

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4b)

FABBRICATI DI STAZIONE

FV01 - Stazione di Enna - Pensilina banchina lato sud

SCALA:

Relazione di calcolo

| |
|---|
| - |
|---|

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3V 40 D 29 CL FV010C 002 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-----------------------------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | E. Abbasciano | Febbraio 2020 | P. Di Nuoci | Febbraio 2020 | F. Spagnolo | Febbraio 2020 | F. Arduini Febbraio 2020 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: RS3V40D29CLFV010C002A.docx

n. Elab.: 575

ITALFERR S.p.A.
Direzione Tecnica
Infrastrutture Centro
Dot. Ing. Fabrizio Arduini
n. 15992 del 11/11/2020
Roma

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1.-. PREMESSA..... | 4 |
| 2.-. NORME DI RIFERIMENTO | 5 |
| 3.-. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE | 6 |
| 4.-. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI..... | 9 |
| 4.1.-. Acciaio da carpenteria metallica..... | 9 |
| 5.-. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO | 10 |
| 5.1.-. Carichi permanenti | 10 |
| 5.1.1.-. Copertura..... | 10 |
| 5.2.-. Carichi variabili | 10 |
| 5.3.-. Azioni della neve | 10 |
| 5.4.-. Azioni del vento..... | 11 |
| 5.5.-. Effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari | 14 |
| 5.6.-. Variazione Termica | 15 |
| 5.7.-. Azione sismica..... | 15 |
| 5.7.1.-. Vita nominale | 16 |
| 5.7.2.-. Classe d'uso | 17 |
| 5.7.3.-. Periodo di riferimento per l'azione sismica..... | 18 |
| 5.7.4.-. Azioni di progetto..... | 18 |
| 5.7.5.-. Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche | 20 |
| 5.7.6.-. Classe di duttilità | 21 |
| 5.7.7.-. Spettri di risposta | 21 |
| 5.7.8.-. Metodo di analisi..... | 22 |
| 5.7.8.1.-. Risposta Modale..... | 23 |
| 5.7.8.2.-. Eccentricità accidentale delle masse (Ecc.X , Ecc.Y) | 27 |
| 6.-. ANALISI DELLA STRUTTURA | 29 |
| 6.1.-. Codici di calcolo utilizzati | 29 |
| 6.1.1.-. Affidabilità del software..... | 29 |
| 6.2.-. Modellazione dell'opera | 29 |
| 6.2.1.-. Condizioni di carico e assegnazioni..... | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 6.3.-. Combinazioni di carico..... | 37 |
| 6.3.1.-. <i>Modello di calcolo</i> | 38 |
| 7.-. SOLLECITAZIONI MASSIME | 57 |
| 8.-. VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI | 63 |
| 8.1.-. Criteri di verifica delle sezioni | 63 |
| 8.2.-. Esito verifiche..... | 72 |
| 8.3.-. Verifica colonna HEA240 | 73 |
| 8.4.-. Verifica trave HEA240..... | 74 |
| 8.5.-. Verifica trave 2xUPN300 | 75 |
| 8.6.-. Verifica trave IPE240 | 76 |
| 8.7.-. Verifica giunto di base..... | 77 |
| 8.8.-. Verifica controventi | 79 |
| 8.9.-. Verifica SLE sbalzo..... | 79 |

1.-..PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda il Progetto Definitivo dell'edificio relativo alla pensilina in acciaio della stazione di Enna, da realizzare nell'ambito del potenziamento infrastrutturale della linea Palermo-Catania.

2.-..NORME DI RIFERIMENTO

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- Legge 05/01/1971 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;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- STI 2014 –Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

3.-..DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

La pensilina è costituita 17 telai trasversali posizionati ad interasse di 5.00m. Ogni telaio è costituito da:

- 2 colonne in acciaio di tipo HEA240 distanti tra di loro circa 2.70m e alte 4.65m
 - travi principali HEA240, che proseguono oltre le colonne con sbalzi trasversali di luce 2.45m
- Longitudinalmente, travi con sezione 2xUPN300 collegano le colonne e gli arcarecci sono costituiti da IPE240.

Sono presenti controventi di copertura, costituiti da cavi in acciaio $\phi 16$ disposti a X.

La copertura è costituita da pannelli "sandwich".

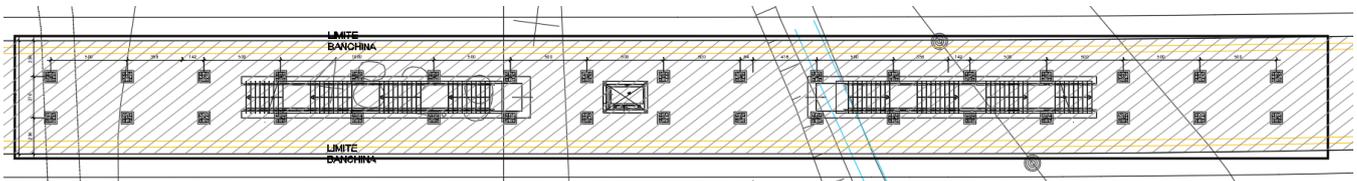


Figura 1-1. Carpenteria fondazioni.

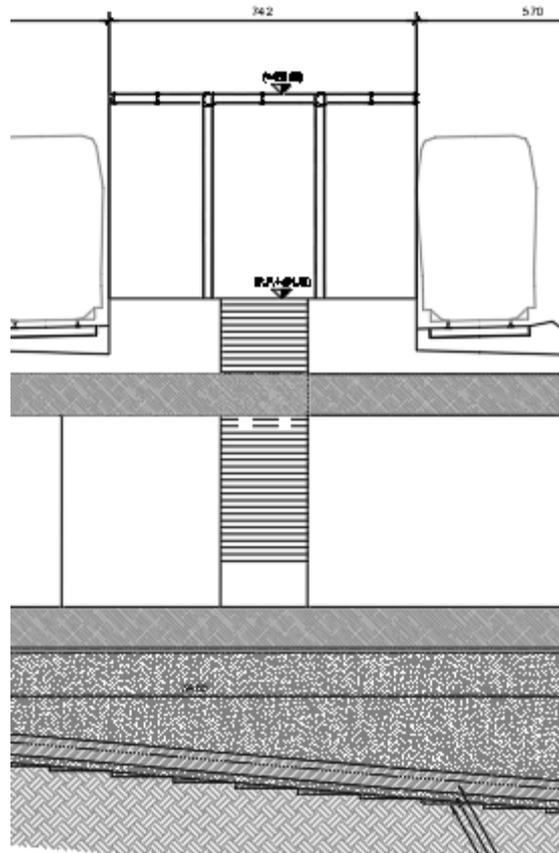


Figura 1-2. Sezione

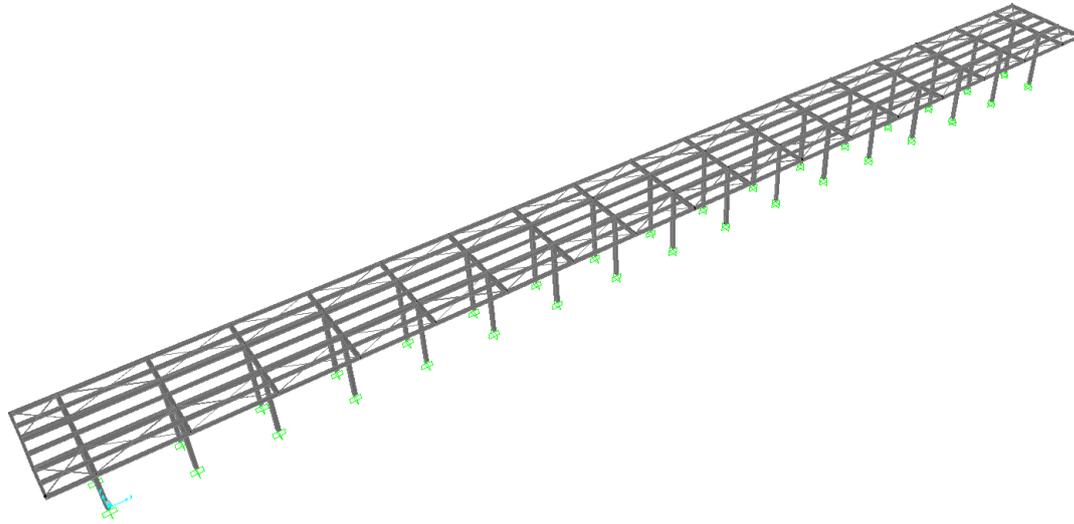


Figura 1-3. Vista estrusa modello FEM

4.-.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

E' previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

4.1.-..Acciaio da carpenteria metallica

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio tipo S275 conforme alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018 e presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 430$ MPa
- tensione di snervamento $f_y \geq 275$ MPa
- allungamento (lamiera) $\epsilon_t \geq 21\%$
- modulo elastico $E_a = 210.000$ MPa

BULLONI:

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4
- Rosette Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6
- Piastrine Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6

GIOCO FORO BULLONE – STRUTTURE PRINCIPALI:

- 0.3 mm (compresa tolleranza della vite)

GIOCO FORO BULLONE – GRIGLIATI E STRUTTURE PROVVISORIE

- BULLONE FINO A M20 +1 mm (compresa tolleranza della vite)
- BULLONE OLTRE A M20 +1,5 mm (compresa tolleranza della vite)

SALDATURE:

Secondo: "CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI" di RFI, (PARTE II – SEZIONE 12 PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA E CAVALCAVIA).

5.-..ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 18.

Del peso proprio degli elementi strutturali, tiene conto il programma di calcolo che considera il seguente peso specifico dell'acciaio:

- acciaio 78.5 kN/m³

Si riportano di seguito le analisi dei carichi unitari agenti sulla struttura.

I valori delle azioni di seguito indicati sono stati considerati come valori caratteristici nelle verifiche agli stati limite.

5.1.-..Carichi permanenti

5.1.1.-..Copertura

Pannello sandwich = 0.4 kN/m²

Impianti = 0.3 kN/m²

5.2.-..Carichi variabili

Q_{H1} – Sovraccarichi accidentali

Sovraccarico accidentale Cat. H1 0.50 kN/m²

5.3.-..Azioni della neve

Il carico da neve per superficie unitaria di copertura q_s viene valutato attraverso l'espressione:

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

dove:

μ_1 è il coefficiente di forma della copertura e che nel caso in esame, trattandosi di copertura piana si assume pari a 0.8;

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

adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, la norma fornisce un valore minimo di q_{sk} riferito ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per la zona III (Catania) e per una quota del suolo sul livello del mare inferiore a 200 m si assume $q_{sk} = 0.6$ kN/m²;

C_E è il coefficiente di esposizione che, per classe di topografia "normale", assume valore unitario;

C_t è il coefficiente termico che tiene conto della riduzione del carico da neve a causa dello scioglimento della stessa, dovuto alla perdita di calore della costruzione. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Ne consegue che per la struttura in esame si considera un carico da neve uniforme in copertura pari a:

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Zona | III |
| Altitudine a_s | 180 m |
| Area topografica | normale |
| Inclinazione falde | 0° |
| q_{sk} | 0.6 kN/m ² |
| coeff esposizione C_E | 1.00 |
| coeff termico C_t | 1.00 |
| coefficiente di forma μ_i | 0.80 |

carico neve $q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t = 0.48$ kN/m²

5.4.-.Azioni del vento

L'azione del vento viene convenzionalmente considerata un'azione statica agente in direzione orizzontale.

La pressione normale alle superfici investite dal vento è data dall'espressione:

$$P = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

i cui coefficienti vengono di seguito determinati.

- *pressione cinetica di riferimento* q_b

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³;

v_b è la velocità di riferimento del vento (che rappresenta il valore caratteristico a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni).

Nel caso in esame, per zona 4 (Sicilia) ed $a_s \leq 500$ m si ha $v_b = v_{b,0} = 28$ m/s;

$$q_b = 0.536 \text{ kN/m}^2$$

- *coefficiente di esposizione* c_e

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

Nel caso in esame, essendo in zona 4, classe di rugosità del terreno D e quindi categoria di esposizione del sito II, si ha:

$$k_r = 0.19; \quad z_0 = 0.1 \text{ m}; \quad z_{\min} = 4 \text{ m}; \quad c_t = 1$$

$$z = 4.9 \text{ m} \quad c_e = 1.92$$

- *coefficiente dinamico* c_d

In assenza di considerazioni di dettaglio inerenti i fenomeni di natura aeroelastica e di distacco dei vortici si assume cautelativamente un valore $c_d = 1$.

- *coefficiente di forma* c_p

$$c_p = c_{p\text{sopravento}} + c_{p\text{sottovento}}$$

dove:

$C_{p\text{sopravento}}$ è il coefficiente di forma per elementi sopravento assunto pari a +0.8;

$C_{p\text{sottovento}}$ è il coefficiente di forma per elementi sottovento assunto pari a -0.4.

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà

$$C_{pi} = \pm 0,2.$$

In sintesi l'azione del vento sarà:

Superfici sopravento: **$p = 0.83 \text{ kN/m}^2$**

Superfici sottovento: **$p = 0.42 \text{ kN/m}^2$**

Azione tangenziale del vento:

Oltre alla pressione normale va tenuta in conto anche un'azione tangenziale per unità di superficie parallela alla direzione del vento. Tale azione può essere valutata come:

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

q_b e c_e sono quelli già definiti per il calcolo della pressione normale da vento;

c_f è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente e che per una generica superficie scabra può essere assunto pari a 0.02.

In definitiva $q_b = 1.03 \text{ kN/m}^2$, da cui

$$p_{f,max} = 0.02 \text{ kN/m}^2.$$

Azione in copertura – pressione ortogonale:

I valori dei coefficienti di forza sono valutati secondo C3.3.8.2.1 "Tettoie a falda singola":

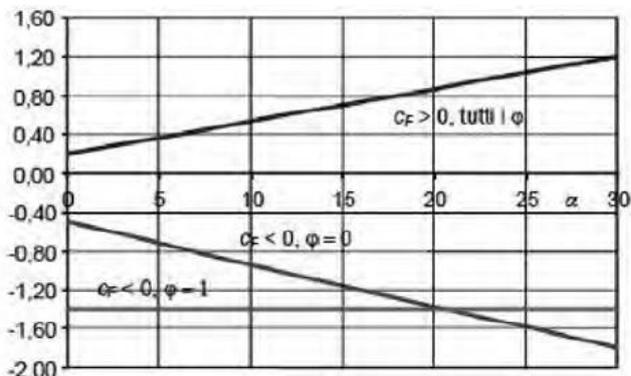


Figura C3.3.21 - Coefficienti di pressione complessiva per tettoie a semplice falda

Tabella C3.3.XV - Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda (α in $^\circ$).

| | | |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Valori positivi | Tutti i valori di φ | $c_F = +0,2 + \alpha/30$ |
| Valori negativi | $\varphi = 0$ | $c_F = -0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30$ |
| | $\varphi = 1$ | $c_F = -1,4$ |

Per $\alpha=0$ risulta:

$C_{pi} = + 0,2; -0,5$.

5.5.-..Effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari

I valori caratteristici dell'azione $\pm q_{3k}$, relativi a superfici orizzontali adiacenti il binario, sono forniti in Fig. 5.2.10 e si applicano indipendentemente dalla forma aerodinamica del treno.

Per tutte le posizioni lungo le superfici da progettare, q_{3k} si determinerà come una funzione della distanza h_g dall'asse del binario più vicino. Le azioni saranno sommate, se ci sono binari su entrambi i lati dell'elemento strutturale da calcolare.

Se la distanza h_g supera i 3,80 m l'azione q_{3k} può essere ridotta del fattore k_3 :

$$k_3 = \frac{(7,5 - h_g)}{3,7} \quad \text{per } 3,8 \text{ m} < h_g < 7,5 \text{ m};$$

$$k_3 = 0 \quad \text{per } h_g \geq 7,5 \text{ m}$$

dove h_g rappresenta la distanza dal P.F. alla superficie inferiore della struttura.

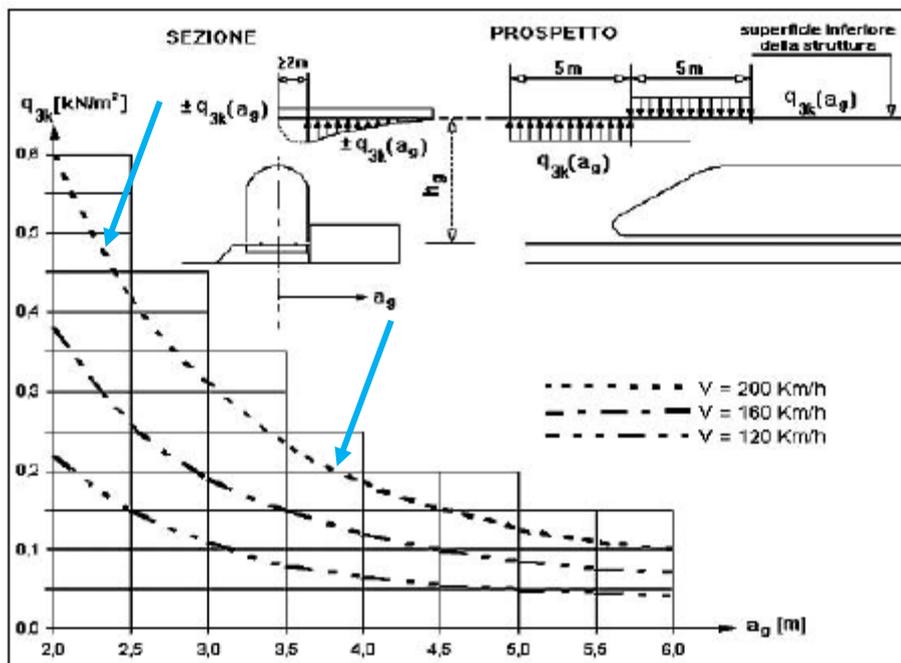


Fig. 5.2.10 - Valori caratteristici delle azioni q_{3k} per superfici orizzontali adiacenti al binario

In favore di sicurezza si considera $V=200$ km/h e $k_3=0$.

5.6.-..Variazione Termica

Negli edifici in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto della sola componente uniforme di variazione termica $\Delta T_u = T - T_0$ pari alla differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data della costruzione T_0 . Nelle modellazioni sono stati considerati i seguenti carichi termici uniformi:

strutture in acciaio esposte

$$\Delta T_u = \pm 25^\circ \text{C}$$

5.7.-..Azione sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5.7.1.-. Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata al seguito nella Tab. 2.4.I delle norme tecniche NTC-2018.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

| TIPI DI COSTRUZIONI | | Valori minimi di V_N (anni) |
|---------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | 100 |

Inoltre, in base alla tabella 2.5.1.1.1-1 del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" Parte II Sezione 2 (rif. RFI DTC SI MA IFS 001 A) si tratta di un'opera nuova su una infrastruttura

ferroviaria esistente, pertanto la vita nominale risulta $V_N = 75$ anni.

| TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾ | Vita Nominale V_N [Anni] ⁽²⁾ |
|--|--|
| OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h) | 50 |
| ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h | 75 |
| ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h | 100 |
| OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m | ≥ 100 ⁽²⁾ |
| (1) - La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. | |
| (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE. | |

Tab. 2.5.1.1.1-1 - Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

5.7.2.-..Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe 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 in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe 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.

Classe 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 D.M. 5 novembre 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

| | | | | | | |
|--|--|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO FV01 - Stazione di Enna - Pensilina banchina lato sud | | | | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO | COMMESSA RS3V | LOTTO 40 | CODIFICA D 29 CL | DOCUMENTO FA 02 0C 001 | REV. A |

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.

Il fabbricato rientra per le sue funzioni tra le compresi nella classe d'uso III.

5.7.3.-..Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a $C_U = 1.5$ per la classe d'uso III.

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{anni}$$

5.7.4.-..Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 18, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{V_R} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e

P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -112.5 / \ln(1 - 0.1) = 1068 \text{ anni}$$

Dalla relazione sismica allegata al progetto si ricavano i seguenti parametri:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 14.35203 LATITUDINE: 37.57612

Ricerca per comune
 REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Enna COMUNE: Leonforte

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione: media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

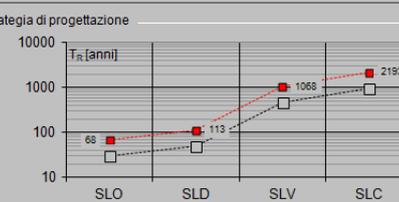
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE:
 SLO - $P_{VR} = 81\%$: 68
 SLD - $P_{VR} = 63\%$: 113

Stati limite ultimi - SLU:
 SLV - $P_{VR} = 10\%$: 1068
 SLC - $P_{VR} = 5\%$: 2193

Elaborazioni:
 Grafici parametri azione
 Grafici spettri di risposta
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO:
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie
 - - - - - Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_{c^*} relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento

nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate Norme, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno T_R . L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10, F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 e T_C^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

Di seguito si riportano i grafici ed i valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite:

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 68 | 0.046 | 2.480 | 0.293 |
| SLD | 113 | 0.055 | 2.520 | 0.330 |
| SLV | 1068 | 0.118 | 2.643 | 0.529 |
| SLC | 2193 | 0.153 | 2.680 | 0.565 |

5.7.5.-..Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche

Categoria sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si adotta la seguente categoria di sottosuolo:

Categoria C

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati in funzione dei valori f_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta la seguente categoria topografica:

Categoria topografica T1

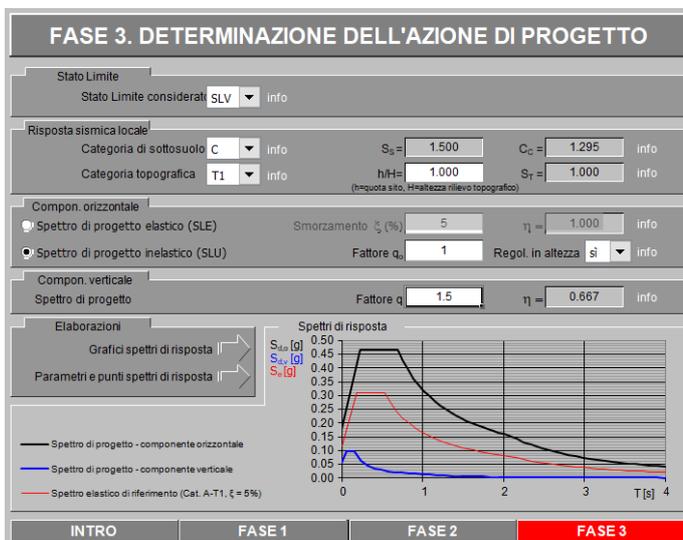
5.7.6.-..Classe di duttilità

La costruzione oggetto della presente relazione, soggetta all'azione sismica, è stata progettata considerando un comportamento strutturale non dissipativo.

Pertanto il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è $q = 1,0$.

5.7.7.-..Spettri di risposta

Spettro di progetto elastico



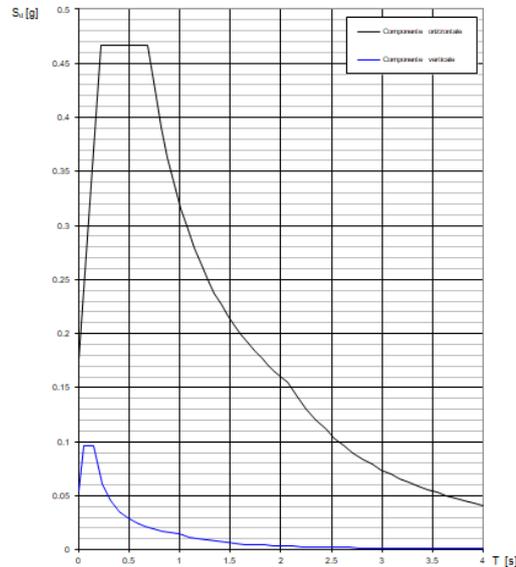
Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_n | 0.118 g |
| F_n | 2.643 |
| T_c^* | 0.529 s |
| S_S | 1.500 |
| C_C | 1.295 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.500 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.228 s |
| T_C | 0.685 s |
| T_D | 2.071 s |

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV



5.7.8.-.Metodo di analisi

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio (G_1), ai sovraccarichi permanenti (G_2) e a un'aliquota (ψ_{2j}) dei sovraccarichi accidentali (Q_{kj}):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame le azioni variabili che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- sovraccarico accidentale in copertura (Q_1): $\psi_{2j} = 0$
- azione della neve in copertura (SL): $\psi_{2j} = 0$

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale)
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati

- nella combinazione di questi effetti

Come prescritto dalle NTC 2018 al § 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al § 7.3.3.1 – NTC2018.

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni (NTC 2018 - § 7.3.5):

$$1.00 \cdot E_x \text{ " + " } 0.30 \cdot E_y$$

$$1.00 \cdot E_y \text{ " + " } 0.30 \cdot E_x$$

5.7.8.1.-.. Risposta Modale

L'analisi a spettro di risposta cerca la risposta più probabile alle equazioni di equilibrio dinamico associate alla risposta della struttura al moto del suolo. L'accelerazione del suolo dovuta ad un terremoto in ogni direzione viene espressa come una curva di spettro di risposta della pseudo-accelerazione spettrale in funzione del periodo della struttura.

Anche se le accelerazioni possono essere specificate in 3 direzioni, viene prodotto un unico risultato positivo per ciascuna quantità in risposta; le quantità in risposta comprendono spostamenti, forze e tensioni. Ciascun risultato calcolato rappresenta una misura statistica della grandezza più probabile di quella particolare quantità in risposta. È da attendersi che la vera risposta sia compresa in un intervallo che va dal valore positivo a quello negativo del valore trovato.

L'analisi a spettro di risposta viene eseguita usando la sovrapposizione dei modi, ricavati usando l'analisi agli autovettori. Per una data direzione di accelerazione, la risposta modale è calcolata su tutta la struttura per ciascuno dei modi di vibrazione: questi valori modali, per una data quantità in risposta, vengono combinati per produrre un unico risultato positivo per quella data direzione di accelerazione, usando il metodo CQC.

Si riportano nella seguente tabella i risultati dell'analisi modale condotta sulla struttura; in

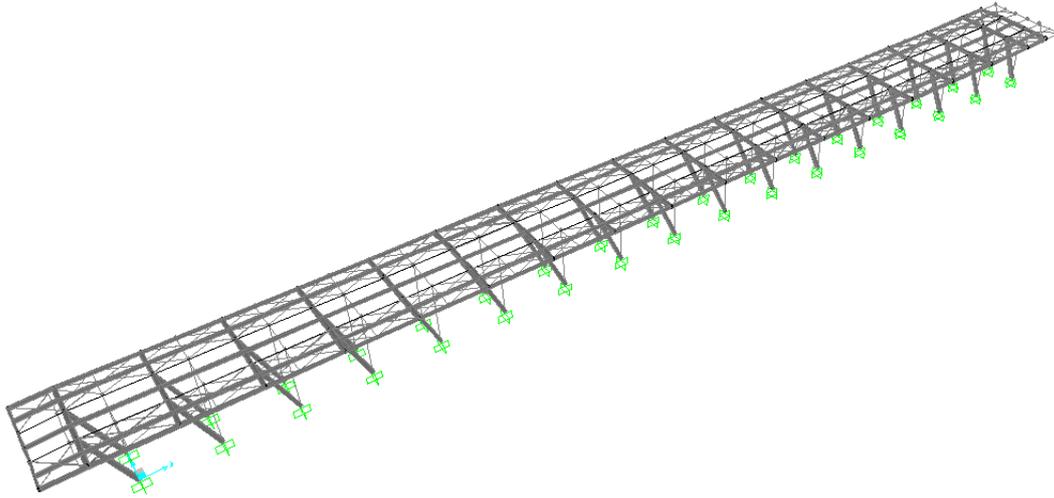
particolare, per i primi 35 modi, sono riepilogati: il periodo della struttura e le masse partecipanti (sia del singolo modo, sia le cumulate) per ciascun grado di libertà:

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | | | |
|--|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| StepType | StepNum | Period | UX | UY | SumUX | SumUY | RZ | SumRZ | |
| Text | Unitless | Sec | Unitless |
| Mode | 1 | 0.39 | 100.00% | 0.00% | 100.00% | 0.00% | 0.08% | 0.08% | |
| Mode | 2 | 0.32 | 0.00% | 12.60% | 100.00% | 12.60% | 61.10% | 61.20% | |
| Mode | 3 | 0.31 | 0.00% | 85.40% | 100.00% | 97.90% | 36.00% | 97.20% | |
| Mode | 4 | 0.30 | 0.00% | 0.47% | 100.00% | 98.40% | 1.00% | 98.20% | |
| Mode | 5 | 0.28 | 0.00% | 0.08% | 100.00% | 98.50% | 0.36% | 98.60% | |
| Mode | 6 | 0.25 | 0.00% | 0.27% | 100.00% | 98.80% | 0.15% | 98.70% | |
| Mode | 7 | 0.23 | 0.00% | 0.01% | 100.00% | 98.80% | 0.04% | 98.80% | |
| Mode | 8 | 0.19 | 0.00% | 0.01% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 9 | 0.18 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.01% | 98.80% | |
| Mode | 10 | 0.15 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.01% | 98.80% | |
| Mode | 11 | 0.15 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 12 | 0.15 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 13 | 0.14 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 14 | 0.13 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 15 | 0.12 | 0.00% | 0.01% | 100.00% | 98.80% | 0.01% | 98.80% | |
| Mode | 16 | 0.11 | 0.02% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 17 | 0.11 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 18 | 0.11 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 98.80% | 0.00% | 98.80% | |
| Mode | 19 | 0.09 | 0.00% | 0.02% | 100.00% | 98.80% | 0.01% | 98.80% | |
| Mode | 20 | 0.09 | 0.00% | 0.02% | 100.00% | 98.80% | 0.03% | 98.90% | |
| Mode | 21 | 0.09 | 0.00% | 0.08% | 100.00% | 98.90% | 0.20% | 99.10% | |
| Mode | 22 | 0.09 | 0.00% | 0.90% | 100.00% | 99.80% | 0.41% | 99.50% | |
| Mode | 23 | 0.09 | 0.00% | 0.06% | 100.00% | 99.90% | 0.35% | 99.80% | |
| Mode | 24 | 0.08 | 0.00% | 0.10% | 100.00% | 100.00% | 0.02% | 99.80% | |
| Mode | 25 | 0.08 | 0.00% | 0.02% | 100.00% | 100.00% | 0.15% | 100.00% | |
| Mode | 26 | 0.07 | 0.01% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 27 | 0.06 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 28 | 0.06 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 29 | 0.06 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 30 | 0.04 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 31 | 0.04 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 32 | 0.03 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 33 | 0.02 | 0.00% | 0.01% | 100.00% | 100.00% | 0.01% | 100.00% | |
| Mode | 34 | 0.02 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |
| Mode | 35 | 0.02 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 0.00% | 100.00% | |

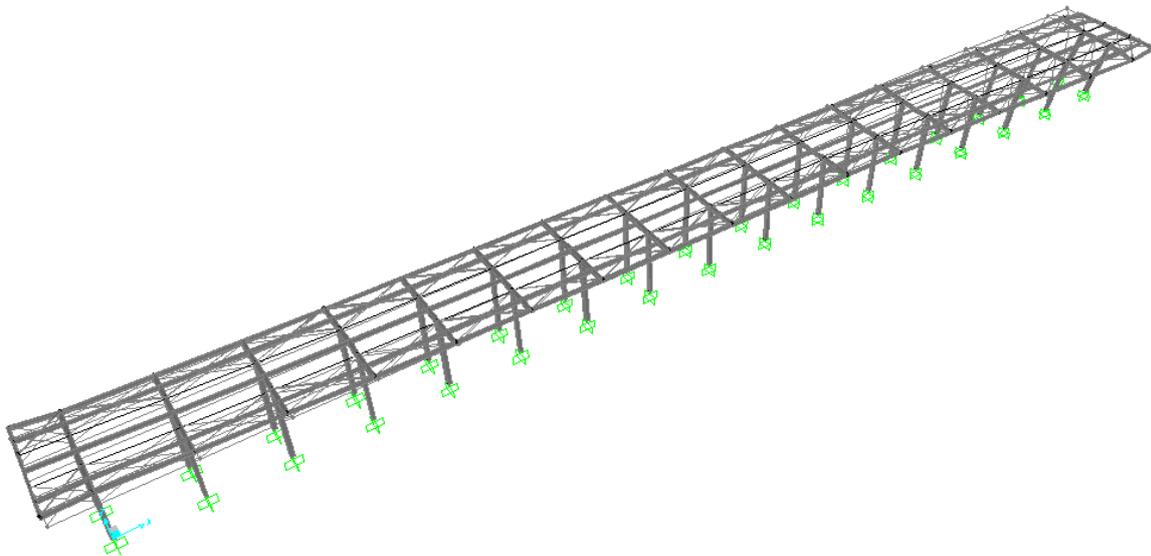
RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 25 di 81 |

Modo $T = 0.39s$



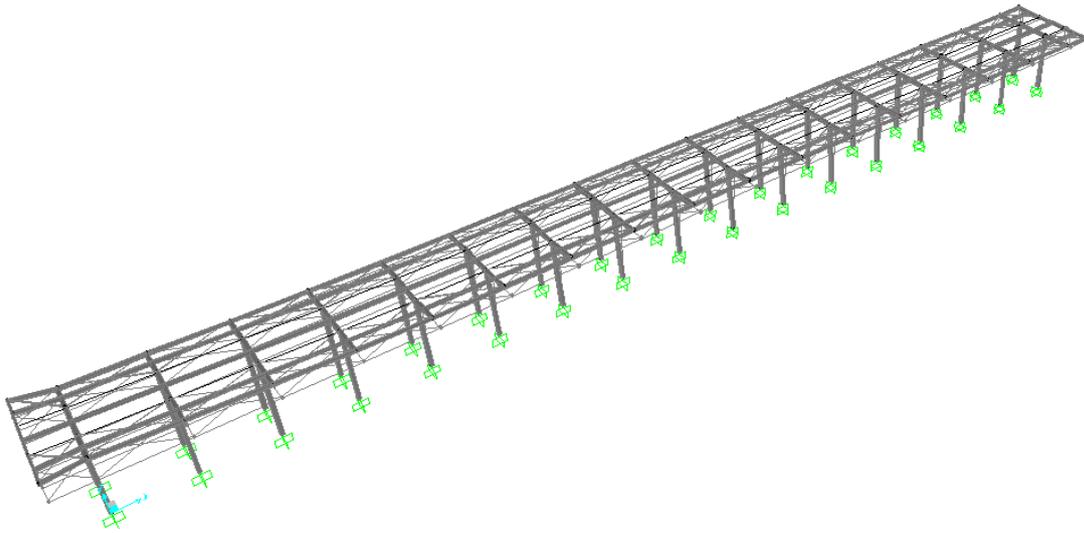
Modo $T = 0.32s$



RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 26 di 81 |

Modo $T=0.31$ s



5.7.8.2.-. Eccentricità accidentale delle masse (Ecc.X , Ecc.Y)

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

La forza di taglio alla base F_b si determina con la formula definita al § 7.3.3.2 – NTC 2018:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

dove:

λ è un fattore di correzione che nel caso in esame può essere assunto pari ad 1

W è il peso totale dell'edificio

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di progetto per il periodo T_1

T_1 è il periodo proprio derivante dall'analisi dinamica modale, relativo al modo di vibrare traslatorio considerato

Dall'analisi modale della struttura si ottengono i seguenti periodi propri, riferiti ai due modi di vibrare traslatori, sono i seguenti:

$$T_x = 0.39 \text{ s} \quad T_y = 0.31 \text{ s}$$

Si determinano quindi le forze di taglio alla base e i corrispondenti momenti torcenti per ciascuna direzione. Si osserva che se il momento torcente è generato dal sisma in direzione x (oppure y) allora anche il sistema di forze equivalente avrà direzione x (oppure y); si riportano di seguito le formule usate per la loro determinazione:

$$M_{ix} = F_b \cdot e_y \quad M_{iy} = F_b \cdot e_x$$

Dopo aver determinato il momento torcente per ciascuna delle due componenti orizzontali dell'azione sismica, si procede con la determinazione di un sistema di forze equivalente a tale momento. Le forze equivalenti sono state individuate in base alla distanza dei pilastri dal centro geometrico degli stessi: le forze sono applicate su ciascun pilastro, alla quota del baricentro delle travi.

$$H_{kx} = M_{tx} \cdot \frac{y_k}{\sum_k y_k^2} \quad H_{ky} = M_{ty} \cdot \frac{x_k}{\sum_k x_k^2}$$

dove:

k indica il numero del pilastro considerato

H_{kx} è la forza in direzione x, data da M_{tx} , agente sul k-esimo pilastro considerato

H_{ky} è la forza in direzione y, data da M_{ty} , agente sul k-esimo pilastro considerato

x_k e y_k sono le distanze dei pilastri dal centro geometrico della struttura

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli all'azione sismica che li origina.

6.-..ANALISI DELLA STRUTTURA

6.1.-..Codici di calcolo utilizzati

Per il calcolo delle sollecitazioni gravanti sugli elementi strutturali, per i modi di vibrare della struttura e per verifiche di resistenza si è fatto ricorso al codice di calcolo FEM SAP2000 della CSI.

6.1.1.-..Affidabilità del software

La documentazione fornita a corredo dei software contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

6.2.-..Modellazione dell'opera

L'analisi della struttura in esame è stata effettuata attraverso una modellazione agli elementi finiti.

La struttura è stata modellata con un modello numerico nelle tre dimensioni nello spazio, il sistema di riferimento assunto prevede una terna destrorsa il cui asse X è orientato in direzione nord e l'asse Z verticale positivo verso l'alto.

Il modello prevede un unico piano fuori terra. Travi e pilastri sono stati simulati con elementi *beam*.

I pilastri vengono vincolati a terra con vincoli di tipo incastro. Le travi secondarie di tipo IPE ed i controventi di falda vengono rilasciate a momento, mentre le travi principali HEA e UPN vengono considerate incastrate in corrispondenza del pilastro.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

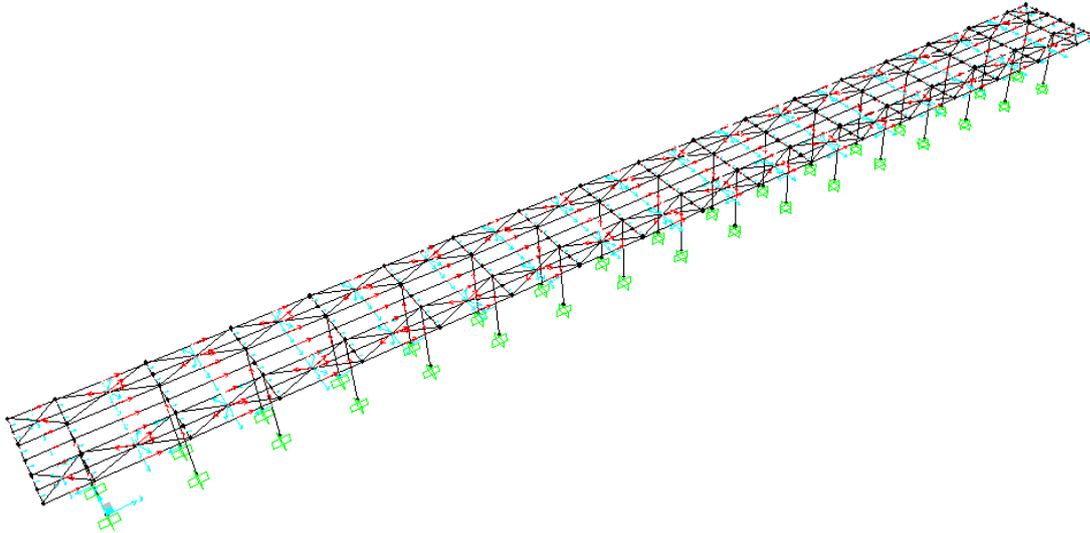


Figura 4: assi locali

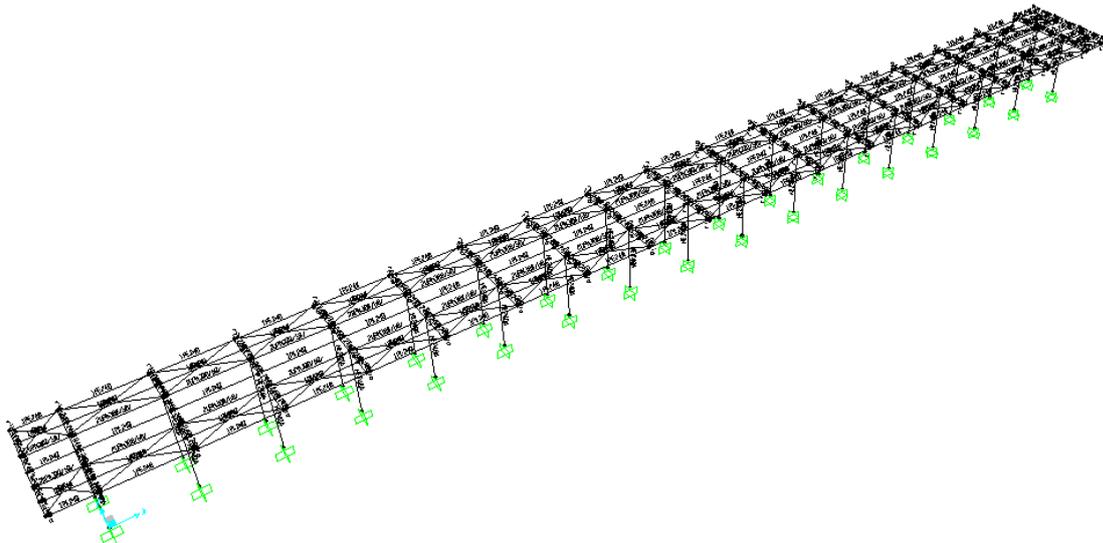


Figura 5: tipologia aste

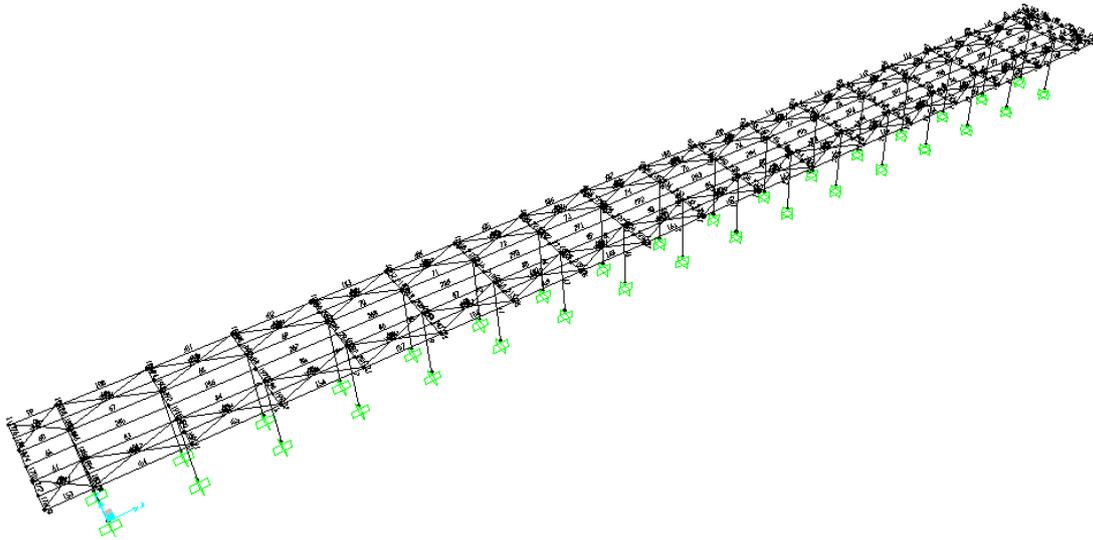


Figura 6: numerazione aste e nodi

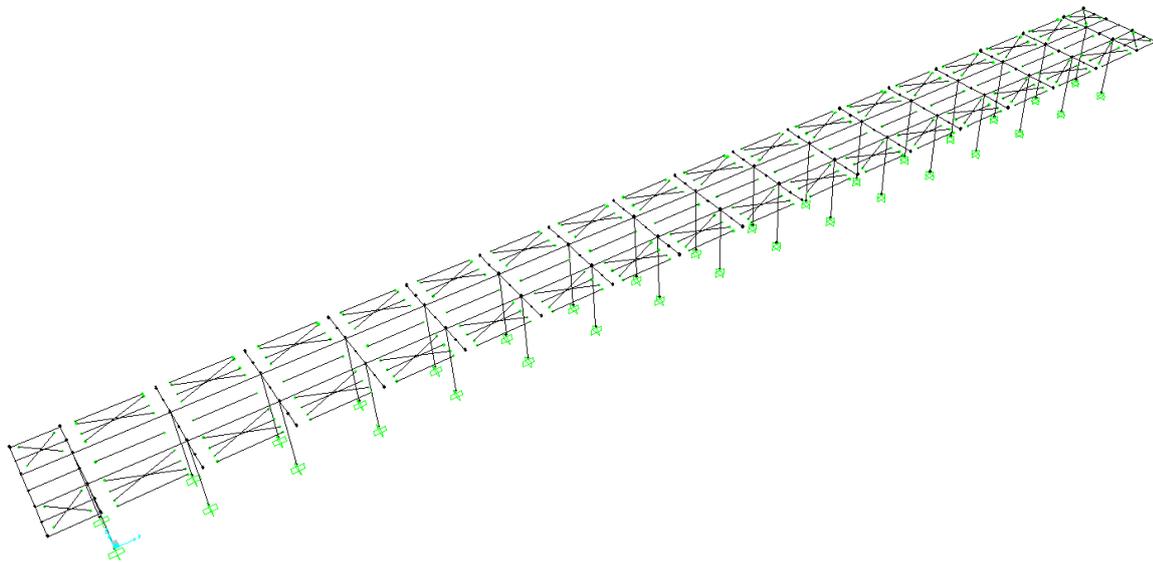


Figura 7: aste rilasciate

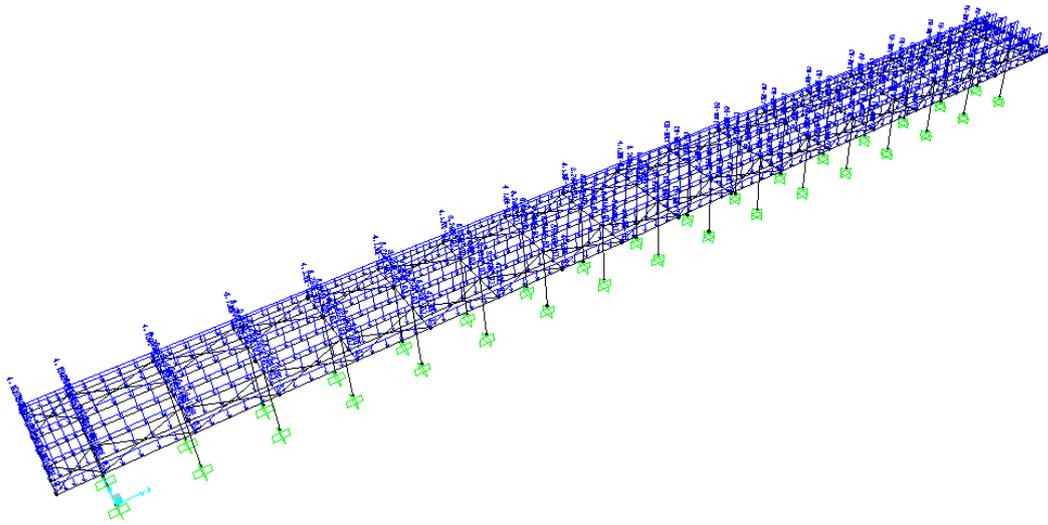
6.2.1.-.Condizioni di carico e assegnazioni

Di seguito si riportano le condizioni elementari di carico:

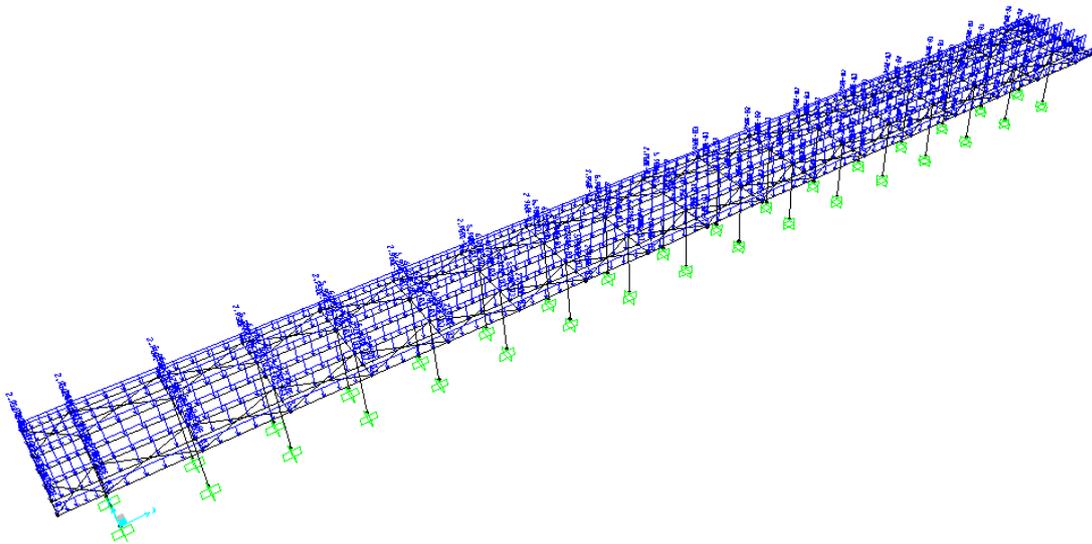
| Case | Type |
|--------|-------------|
| Text | Text |
| G1 | LinStatic |
| MODAL | LinModal |
| G2 | LinStatic |
| QH1 | LinStatic |
| N | LinStatic |
| T | LinStatic |
| Vx | LinStatic |
| Vy | LinStatic |
| Vx- | LinStatic |
| Vy- | LinStatic |
| q3 | LinStatic |
| | |
| SLV-X | LinRespSpec |
| SLV-Y | LinRespSpec |
| SLD-X | LinRespSpec |
| SLD-Y | LinRespSpec |
| SLO-X | LinRespSpec |
| SLO-Y | LinRespSpec |
| E SLVy | LinStatic |
| E SLVx | LinStatic |
| E SLDy | LinStatic |
| E SLDx | LinStatic |
| E SLOy | LinStatic |
| E SLOx | LinStatic |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 33 di 81 |



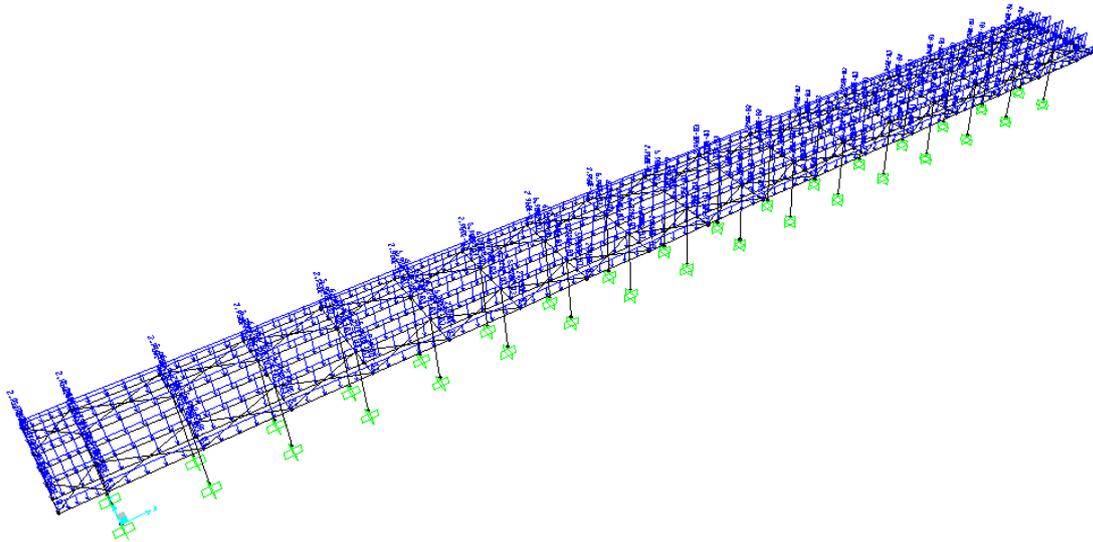
G2 – Permanenti non strutturali



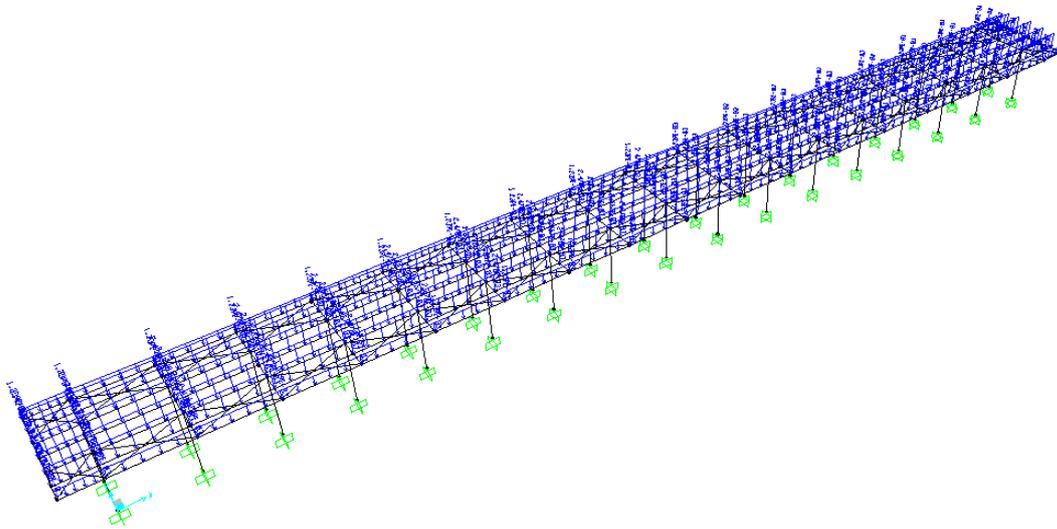
QH1 – Accidentali (Manutenzione)

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 34 di 81 |

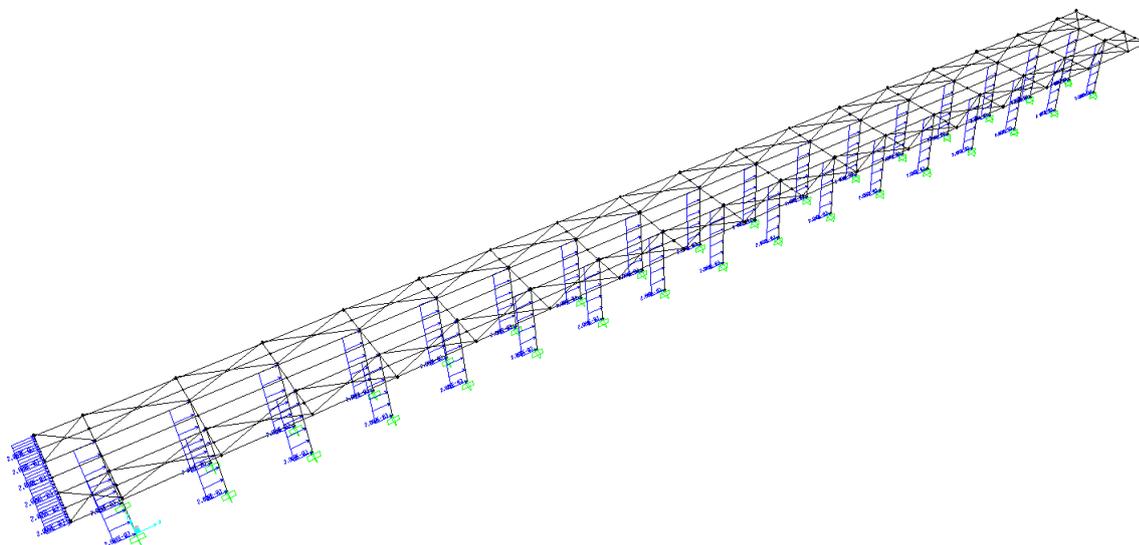


N - Neve

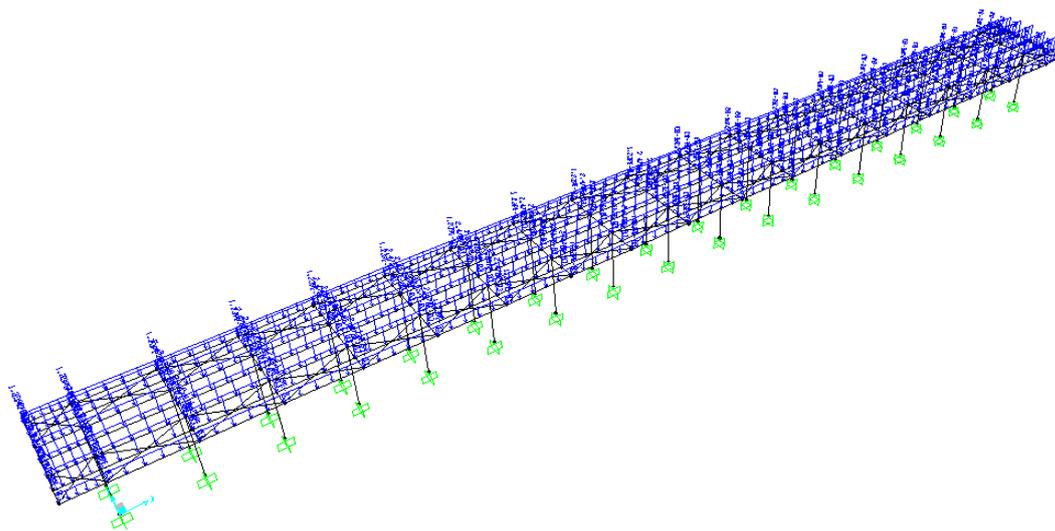


RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 35 di 81 |

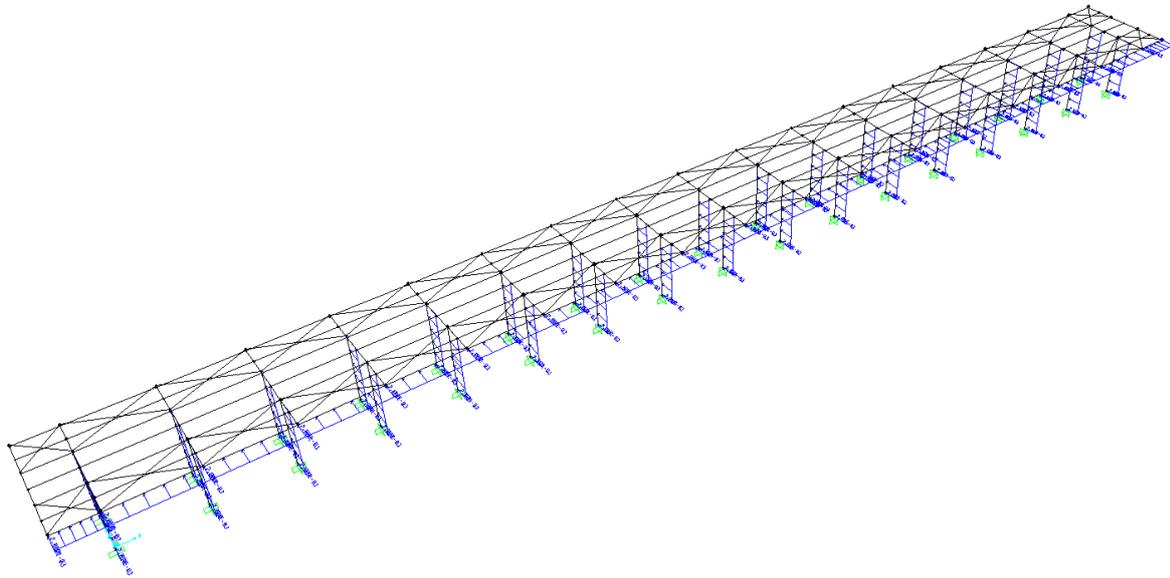


V_{x+} – Vento X+

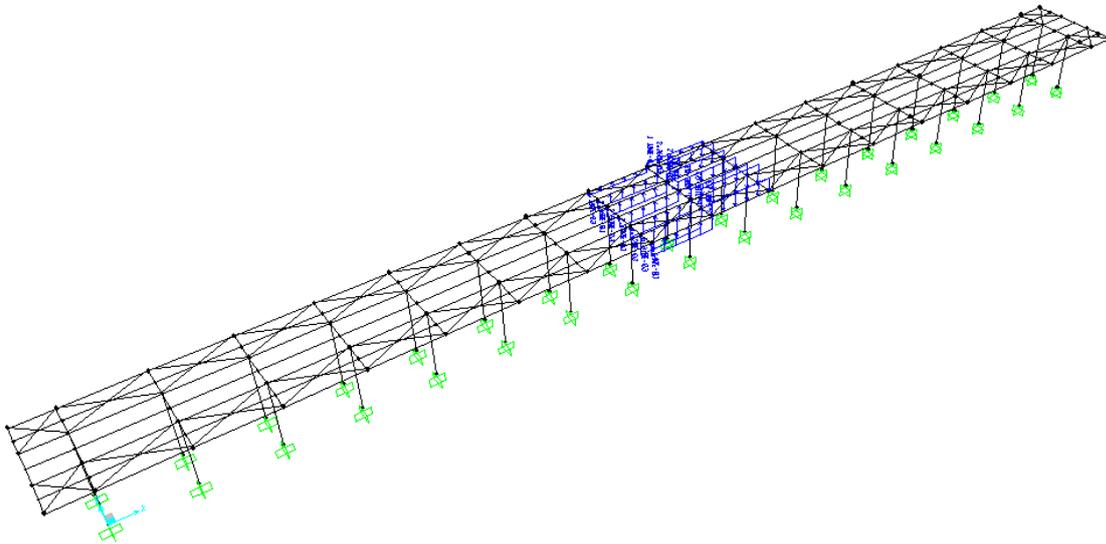


RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 36 di 81 |



Vy+ – Vento Y+



Azione aerodinamica treno

6.3.-.Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§ 2.5.3 NTC 18):

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili (verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 NTC 18):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} + \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

Le condizioni elementari di carico sono opportunamente combinate per determinare le condizioni più sfavorevoli per ciascun elemento strutturale. Di seguito tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. In particolare le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione.

Di seguito si riportano, con riferimento al § 7.3 della presente, le combinazioni utilizzate.

6.3.1.-..Modello di calcolo

Combinazioni SLU

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------|------------|----------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| SLU_Q1 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q1 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q1 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q1 | | T | 0.9 |
| SLU_Q1 | | Vx | 0.9 |
| SLU_Q1 | | N | 0.75 |
| SLU_Q1 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q2 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q2 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q2 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q2 | | T | -0.9 |
| SLU_Q2 | | Vx | 0.9 |
| SLU_Q2 | | N | 0.75 |
| SLU_Q2 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q3 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q3 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q3 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q3 | | T | 0.9 |
| SLU_Q3 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_Q3 | | N | 0.75 |
| SLU_Q3 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q4 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q4 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q4 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q4 | | T | -0.9 |
| SLU_Q4 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_Q4 | | N | 0.75 |
| SLU_Q4 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q5 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q5 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q5 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q5 | | T | 0.9 |
| SLU_Q5 | | Vy | 0.9 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 39 di 81 |

| | | | |
|----------|------------|-----|------|
| SLU_Q5 | | N | 0.75 |
| SLU_Q5 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q6 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q6 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q6 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q6 | | T | -0.9 |
| SLU_Q6 | | Vy | 0.9 |
| SLU_Q6 | | N | 0.75 |
| SLU_Q6 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q7 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q7 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q7 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q7 | | T | 0.9 |
| SLU_Q7 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_Q7 | | N | 0.75 |
| SLU_Q7 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Q8 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Q8 | | G2 | 1.3 |
| SLU_Q8 | | QH1 | 1.5 |
| SLU_Q8 | | T | -0.9 |
| SLU_Q8 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_Q8 | | N | 0.75 |
| SLU_Q8 | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vx1+ | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vx1+ | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vx1+ | | N | 0.75 |
| SLU_Vx1+ | | T | 0.9 |
| SLU_Vx1+ | | Vx | 1.5 |
| SLU_Vx1+ | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vx1- | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vx1- | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vx1- | | N | 0.75 |
| SLU_Vx1- | | T | 0.9 |
| SLU_Vx1- | | Vx- | 1.5 |
| SLU_Vx1- | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vx2+ | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vx2+ | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vx2+ | | N | 0.75 |
| SLU_Vx2+ | | T | -0.9 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 40 di 81 |

| | | | |
|----------|------------|-----|------|
| SLU_Vx2+ | | Vx | 1.5 |
| SLU_Vx2+ | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vx2- | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vx2- | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vx2- | | N | 0.75 |
| SLU_Vx2- | | T | -0.9 |
| SLU_Vx2- | | Vx- | 1.5 |
| SLU_Vx2- | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vy1+ | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vy1+ | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vy1+ | | N | 0.75 |
| SLU_Vy1+ | | T | 0.9 |
| SLU_Vy1+ | | Vy | 1.5 |
| SLU_Vy1+ | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vy1- | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vy1- | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vy1- | | N | 0.75 |
| SLU_Vy1- | | T | 0.9 |
| SLU_Vy1- | | Vy- | 1.5 |
| SLU_Vy1- | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vy2+ | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vy2+ | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vy2+ | | N | 0.75 |
| SLU_Vy2+ | | T | -0.9 |
| SLU_Vy2+ | | Vy | 1.5 |
| SLU_Vy2+ | | q3 | 1.16 |
| SLU_Vy2- | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_Vy2- | | G2 | 1.3 |
| SLU_Vy2- | | N | 0.75 |
| SLU_Vy2- | | T | -0.9 |
| SLU_Vy2- | | Vy- | 1.5 |
| SLU_Vy2- | | q3 | 1.16 |
| SLU_N1 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N1 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N1 | | QH1 | 0 |
| SLU_N1 | | T | 0.9 |
| SLU_N1 | | Vx | 0.9 |
| SLU_N1 | | N | 1.5 |
| SLU_N1 | | q3 | 1.16 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 41 di 81 |

| | | | |
|--------|------------|-----|------|
| SLU_N2 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N2 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N2 | | QH1 | 0 |
| SLU_N2 | | T | -0.9 |
| SLU_N2 | | Vx | 0.9 |
| SLU_N2 | | N | 1.5 |
| SLU_N2 | | q3 | 1.16 |
| SLU_N3 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N3 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N3 | | QH1 | 0 |
| SLU_N3 | | T | 0.9 |
| SLU_N3 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_N3 | | N | 1.5 |
| SLU_N3 | | q3 | 1.16 |
| SLU_N4 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N4 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N4 | | QH1 | 0 |
| SLU_N4 | | T | -0.9 |
| SLU_N4 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_N4 | | N | 1.5 |
| SLU_N4 | | q3 | 1.16 |
| SLU_N5 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N5 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N5 | | QH1 | 0 |
| SLU_N5 | | T | 0.9 |
| SLU_N5 | | Vy | 0.9 |
| SLU_N5 | | N | 1.5 |
| SLU_N5 | | q3 | 1.16 |
| SLU_N6 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N6 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N6 | | QH1 | 0 |
| SLU_N6 | | T | -0.9 |
| SLU_N6 | | Vy | 0.9 |
| SLU_N6 | | N | 1.5 |
| SLU_N6 | | q3 | 1.16 |
| SLU_N7 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N7 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N7 | | QH1 | 0 |
| SLU_N7 | | T | 0.9 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 42 di 81 |

| | | | |
|--------|------------|-----|------|
| SLU_N7 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_N7 | | N | 1.5 |
| SLU_N7 | | q3 | 1.16 |
| SLU_N8 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_N8 | | G2 | 1.3 |
| SLU_N8 | | QH1 | 0 |
| SLU_N8 | | T | -0.9 |
| SLU_N8 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_N8 | | N | 1.5 |
| SLU_N8 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T1 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T1 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T1 | | QH1 | 0 |
| SLU_T1 | | T | 1.5 |
| SLU_T1 | | Vx | 0.9 |
| SLU_T1 | | N | 0.75 |
| SLU_T1 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T2 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T2 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T2 | | QH1 | 0 |
| SLU_T2 | | T | -1.5 |
| SLU_T2 | | Vx | 0.9 |
| SLU_T2 | | N | 0.75 |
| SLU_T2 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T3 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T3 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T3 | | QH1 | 0 |
| SLU_T3 | | T | 1.5 |
| SLU_T3 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_T3 | | N | 0.75 |
| SLU_T3 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T4 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T4 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T4 | | QH1 | 0 |
| SLU_T4 | | T | -1.5 |
| SLU_T4 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_T4 | | N | 0.75 |
| SLU_T4 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T5 | Linear Add | G1 | 1.3 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 43 di 81 |

| | | | |
|---------|------------|-----|------|
| SLU_T5 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T5 | | QH1 | 0 |
| SLU_T5 | | T | 1.5 |
| SLU_T5 | | Vy | 0.9 |
| SLU_T5 | | N | 0.75 |
| SLU_T5 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T6 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T6 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T6 | | QH1 | 0 |
| SLU_T6 | | T | -1.5 |
| SLU_T6 | | Vy | 0.9 |
| SLU_T6 | | N | 0.75 |
| SLU_T6 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T7 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T7 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T7 | | QH1 | 0 |
| SLU_T7 | | T | 1.5 |
| SLU_T7 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_T7 | | N | 0.75 |
| SLU_T7 | | q3 | 1.16 |
| SLU_T8 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_T8 | | G2 | 1.3 |
| SLU_T8 | | QH1 | 0 |
| SLU_T8 | | T | -1.5 |
| SLU_T8 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_T8 | | N | 0.75 |
| SLU_T8 | | q3 | 1.16 |
| SLU_AE1 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE1 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE1 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE1 | | T | 0.9 |
| SLU_AE1 | | Vx | 0.9 |
| SLU_AE1 | | N | 0.75 |
| SLU_AE1 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE2 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE2 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE2 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE2 | | T | -0.9 |
| SLU_AE2 | | Vx | 0.9 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 44 di 81 |

| | | | |
|---------|------------|-----|------|
| SLU_AE2 | | N | 0.75 |
| SLU_AE2 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE3 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE3 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE3 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE3 | | T | 0.9 |
| SLU_AE3 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_AE3 | | N | 0.75 |
| SLU_AE3 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE4 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE4 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE4 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE4 | | T | -0.9 |
| SLU_AE4 | | Vx- | 0.9 |
| SLU_AE4 | | N | 0.75 |
| SLU_AE4 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE5 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE5 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE5 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE5 | | T | 0.9 |
| SLU_AE5 | | Vy | 0.9 |
| SLU_AE5 | | N | 0.75 |
| SLU_AE5 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE6 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE6 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE6 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE6 | | T | -0.9 |
| SLU_AE6 | | Vy | 0.9 |
| SLU_AE6 | | N | 0.75 |
| SLU_AE6 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE7 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE7 | | G2 | 1.3 |
| SLU_AE7 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE7 | | T | 0.9 |
| SLU_AE7 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_AE7 | | N | 0.75 |
| SLU_AE7 | | q3 | 1.45 |
| SLU_AE8 | Linear Add | G1 | 1.3 |
| SLU_AE8 | | G2 | 1.3 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 45 di 81 |

| | | | |
|---------|--|-----|------|
| SLU_AE8 | | QH1 | 0 |
| SLU_AE8 | | T | -0.9 |
| SLU_AE8 | | Vy- | 0.9 |
| SLU_AE8 | | N | 0.75 |
| SLU_AE8 | | q3 | 1.45 |

Combinazioni SLE rara

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------|------------|----------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| SLER_Q1 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q1 | | G2 | 1 |
| SLER_Q1 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q1 | | T | 0.6 |
| SLER_Q1 | | N | 0.5 |
| SLER_Q1 | | Vx | 0.6 |
| SLER_Q1 | | N | 0.5 |
| SLER_Q1 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q2 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q2 | | G2 | 1 |
| SLER_Q2 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q2 | | T | -0.6 |
| SLER_Q2 | | N | 0.5 |
| SLER_Q2 | | Vx | 0.6 |
| SLER_Q2 | | N | 0.5 |
| SLER_Q2 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q3 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q3 | | G2 | 1 |
| SLER_Q3 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q3 | | T | 0.6 |
| SLER_Q3 | | N | 0.5 |
| SLER_Q3 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_Q3 | | N | 0.5 |
| SLER_Q3 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q4 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q4 | | G2 | 1 |
| SLER_Q4 | | QH1 | 1 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 46 di 81 |

| | | | |
|-------------|------------|-----|------|
| SLER_Q4 | | T | -0.6 |
| SLER_Q4 | | N | 0.5 |
| SLER_Q4 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_Q4 | | N | 0.5 |
| SLER_Q4 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q5 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q5 | | G2 | 1 |
| SLER_Q5 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q5 | | T | 0.6 |
| SLER_Q5 | | N | 0.5 |
| SLER_Q5 | | Vy | 0.6 |
| SLER_Q5 | | N | 0.5 |
| SLER_Q5 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q6 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q6 | | G2 | 1 |
| SLER_Q6 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q6 | | T | -0.6 |
| SLER_Q6 | | N | 0.5 |
| SLER_Q6 | | Vy | 0.6 |
| SLER_Q6 | | N | 0.5 |
| SLER_Q6 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q7 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q7 | | G2 | 1 |
| SLER_Q7 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q7 | | T | 0.6 |
| SLER_Q7 | | N | 0.5 |
| SLER_Q7 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_Q7 | | N | 0.5 |
| SLER_Q7 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Q8 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Q8 | | G2 | 1 |
| SLER_Q8 | | QH1 | 1 |
| SLER_Q8 | | T | -0.6 |
| SLER_Q8 | | N | 0.5 |
| SLER_Q8 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_Q8 | | N | 0.5 |
| SLER_Q8 | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vx+_T- | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vx+_T- | | G2 | 1 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 47 di 81 |

| | | | |
|-------------|------------|-----|------|
| SLER_Vx+_T- | | Vx | 1 |
| SLER_Vx+_T- | | N | 0.5 |
| SLER_Vx+_T- | | T | -0.6 |
| SLER_Vx+_T- | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vy+ | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vy+ | | G2 | 1 |
| SLER_Vy+ | | Vy | 1 |
| SLER_Vy+ | | N | 0.5 |
| SLER_Vy+ | | T | 0.6 |
| SLER_Vy+ | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vx- | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vx- | | G2 | 1 |
| SLER_Vx- | | Vx- | 1 |
| SLER_Vx- | | N | 0.5 |
| SLER_Vx- | | T | 0.6 |
| SLER_Vx- | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vy- | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vy- | | G2 | 1 |
| SLER_Vy- | | Vy- | 1 |
| SLER_Vy- | | N | 0.5 |
| SLER_Vy- | | T | 0.6 |
| SLER_Vy- | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vx+ | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vx+ | | G2 | 1 |
| SLER_Vx+ | | Vx | 1 |
| SLER_Vx+ | | N | 0.5 |
| SLER_Vx+ | | T | 0.6 |
| SLER_Vx+ | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vx-_T- | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vx-_T- | | G2 | 1 |
| SLER_Vx-_T- | | Vx- | 1 |
| SLER_Vx-_T- | | N | 0.5 |
| SLER_Vx-_T- | | T | -0.6 |
| SLER_Vx-_T- | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vy+_T- | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vy+_T- | | G2 | 1 |
| SLER_Vy+_T- | | Vy | 1 |
| SLER_Vy+_T- | | N | 0.5 |
| SLER_Vy+_T- | | T | -0.6 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 48 di 81 |

| | | | |
|-------------|------------|-----|------|
| SLER_Vy+_T- | | q3 | 0.8 |
| SLER_Vy-_T- | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_Vy-_T- | | G2 | 1 |
| SLER_Vy-_T- | | Vy- | 1 |
| SLER_Vy-_T- | | N | 0.5 |
| SLER_Vy-_T- | | T | -0.6 |
| SLER_Vy-_T- | | q3 | 0.8 |
| SLER_N1 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N1 | | G2 | 1 |
| SLER_N1 | | QH1 | 0 |
| SLER_N1 | | T | 0.6 |
| SLER_N1 | | N | 0.5 |
| SLER_N1 | | Vx | 0.6 |
| SLER_N1 | | N | 1 |
| SLER_N1 | | q3 | 0.8 |
| SLER_N2 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N2 | | G2 | 1 |
| SLER_N2 | | QH1 | 0 |
| SLER_N2 | | T | -0.6 |
| SLER_N2 | | N | 0.5 |
| SLER_N2 | | Vx | 0.6 |
| SLER_N2 | | N | 1 |
| SLER_N2 | | q3 | 0.8 |
| SLER_N3 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N3 | | G2 | 1 |
| SLER_N3 | | QH1 | 0 |
| SLER_N3 | | T | 0.6 |
| SLER_N3 | | N | 0.5 |
| SLER_N3 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_N3 | | N | 1 |
| SLER_N3 | | q3 | 0.8 |
| SLER_N4 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N4 | | G2 | 1 |
| SLER_N4 | | QH1 | 0 |
| SLER_N4 | | T | -0.6 |
| SLER_N4 | | N | 0.5 |
| SLER_N4 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_N4 | | N | 1 |
| SLER_N4 | | q3 | 0.8 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 49 di 81 |

| | | | |
|---------|------------|-----|------|
| SLER_N5 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N5 | | G2 | 1 |
| SLER_N5 | | QH1 | 0 |
| SLER_N5 | | T | 0.6 |
| SLER_N5 | | N | 0.5 |
| SLER_N5 | | Vy | 0.6 |
| SLER_N5 | | N | 1 |
| SLER_N5 | | q3 | 0.8 |
| SLER_N6 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N6 | | G2 | 1 |
| SLER_N6 | | QH1 | 0 |
| SLER_N6 | | T | -0.6 |
| SLER_N6 | | N | 0.5 |
| SLER_N6 | | Vy | 0.6 |
| SLER_N6 | | N | 1 |
| SLER_N6 | | q3 | 0.8 |
| SLER_N7 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N7 | | G2 | 1 |
| SLER_N7 | | QH1 | 0 |
| SLER_N7 | | T | 0.6 |
| SLER_N7 | | N | 0.5 |
| SLER_N7 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_N7 | | N | 1 |
| SLER_N7 | | q3 | 0.8 |
| SLER_N8 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_N8 | | G2 | 1 |
| SLER_N8 | | QH1 | 0 |
| SLER_N8 | | T | -0.6 |
| SLER_N8 | | N | 0.5 |
| SLER_N8 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_N8 | | N | 1 |
| SLER_N8 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T1 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T1 | | G2 | 1 |
| SLER_T1 | | QH1 | 0 |
| SLER_T1 | | T | 1 |
| SLER_T1 | | N | 0.5 |
| SLER_T1 | | Vx | 0.6 |
| SLER_T1 | | N | 0.5 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 50 di 81 |

| | | | |
|---------|------------|-----|-----|
| SLER_T1 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T2 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T2 | | G2 | 1 |
| SLER_T2 | | QH1 | 0 |
| SLER_T2 | | T | -1 |
| SLER_T2 | | N | 0.5 |
| SLER_T2 | | Vx | 0.6 |
| SLER_T2 | | N | 0.5 |
| SLER_T2 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T3 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T3 | | G2 | 1 |
| SLER_T3 | | QH1 | 0 |
| SLER_T3 | | T | 1 |
| SLER_T3 | | N | 0.5 |
| SLER_T3 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_T3 | | N | 0.5 |
| SLER_T3 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T4 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T4 | | G2 | 1 |
| SLER_T4 | | QH1 | 0 |
| SLER_T4 | | T | -1 |
| SLER_T4 | | N | 0.5 |
| SLER_T4 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_T4 | | N | 0.5 |
| SLER_T4 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T5 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T5 | | G2 | 1 |
| SLER_T5 | | QH1 | 0 |
| SLER_T5 | | T | 1 |
| SLER_T5 | | N | 0.5 |
| SLER_T5 | | Vy | 0.6 |
| SLER_T5 | | N | 0.5 |
| SLER_T5 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T6 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T6 | | G2 | 1 |
| SLER_T6 | | QH1 | 0 |
| SLER_T6 | | T | -1 |
| SLER_T6 | | N | 0.5 |
| SLER_T6 | | Vy | 0.6 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 51 di 81 |

| | | | |
|----------|------------|-----|------|
| SLER_T6 | | N | 0.5 |
| SLER_T6 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T7 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T7 | | G2 | 1 |
| SLER_T7 | | QH1 | 0 |
| SLER_T7 | | T | 1 |
| SLER_T7 | | N | 0.5 |
| SLER_T7 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_T7 | | N | 0.5 |
| SLER_T7 | | q3 | 0.8 |
| SLER_T8 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_T8 | | G2 | 1 |
| SLER_T8 | | QH1 | 0 |
| SLER_T8 | | T | -1 |
| SLER_T8 | | N | 0.5 |
| SLER_T8 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_T8 | | N | 0.5 |
| SLER_T8 | | q3 | 0.8 |
| SLER_AE1 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE1 | | G2 | 1 |
| SLER_AE1 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE1 | | T | 0.6 |
| SLER_AE1 | | N | 0.5 |
| SLER_AE1 | | Vx | 0.6 |
| SLER_AE1 | | N | 0.5 |
| SLER_AE1 | | q3 | 1 |
| SLER_AE2 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE2 | | G2 | 1 |
| SLER_AE2 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE2 | | T | -0.6 |
| SLER_AE2 | | N | 0.5 |
| SLER_AE2 | | Vx | 0.6 |
| SLER_AE2 | | N | 0.5 |
| SLER_AE2 | | q3 | 1 |
| SLER_AE3 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE3 | | G2 | 1 |
| SLER_AE3 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE3 | | T | 0.6 |
| SLER_AE3 | | N | 0.5 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 52 di 81 |

| | | | |
|----------|------------|-----|------|
| SLER_AE3 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_AE3 | | N | 0.5 |
| SLER_AE3 | | q3 | 1 |
| SLER_AE4 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE4 | | G2 | 1 |
| SLER_AE4 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE4 | | T | -0.6 |
| SLER_AE4 | | N | 0.5 |
| SLER_AE4 | | Vx- | 0.6 |
| SLER_AE4 | | N | 0.5 |
| SLER_AE4 | | q3 | 1 |
| SLER_AE5 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE5 | | G2 | 1 |
| SLER_AE5 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE5 | | T | 0.6 |
| SLER_AE5 | | N | 0.5 |
| SLER_AE5 | | Vy | 0.6 |
| SLER_AE5 | | N | 0.5 |
| SLER_AE5 | | q3 | 1 |
| SLER_AE6 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE6 | | G2 | 1 |
| SLER_AE6 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE6 | | T | -0.6 |
| SLER_AE6 | | N | 0.5 |
| SLER_AE6 | | Vy | 0.6 |
| SLER_AE6 | | N | 0.5 |
| SLER_AE6 | | q3 | 1 |
| SLER_AE7 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE7 | | G2 | 1 |
| SLER_AE7 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE7 | | T | 0.6 |
| SLER_AE7 | | N | 0.5 |
| SLER_AE7 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_AE7 | | N | 0.5 |
| SLER_AE7 | | q3 | 1 |
| SLER_AE8 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLER_AE8 | | G2 | 1 |
| SLER_AE8 | | QH1 | 0 |
| SLER_AE8 | | T | -0.6 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 53 di 81 |

| | | | |
|----------|--|-----|-----|
| SLER_AE8 | | N | 0.5 |
| SLER_AE8 | | Vy- | 0.6 |
| SLER_AE8 | | N | 0.5 |
| SLER_AE8 | | q3 | 1 |

Combinazioni SLV

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------|------------|----------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| SLV_X1 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X1 | | G2 | 1 |
| SLV_X1 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X1 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X2 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X2 | | G2 | 1 |
| SLV_X2 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X2 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X3 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X3 | | G2 | 1 |
| SLV_X3 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X3 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_X4 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X4 | | G2 | 1 |
| SLV_X4 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X4 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_Y1 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y1 | | G2 | 1 |
| SLV_Y1 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y1 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y2 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y2 | | G2 | 1 |
| SLV_Y2 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y2 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y3 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y3 | | G2 | 1 |
| SLV_Y3 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y3 | | SLV-Y | -1 |
| SLV_Y4 | Linear Add | G1 | 1 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 54 di 81 |

| | | | |
|--------|------------|-------|------|
| SLV_Y4 | | G2 | 1 |
| SLV_Y4 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y4 | | SLV-Y | -1 |
| SLV_X5 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X5 | | G2 | 1 |
| SLV_X5 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X5 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X6 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X6 | | G2 | 1 |
| SLV_X6 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X6 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X7 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X7 | | G2 | 1 |
| SLV_X7 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X7 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_X8 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X8 | | G2 | 1 |
| SLV_X8 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X8 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_Y5 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y5 | | G2 | 1 |
| SLV_Y5 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y5 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y6 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y6 | | G2 | 1 |
| SLV_Y6 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y6 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y7 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y7 | | G2 | 1 |
| SLV_Y7 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y7 | | SLV-Y | -1 |
| SLV_Y8 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y8 | | G2 | 1 |
| SLV_Y8 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y8 | | SLV-Y | -1 |
| SLV_X9 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X9 | | G2 | 1 |
| SLV_X9 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X9 | | SLV-Y | 0.3 |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 55 di 81 |

| | | | |
|---------|------------|-------|------|
| SLV_X10 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X10 | | G2 | 1 |
| SLV_X10 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X10 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X11 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X11 | | G2 | 1 |
| SLV_X11 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X11 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_X12 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X12 | | G2 | 1 |
| SLV_X12 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X12 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_X13 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X13 | | G2 | 1 |
| SLV_X13 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X13 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X14 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X14 | | G2 | 1 |
| SLV_X14 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X14 | | SLV-Y | 0.3 |
| SLV_X15 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X15 | | G2 | 1 |
| SLV_X15 | | SLV-X | 1 |
| SLV_X15 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_X16 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_X16 | | G2 | 1 |
| SLV_X16 | | SLV-X | -1 |
| SLV_X16 | | SLV-Y | -0.3 |
| SLV_Y9 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y9 | | G2 | 1 |
| SLV_Y9 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y9 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y10 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y10 | | G2 | 1 |
| SLV_Y10 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y10 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y11 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y11 | | G2 | 1 |
| SLV_Y11 | | SLV-X | 0.3 |

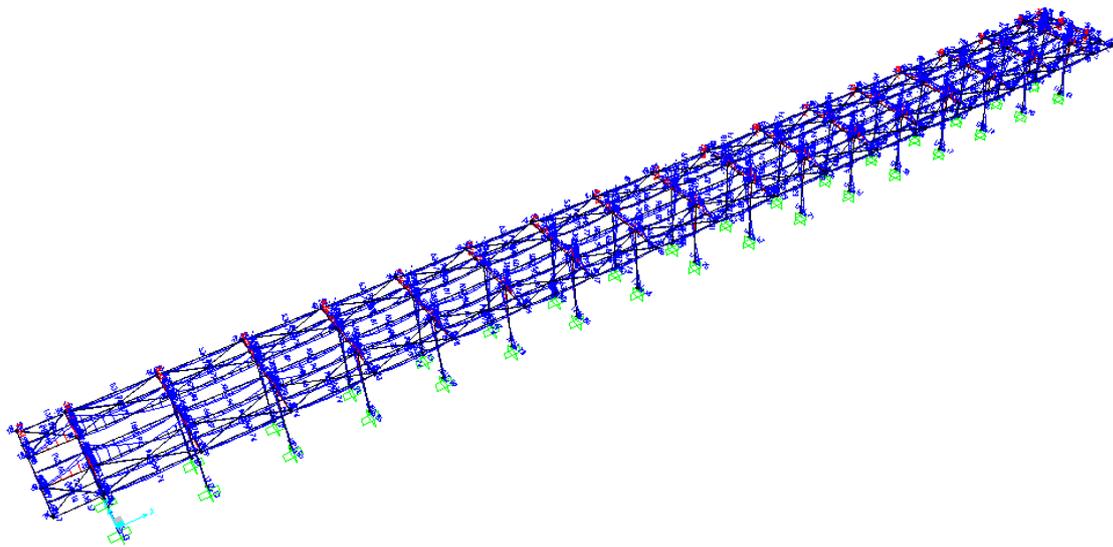
RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 56 di 81 |

| | | | |
|---------|------------|-------|------|
| SLV_Y11 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y12 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y12 | | G2 | 1 |
| SLV_Y12 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y12 | | SLV-Y | -1 |
| SLV_Y13 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y13 | | G2 | 1 |
| SLV_Y13 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y13 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y14 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y14 | | G2 | 1 |
| SLV_Y14 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y14 | | SLV-Y | 1 |
| SLV_Y15 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y15 | | G2 | 1 |
| SLV_Y15 | | SLV-X | 0.3 |
| SLV_Y15 | | SLV-Y | -1 |
| SLV_Y16 | Linear Add | G1 | 1 |
| SLV_Y16 | | G2 | 1 |
| SLV_Y16 | | SLV-X | -0.3 |
| SLV_Y16 | | SLV-Y | -1 |

7.-..SOLLECITAZIONI MASSIME

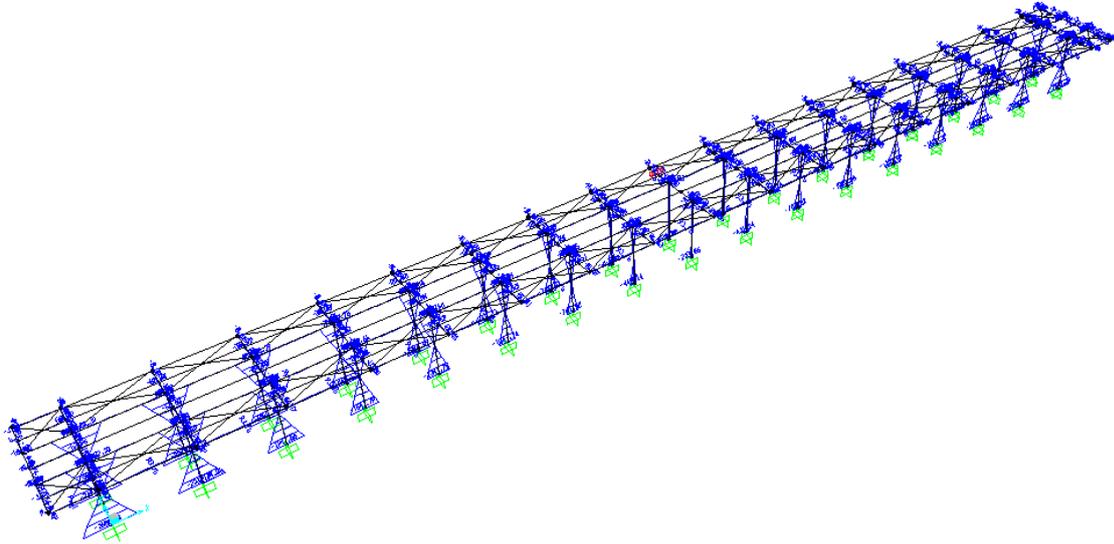
Di seguito si riportano, per il modello di calcolo, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione a mezzo di diagrammi di involuppo associati alle famiglie di combinazioni dei carichi.



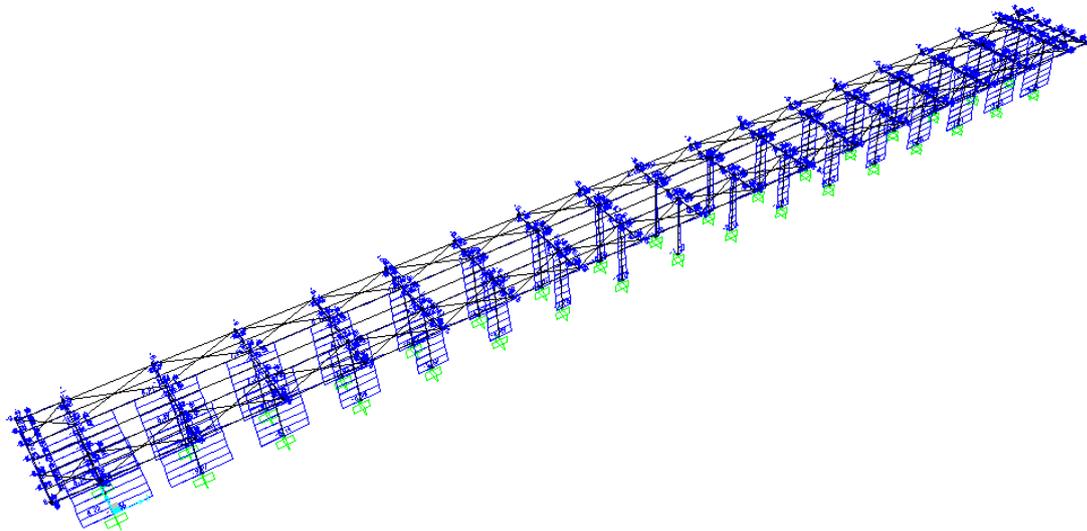
Momento M3 - Involuppo SLU

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 58 di 81 |



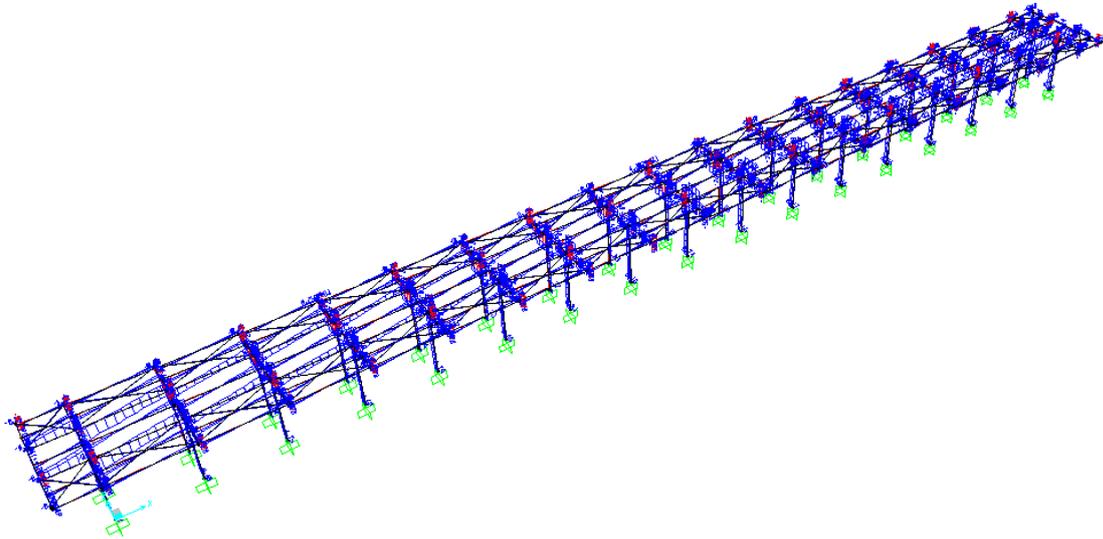
Momento M2 - Involuppo SLU



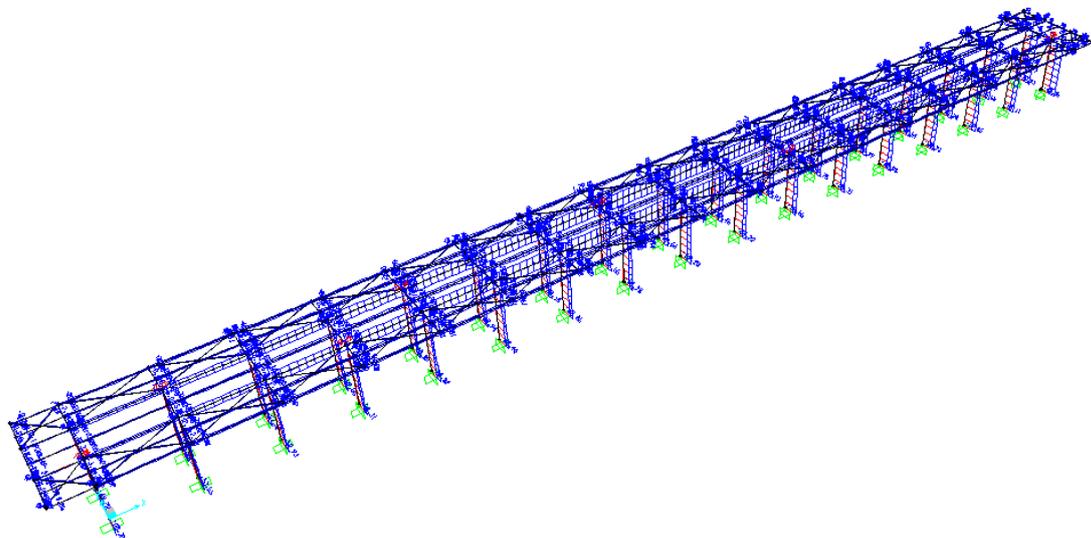
Taglio V3 - Involuppo SLU

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 59 di 81 |



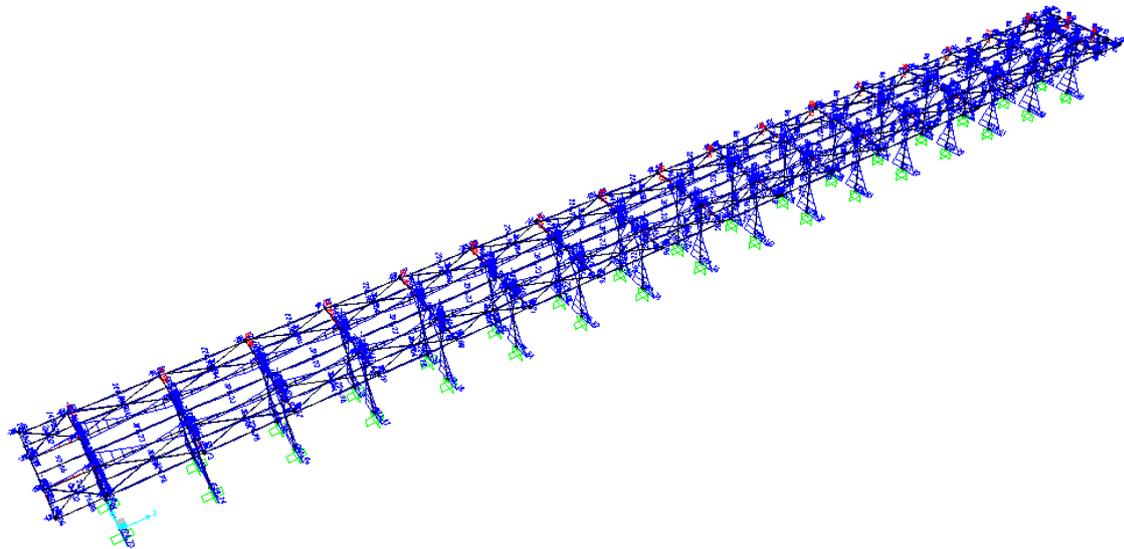
Taglio V2 - Inviluppo SLU



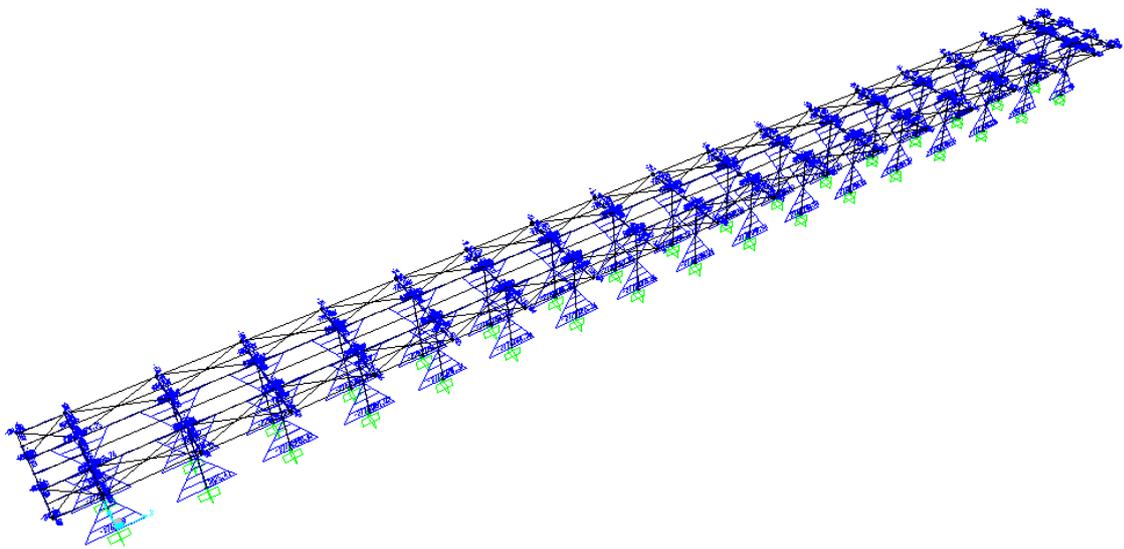
Sforzo Normale N - Inviluppo SLU

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 60 di 81 |



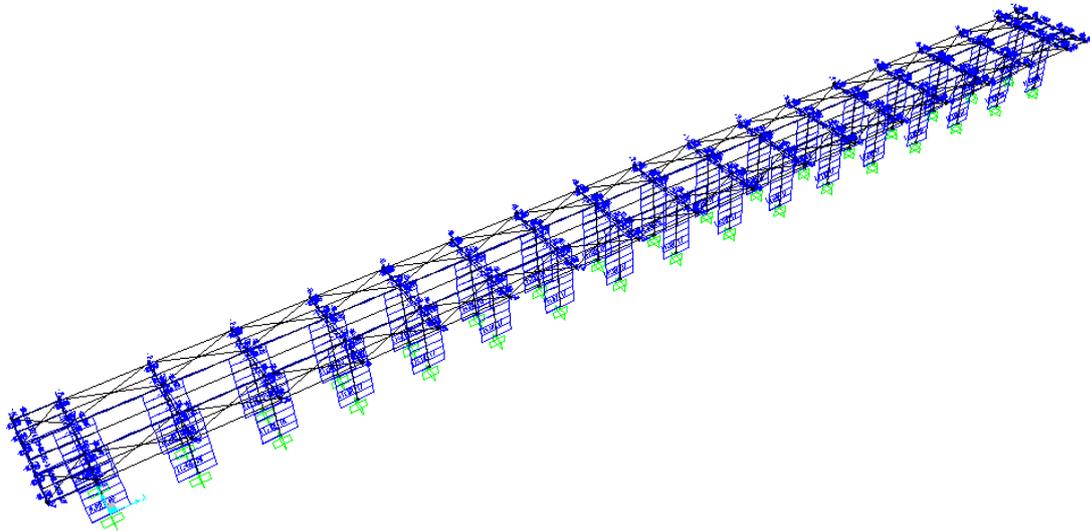
Momento M3 - Inviluppo SLV



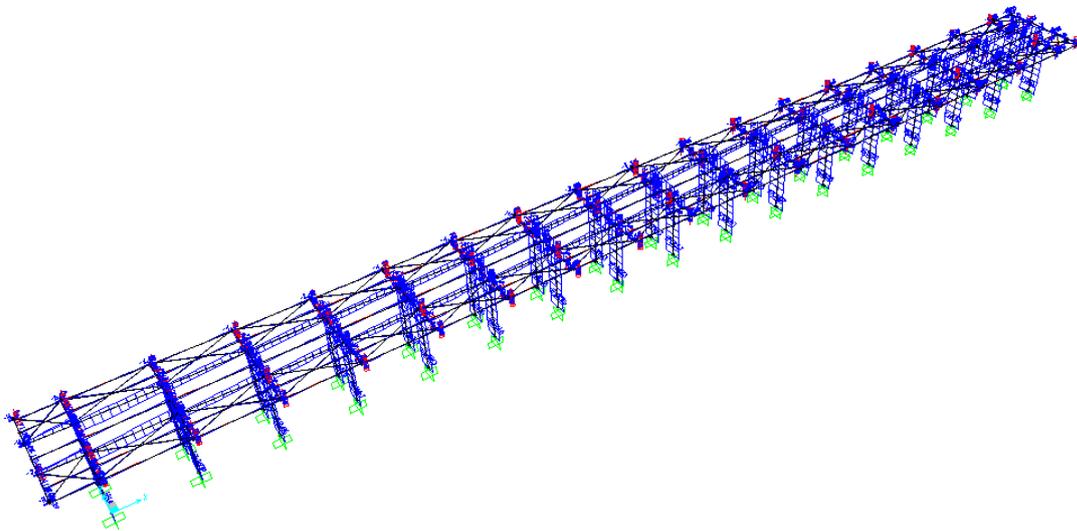
Momento M2 - Inviluppo SLV

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 61 di 81 |



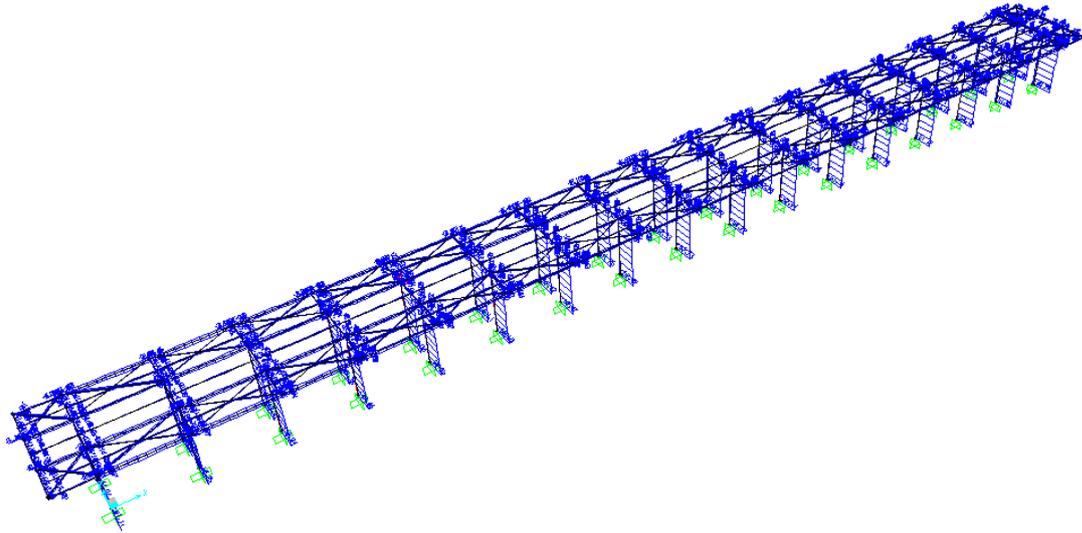
Taglio V3 - Involuppo SLV



Taglio V2 - Involuppo SLV

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 62 di 81 |



Sforzo Normale N - Inviluppo SLV

8.-..VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

8.1.-..Criteri di verifica delle sezioni

Il post-processore del software di calcolo SAP2000 è in grado di verificare le sezioni in acciaio secondo le Normative vigenti. Le verifiche svolte sono le seguenti:

Sforzo Normale di Trazione

Viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1.0, \quad (\text{NTC Eq. 4.2.5})$$

$N_{t,Rd}$ è il min tra:

$$N_{pl,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.6})$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9A_{net}f_u}{\gamma_{M2}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.7})$$

Sforzo Normale di Compressione

Viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.9})$$

Dove:

$$N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for Class 1, 2, or 3 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.10})$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff}f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for Class 4 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.10})$$

Instabilità per Sforzo Assiale

Viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.41})$$

Dove:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{for Class 1, 2, and 3 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.42})$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{eff} A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{for Class 4 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.43})$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.44})$$

$$\Phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] \quad (\text{NTC § 4.2.4.1.3.1})$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}, \quad \text{for Class 1, 2 and 3 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.45})$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}}, \quad \text{for Class 4 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.46})$$

Momento Flettente

Viene verificato che:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.11})$$

Dove:

- Class 1 or 2 sections

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.12})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 65 di 81 |

▪ Class 3 sections

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.13})$$

▪ Class 4 sections

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.14})$$

Se:

$$V_{Ed} \geq 0.5V_{c,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.30})$$

Allora:

$$M_{y,V,Rd} = \frac{\left[W_{pl,y} - \frac{\rho A_v^2}{4t_w} \right] f_{yk}}{\gamma_{M0}} \leq M_{y,c,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.32})$$

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.31})$$

$$A_v = h_w t_w$$

Instabilità Flesso-Torsionale

Viene verificato che:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.48})$$

Dove:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.49})$$

– Class 1 or 2 sections

$$W_y = W_{pl,y} \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

– Class 3 sections

$$W_y = W_{el,y} \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

– Class 4 sections

$$W_y = W_{eff,y} \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1 \\ \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \frac{1}{f} \end{cases} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.50 and 4.2.53})$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.51})$$

$$\lambda_{LT,0} = 0.2$$

$$\beta = 1$$

$$f = 1 - 0.5(1 - k_c) \cdot \left[1 - 2(\bar{\lambda}_{LT} - 0.8)^2 \right] \quad (\text{NTC Eq. 4.2.52})$$

$$M_{cr} = \psi \frac{\pi^2 EI_z}{L_{cr}^2} \left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 GI_T}{\pi^2 EI_z} \right)^{0.5}$$

$$\psi = 1.75 - 1.05 \frac{M_B}{M_A} + 0.3 \left(\frac{M_B}{M_A} \right)^2$$

Table 6-1: Corrective Factor (NTC Table 4.2.X)

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 67 di 81 |

$$\psi = \frac{12.5M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2.7$$

Taglio

Viene verificato che:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.16})$$

Dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.17})$$

Instabilità a Taglio

Se:

$$\frac{h_w}{t_w} > \frac{72}{\eta} \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.27})$$

Allora:

$$V_{c,Rd} = V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (\text{NTC Eq. C4.2.46})$$

Dove:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (\text{NTC Eq. C4.2.47})$$

$$\bar{\lambda}_w = 0.76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} \quad (\text{NTC Eq. C4.2.50})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 68 di 81 |

$$\tau_{cr} = k_{\tau} \sigma_E \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.4.1)$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t^2}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot h_w} = 190000 \cdot \left(\frac{t}{h_w} \right)^2 \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.4.1)$$

$$k_{\tau} = 5.34 + 4.00 \left(\frac{h_w}{L} \right)^2 \quad (\text{NTC Eq. C4.2.51})$$

$$\chi_w = \begin{cases} \eta & \text{if } \bar{\lambda}_w < 0.83/\eta \\ 0.83/\bar{\lambda}_w & \text{if } \bar{\lambda}_w \geq 0.83/\eta \end{cases} \quad (\text{NTC Tab. C.4.2.VII})$$

Torsione e Taglio

Viene verificato che:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1.0, \quad (\text{EC3 6.2.7(9)})$$

Dove:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1.25 \left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]} V_{pl,Rd} \quad (\text{I-Shapes}) \quad (\text{EC3 6.2.7(9)})$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{\left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]} V_{pl,Rd} \quad (\text{Hollow Shapes}) \quad (\text{EC3 6.2.7(9)})$$

$$\rho_T = \frac{V_{pl,T,Rd}}{V_{pl,Rd}} = \begin{cases} \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1.25 \left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]}, & \text{for I-shapes,} \\ \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{\left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]}, & \text{for Boxes and Pipes,} \end{cases}$$

Sollecitazioni Composte: Momento flettente – Sforzo Assiale – Taglio

Per sezioni di Classe 1 e 2, viene verificato che:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^{5n} \leq 1 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.38})$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.36})$$

Dove:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \left(\frac{1-n}{1-0.5a} \right) \leq M_{pl,y,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.33})$$

$$M_{N,z,Rd} = \begin{cases} M_{pl,z,Rd}, & \text{for } n \leq a, \\ M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right], & \text{for } n > a \end{cases} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.34-35})$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.36})$$

$$a = \frac{A - 2b_f t_f}{A} \leq 0.5 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.37})$$

Per sezioni di Classe 3, viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{EC3 6.2.1(7)})$$

Per sezioni di Classe 4, viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1.0 \quad (\text{EC3 6.2.9.3(2)})$$

Se:

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 70 di 81 |

$$V_{Ed} \geq 0.5V_{c,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.30})$$

Allora:

$$f_{y,red} = (1 - \rho) \cdot f_{yk} \quad (\text{NTC § 4.2.4.1.2.9})$$

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.40})$$

Instabilità per Sollecitazioni Composte: Momento flettente – Sforzo Assiale – Taglio

Viene verificato che:

Per sezioni di Classe 1, 2, e 3:

Method A:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_{\min} \cdot f_{yk} \cdot A}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,eq,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed}}{\frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

(NTC Eq. C4.2.32)

Method B:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_y \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1 \quad (\text{NTC C4.2.37})$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_y \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1 \quad (\text{NTC C4.2.38})$$

Dove:

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 71 di 81 |

$$k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

$$k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

Per sezioni di Classe 4:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{y} A f_{yk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{NTC Eq. C4.2.38})$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z} A f_{yk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{NTC Eq. C4.2.38})$$

Dove:

$$k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

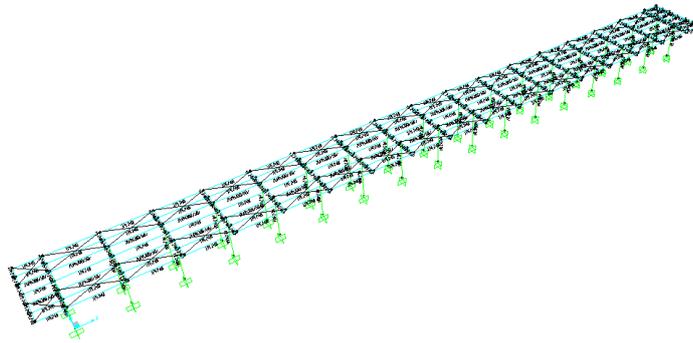
$$k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 72 di 81 |

8.2.-.Esito verifiche

Coefficienti d'uso (valore max.0.60):



RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 73 di 81 |

8.3.-.Verifica colonna HEA240

| | | | | | | | |
|--|-------------|----------------|---|----------------|---------------|--------------|----------|
| Frame | : 9 | Design Sect: | HE240A | | | | |
| X Mid | : 2000.000 | Design Type: | Column | | | | |
| Y Mid | : 0.000 | Frame Type : | Moment Resisting Frame | | | | |
| Z Mid | : 245.000 | Sect Class : | Class 3 | | | | |
| Length | : 490.000 | Major Axis : | 0.000 degrees counterclockwise from local 3 | | | | |
| Loc | : 0.000 | RLLF | : 1.000 | | | | |
| Area | : 76.800 | SMajor | : 675.043 | rMajor | : 10.054 | AVMajor | : 17.250 |
| IMajor | : 7763.000 | SMinor | : 230.750 | rMinor | : 6.005 | AVMinor | : 48.000 |
| IMinor | : 2769.000 | ZMajor | : 745.000 | E | : 21000.000 | | |
| Ixy | : 0.000 | ZMinor | : 352.000 | Fy | : 27.500 | | |
| STRESS CHECK FORCES & MOMENTS | | | | | | | |
| Location | | P | M33 | M22 | U2 | U3 | T |
| 0.000 | | -33.762 | 1489.322 | -2778.698 | -2.114 | 11.173 | -0.040 |
| PMM DEMAND/CAPACITY RATIO | | | | | | | |
| Governing Equation | Total Ratio | P Ratio | MMajor Ratio | MMinor Ratio | Ratio Limit | Status Check | |
| (6.2) | 0.588 | = 0.018 | + 0.088 | + 0.482 | 0.950 | OK | |
| AXIAL FORCE DESIGN | | | | | | | |
| | Ned Force | Nc,Rd Capacity | Nt,Rd Capacity | Nb33,Rd Major | Nb22,Rd Minor | | |
| Axial | -33.762 | 1920.000 | 1920.000 | 1920.000 | 1920.000 | | |
| MOMENT DESIGN | | | | | | | |
| | Med Moment | Mc,Rd Capacity | Mu,Rd Capacity | Mb,Rd Capacity | | | |
| Major Moment | 1489.322 | 16876.087 | 16876.087 | 16876.087 | | | |
| Minor Moment | -2778.698 | 5768.750 | 5768.750 | | | | |
| | K Factor | L Factor | k Factor | kzy Factor | kyz Factor | C1 Factor | |
| Major Moment | 1.324 | 1.000 | 0.403 | 0.994 | | 1.683 | |
| Minor Moment | 1.294 | 1.000 | 0.999 | | 0.999 | | |
| SHEAR DESIGN | | | | | | | |
| | Ved Force | Vc,Rd Capacity | Stress Ratio | Status Check | Ted Torsion | | |
| Major Shear | 6.384 | 248.982 | 0.026 | OK | 0.000 | | |
| Minor Shear | 11.175 | 692.820 | 0.016 | OK | 0.000 | | |

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 75 di 81 |

8.5.-.Verifica trave 2xUPN300

| | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------------|---|----------------|---------------|--------------|----------|--|--|
| Frame | : 87 | Design Sect: | 2UPN300/50/ | | | | | | |
| X Mid | : 2250.000 | Design Type: | Beam | | | | | | |
| Y Mid | : 0.000 | Frame Type | : Moment Resisting Frame | | | | | | |
| Z Mid | : 490.000 | Sect Class | : Class 1 | | | | | | |
| Length | : 500.000 | Major Axis | : 0.000 degrees counterclockwise from local 3 | | | | | | |
| Loc | : 0.000 | RLLF | : 1.000 | | | | | | |
| Area | : 117.500 | SMajor | : 1069.333 | rMajor | : 11.684 | AUMajor | : 60.000 | | |
| IMajor | : 16040.000 | SMinor | : 331.920 | rMinor | : 5.942 | AUMinor | : 53.330 | | |
| IMinor | : 4149.000 | ZMajor | : 1268.000 | E | : 21000.000 | | | | |
| Ixy | : 0.000 | ZMinor | : 609.400 | Fy | : 27.500 | | | | |
| STRESS CHECK FORCES & MOMENTS | | | | | | | | | |
| Location | | P | M33 | M22 | U2 | U3 | T | | |
| 0.000 | | 3.044 | -1727.655 | 71.433 | 0.869 | -0.278 | 0.004 | | |
| PMM DEMAND/CAPACITY RATIO | | | | | | | | | |
| Governing Equation | Total Ratio | P Ratio | MMajor Ratio | MMinor Ratio | Ratio Limit | Status Check | | | |
| (6.2.1) | 0.060 | = 0.001 | + 0.055 | + 0.005 | 0.950 | OK | | | |
| AXIAL FORCE DESIGN | | | | | | | | | |
| | Ned Force | Nc,Rd Capacity | Nt,Rd Capacity | Nb33,Rd Major | Nb22,Rd Minor | | | | |
| Axial | 3.044 | 1639.103 | 2937.500 | 2487.858 | 1639.103 | | | | |
| MOMENT DESIGN | | | | | | | | | |
| | Med Moment | Mc,Rd Capacity | Mu,Rd Capacity | Mb,Rd Capacity | | | | | |
| Major Moment | -1727.655 | 31700.000 | 31700.000 | 31700.000 | | | | | |
| Minor Moment | 71.433 | 15235.000 | 15235.000 | | | | | | |
| | K Factor | L Factor | k Factor | kzy Factor | kyz Factor | C1 Factor | | | |
| Major Moment | 1.000 | 1.000 | 0.400 | 0.999 | | 1.001 | | | |
| Minor Moment | 1.000 | 1.000 | 0.983 | | 0.590 | | | | |
| SHEAR DESIGN | | | | | | | | | |
| | Ved Force | Vc,Rd Capacity | Stress Ratio | Status Check | Ted Torsion | | | | |
| Major Shear | 9.918 | 866.025 | 0.011 | OK | 0.000 | | | | |
| Minor Shear | 0.280 | 769.752 | 0.000 | OK | 0.000 | | | | |

8.7.-. Verifica giunto di base

Si verifica come una sezione rettangolare in c.a. col metodo n, prendendo in considerazione le diverse condizioni di carico:

base $b = 600 \text{ mm}$

altezza $H = 600 \text{ mm}$

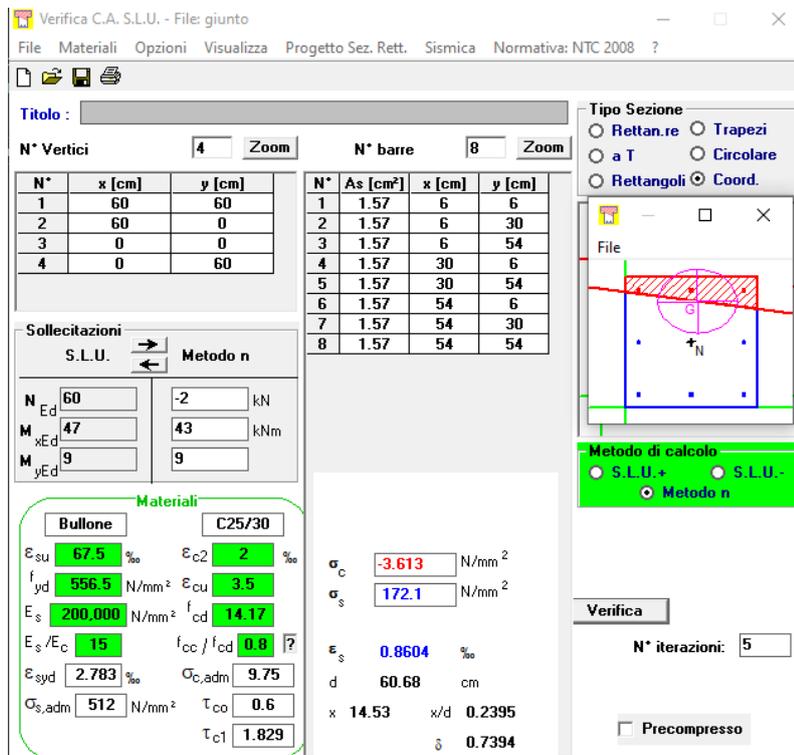
spessore $h = 30 \text{ mm}$

distanza ferro da bordo $d = 530 \text{ mm}$

area ferro $M 16 A_s = 1.57 \text{ cm}^2$ (sezione filettata)

coefficiente di omogeneizzazione $n = 15$

| | kN | kN | kN | $kN*m$ | $kN*m$ |
|---------|------|------|------|--------|--------|
| | F1 | F2 | F3 | M1 | M2 |
| SLV_Y10 | 4 | 14 | 60 | 47 | 9 |
| SLV_X16 | 11 | 5 | 12 | 13 | 28 |
| SLU_Q5 | -4 | 2 | 70 | -3 | -12 |
| SLV_Y1 | -4 | -19 | -2 | -43 | -9 |



Titolo : _____

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

| N° | x [cm] | y [cm] | N° | As [cm²] | x [cm] | y [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|--------|
| 1 | 60 | 60 | 1 | 1.57 | 6 | 6 |
| 2 | 60 | 0 | 2 | 1.57 | 6 | 30 |
| 3 | 0 | 0 | 3 | 1.57 | 6 | 54 |
| 4 | 0 | 60 | 4 | 1.57 | 30 | 6 |
| | | | 5 | 1.57 | 30 | 54 |
| | | | 6 | 1.57 | 54 | 6 |
| | | | 7 | 1.57 | 54 | 30 |
| | | | 8 | 1.57 | 54 | 54 |

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -2 kN
M_{xEd} 43 kNm
M_{yEd} 9

Materiali

Bullone

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ‰
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Si verifica la resistenza dei bulloni per azioni di taglio-trazione, e della piastra per rifollamento:

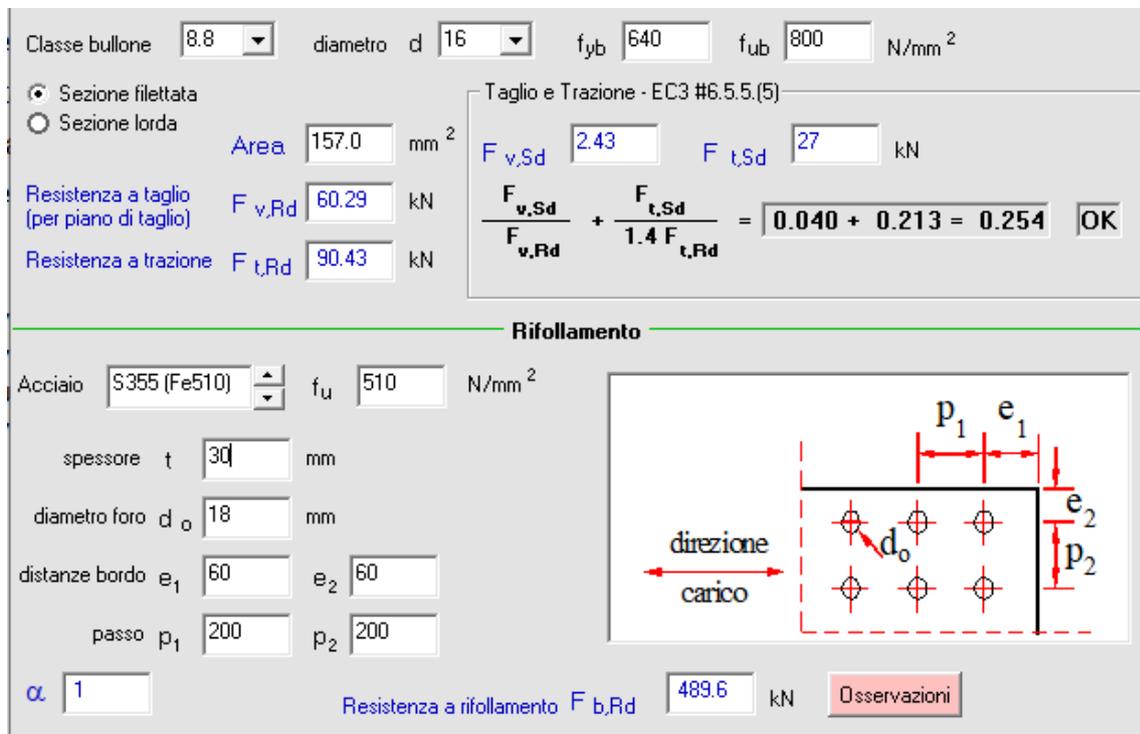
Azione agente sul singolo bullone:

$$F_{v,Sd} = (T_x^2 + T_y^2)^{0.5} / n^{\circ} \text{ bulloni} = (19^2 + 4^2)^{0.5} / 8 = 2.43 \text{ kN}$$

L'azione sul singolo bullone dovuta al carico agente è pari ad:

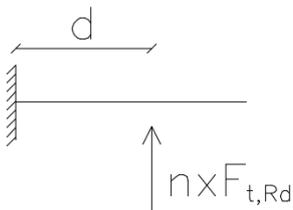
$$F_{t,Sd} = 172.1 \text{ N/mm}^2 * 157 \text{ mm}^2 = 27 \text{ kN}$$

Risulta dunque:



The screenshot shows a software interface for structural calculations. The top section is for bolt verification, with the following parameters: Classe bullone 8.8, diametro d 16, f_{yb} 640, f_{ub} 800 N/mm². The section type is 'Sezione filettata'. The area is 157.0 mm². The design shear force F_{v,Sd} is 2.43 kN and the design tensile force F_{t,Sd} is 27 kN. The resistance to shear F_{v,Rd} is 60.29 kN and the resistance to tension F_{t,Rd} is 90.43 kN. The interaction formula is shown as $\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0.040 + 0.213 = 0.254$, which is less than 1.0, indicating the bolts are safe. The bottom section is for plate verification ('Rifollamento'). The steel grade is S355 (Fe510) with f_u 510 N/mm². The plate thickness t is 30 mm, hole diameter d_o is 18 mm, edge distances e₁ and e₂ are 60 mm, and pitch p₁ and p₂ are 200 mm. The resistance to tearing F_{b,Rd} is 489.6 kN. A diagram on the right shows a plate with a hole, with dimensions p₁, e₁, e₂, p₂, and d_o labeled. A red arrow indicates the 'direzione carico' (load direction).

Il piatto viene considerato come una mensola incastrata in corrispondenza della colonna, e soggetta all'azione concentrata dei tirafondi.



$$M_{Ed} = F_{t,Sd} * d = 27 \text{ kN} * 0.11 \text{ m} = 2.97 \text{ kN} * \text{m}$$

Si considera una larghezza resistente della piastra, ottenuta tramite una diffusione a 45°:

$$W = (b * h^3 / 12) * 2 / h = (100 \text{ mm} * 30 \text{ mm}^3 / 12) * 2 / 30 \text{ mm} = 15000 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{Ed} = M_{Ed}/W = 198 \text{ MPa} < \sigma_{Rd} = 275 \text{ MPa}/1.05 = 260 \text{ MPa} \text{ Verificato}$$

Verifica a punzonamento

La verifica a punzonamento viene svolta in corrispondenza dell'ala compressa.

$$b = 240 \text{ mm}$$

$$t_f = 7.5 \text{ mm}$$

$$A = 240 * 7.5 = 1800 \text{ mm}^2$$

$$N_{ed} = \sigma * A * \gamma_s = 1800 * 275 \text{ N/mm}^2 * 1.05 = 520 \text{ kN}$$

La tensione tangenziale risultante sul perimetro 'u' di controllo è pari ad:

$$\tau_{Ed} = N_{ed}/A_c = 520 \text{ kN} / 0.01485 \text{ m}^2 = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$A_c = u * h = (240 \text{ mm} * 2 + 7.5 \text{ mm} * 2) * 30 \text{ mm} = 0.01485 \text{ m}^2$$

$$\tau_{Rd} = f_{yd} / (3^{0.5}) = 260 \text{ N/mm}^2 / 1.732 = 150 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

8.8.-.Verifica controventi

L'azione massima dei controventi è pari a 4.0 kN

La sezione dei controventi risulta pari ad $1.6 \text{ cm}^2 * 3.14 / 4 = 2.01 \text{ cm}^2$

$$\sigma_{Ed} = N_{Ed}/A = 20 \text{ MPa} < \sigma_{Rd} = 275 \text{ MPa}/1.05 = 260 \text{ MPa} \text{ Verificato}$$

8.9.-.Verifica SLE sbalzo

La freccia ammassabile è pari ad:

$$L/300 = 2 * 250 \text{ cm} / 300 = 1.6 \text{ cm per carico variabile}$$

$$L/250 = 2 * 250 \text{ cm} / 250 = 2.0 \text{ cm per comb. rara}$$

L'abbassamento vale:

$$V_z = 0.14 \text{ cm per carico variabile}$$

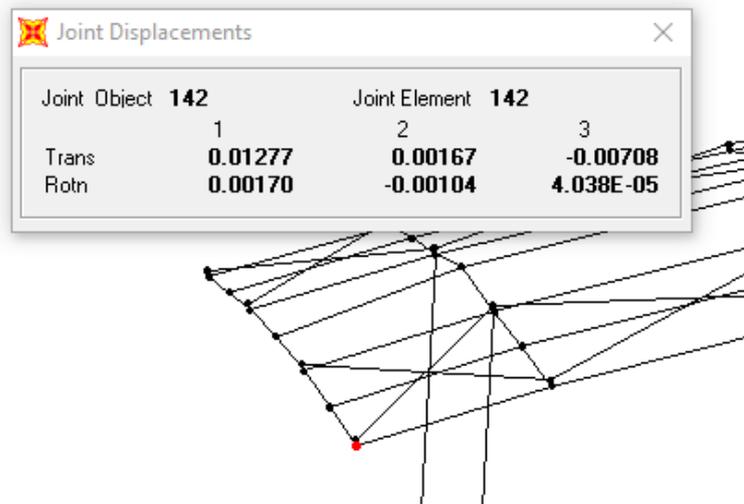
$$V_z = 0.71 \text{ cm per comb. Rara}$$

La verifica risulta soddisfatta

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 80 di 81 |

Abbasamento SLE rara:



Abbasamento SLE variabile:

RELAZIONE DI CALCOLO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3V | 40 | D 29 CL | FA 02 0C 001 | A | 81 di 81 |

