3 \text{ kN} \text{ – resistenza al taglio del fissaggio}$$

Interazione delle forze di trazione e taglio nel calcestruzzo (EN 1992-4 - Tabella 7.3)

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,t}} \right)^{1.5} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,t}} \right)^{1.5} = 0.32 \leq 1.0$$

Dove:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,t}} \text{ – il valore di utilizzo più grande per le modalità di rottura per trazione}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,t}} \text{ – il valore di utilizzo più grande per le modalità di rottura per taglio}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{N_{Rd,t}} = 0\% \text{ – rottura del cono di calcestruzzo dell'ancoraggio a trazione}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,p}} = 47\% \text{ – rottura a pullout del calcestruzzo}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,cb}} = 0\% \text{ – rottura a blowout del calcestruzzo}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = 0\% \text{ – rottura del bordo del calcestruzzo}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,cb}} = 0\% \text{ – rottura a pryout del calcestruzzo}$$

Armatura supplementare (EN 1992-4 - Cl. 7.2.1.9; EN 1992-4 - Cl. 7.2.2.6)

L'armatura supplementare dovrebbe resistere alla forza di 1889.4 kN in trazione e 1.3 kN a taglio.

Saldature

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Stato
COL-bfl 1	WID1a	8.0	220	LE-MC1								OK
COL-bfl 1	WID1b	8.0	220	LE-MC1								OK
COL-tfl 1	WID1c	8.0	220	LE-MC1								OK
COL-tfl 1	WID1d	8.0	220	LE-MC1								OK
BP1	COL-bfl 1	▲ 8.0 ▼	300	LE-MC1	427.3	0.2	-215.7	112.5	-180.8	98.1	81.3	OK
		▲ 8.0 ▼	300	LE-MC1	427.3	0.3	-131.7	-166.5	165.4	98.1	95.7	OK
BP1	COL-tfl 1	▲ 8.0 ▼	300	LE-MC1	274.0	0.0	108.3	-113.8	90.4	62.9	54.3	OK
		▲ 8.0 ▼	300	LE-MC1	227.3	0.0	91.7	48.7	-109.7	52.2	32.6	OK
BP1	COL-w 1	▲ 8.0 ▼	376	LE-MC1	152.4	0.0	-39.1	-76.1	-37.9	35.0	21.0	OK
		▲ 8.0 ▼	376	LE-MC1	154.4	0.0	-38.2	76.9	39.4	35.5	21.0	OK
BP1	WID1a	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	427.3	0.2	-216.0	-100.3	187.7	98.1	85.7	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	427.1	0.1	-142.0	147.2	-180.0	98.1	76.6	OK
BP1	WID1b	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	427.1	0.1	-141.8	-147.6	179.8	98.1	76.6	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	427.3	0.2	-215.9	100.6	-187.6	98.1	85.7	OK
BP1	WID1c	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	258.6	0.0	65.1	105.3	-98.9	59.4	55.0	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	282.4	0.0	116.3	-48.3	140.5	64.8	45.5	OK
BP1	WID1d	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	283.1	0.0	116.5	48.4	-140.9	65.0	45.5	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	258.3	0.0	64.9	-105.3	98.8	59.3	55.0	OK
BP1	WID1e	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	413.5	0.0	76.9	-221.6	77.0	94.9	64.0	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	413.9	0.0	77.3	221.6	-77.3	95.0	64.0	OK
COL-tfl 1	WID1e	▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	427.3	0.2	135.7	-190.5	-135.7	98.1	44.3	OK
		▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	427.3	0.2	135.7	190.5	135.7	98.1	44.3	OK
BP1	WID1f	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	432.3	3.1	-193.3	111.4	-193.4	99.2	98.6	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	432.3	3.1	-193.4	-111.4	193.4	99.2	98.6	OK
COL-bfl 1	WID1f	▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	428.5	0.9	-135.1	192.0	135.1	98.4	75.4	OK
		▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	428.5	0.9	-135.1	-192.0	-135.1	98.4	75.5	OK
BP1	NER1a	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	303.8	0.0	-133.5	91.3	-128.4	69.8	51.9	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	201.4	0.0	-83.6	-57.7	88.7	46.2	22.2	OK
COL-bfl 1	NER1a	▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	427.0	0.1	-225.6	-187.8	92.5	98.0	26.5	OK
		▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	427.3	0.3	-184.2	209.6	75.1	98.1	54.8	OK
BP1	NER1b	▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	201.5	0.0	-83.7	57.6	-88.8	46.3	22.2	OK
		▲ 8.0 ▼	150	LE-MC1	303.8	0.0	-133.6	-91.2	128.5	69.7	51.9	OK
COL-bfl 1	NER1b	▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	427.3	0.3	-184.2	-209.6	-75.1	98.1	54.8	OK
		▲ 8.0 ▼	220	LE-MC1	427.0	0.1	-225.6	187.8	-92.4	98.0	26.5	OK
BP1	NER2a	▲ 7.5 ▼	150	LE-MC1	160.8	0.0	10.2	-92.5	4.4	36.9	25.4	OK
		▲ 7.5 ▼	150	LE-MC1	284.6	0.0	79.6	132.7	-85.3	65.3	44.5	OK
COL-tfl 1	NER2a	▲ 7.5 ▼	220	LE-MC1	367.8	0.0	161.1	179.0	66.3	84.4	37.3	OK
		▲ 7.5 ▼	220	LE-MC1	320.8	0.0	174.9	-137.5	72.0	73.6	16.3	OK
BP1	NER2b	▲ 7.5 ▼	150	LE-MC1	282.5	0.0	78.9	-132.6	83.4	64.9	44.6	OK

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Stato
		▲ 7.5 ▼	150	LE-MC1	162.0	0.0	8.4	93.3	-3.8	37.2	25.9	OK
COL-tfl 1	NER2b	▲ 7.5 ▼	220	LE-MC1	320.8	0.0	174.9	137.5	-72.1	73.7	16.3	OK
		▲ 7.5 ▼	220	LE-MC1	368.2	0.0	161.1	-179.3	-66.3	84.5	37.3	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0.90	435.6	352.8

Spiegazione dei simboli

▲	Saldatura riempita
ϵ_{pl}	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
U_t	Utilizzo
U_{tc}	Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per BP1 WID1f

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435.6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} = 432.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 f_u / \gamma_{M2} = 352.8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 193.4 \text{ MPa}$$

dove:

$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	– Resistenza Ultima
$\beta_w = 0.90$	– fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Coefficiente di sicurezza

Utilizzo tensione

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Rd}}{\sigma_{w,Ed}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 99.2 \%$$

Blocco di calcestruzzo

Elemento	Carichi	c [mm]	A_{eff} [mm ²]	σ [MPa]	k_j [-]	F_{jd} [MPa]	U_t [%]	Stato
CB 1	LE-MC1	85	201014	16.9	2.35	26.3	64.4	OK

Spiegazione dei simboli

c	Larghezza del supporto
A_{eff}	Area effettiva
σ	Tensione media nel calcestruzzo
k_j	Fattore di Concentrazione
F_{jd}	La portata ultima del basamento in calcestruzzo
U_t	Utilizzo

Risultati dettagliati per CB 1

Verifica resistenza a compressione del blocco di calcestruzzo (EN 1993-1-8 6.2.5)

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}} = 16.9 \text{ MPa}$$

$$F_{jd} = \alpha_{cc} \beta_j k_j f_{ck} / \gamma_c = 26.3 \text{ MPa}$$

dove:

$N = 3404.4 \text{ kN}$	– Forza normale di progetto
$A_{eff} = 201014 \text{ mm}^2$	– Area effettiva sulla quale la forza N del pilastro è distribuita
$\alpha_{cc} = 1.00$	– Effetti a lungo termine su Fcd
$\beta_j = 0.67$	– Coefficiente unione β_j
$k_j = 2.35$	– Fattore di Concentrazione
$f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}$	– Resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo
$\gamma_c = 1.50$	– Coefficiente di sicurezza

Utilizzo tensione

$$U_t = \frac{\sigma}{F_{jd}} = 64.4 \%$$

Taglio nel piano di contatto

Nome	Carichi	V_y [kN]	V_z [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	$V_{c,Rd}$ [kN]	U_t [%]	Stato
BP1	LE-MC1	0.0	-1132.7	1157.5	1157.5	0.0	97.9	OK

Spiegazione dei simboli

V_y	Sforzo di taglio nella piastra di base V_y
V_z	Sforzo di taglio nella piastra di base V_z
$V_{Rd,y}$	Resistenza a taglio
$V_{Rd,z}$	Resistenza a taglio
$V_{c,Rd}$	Resistenza di progetto del calcestruzzo
U_t	Utilizzo

Risultati dettagliati per BP1

Verifica della resistenza a taglio della piastra di base (EN 1993-1-8 - 6.2.2)

$$V_{Rd,y} = NC_f = 1157.5 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,z} = NC_f = 1157.5 \text{ kN}$$

dove:

$$N = 3404.4 \text{ kN} \quad \text{– Forza normale di progetto}$$

$$C_f = 0.34 \quad \text{– Coefficiente di attrito}$$

Utilizzo a taglio

$$U_t = \max\left(\frac{\sqrt[3]{V_y^2 + V_z^2}}{V_{Rd,y}}, \frac{\sqrt[3]{V_y^2 + V_z^2}}{V_{Rd,x}}\right) = 97.9 \%$$

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Y _{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Y _C	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Y _{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β _j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.34	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Nessuno		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di α _b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5