



ROMA

DIPARTIMENTO MOBILITA' E TRASPORTI



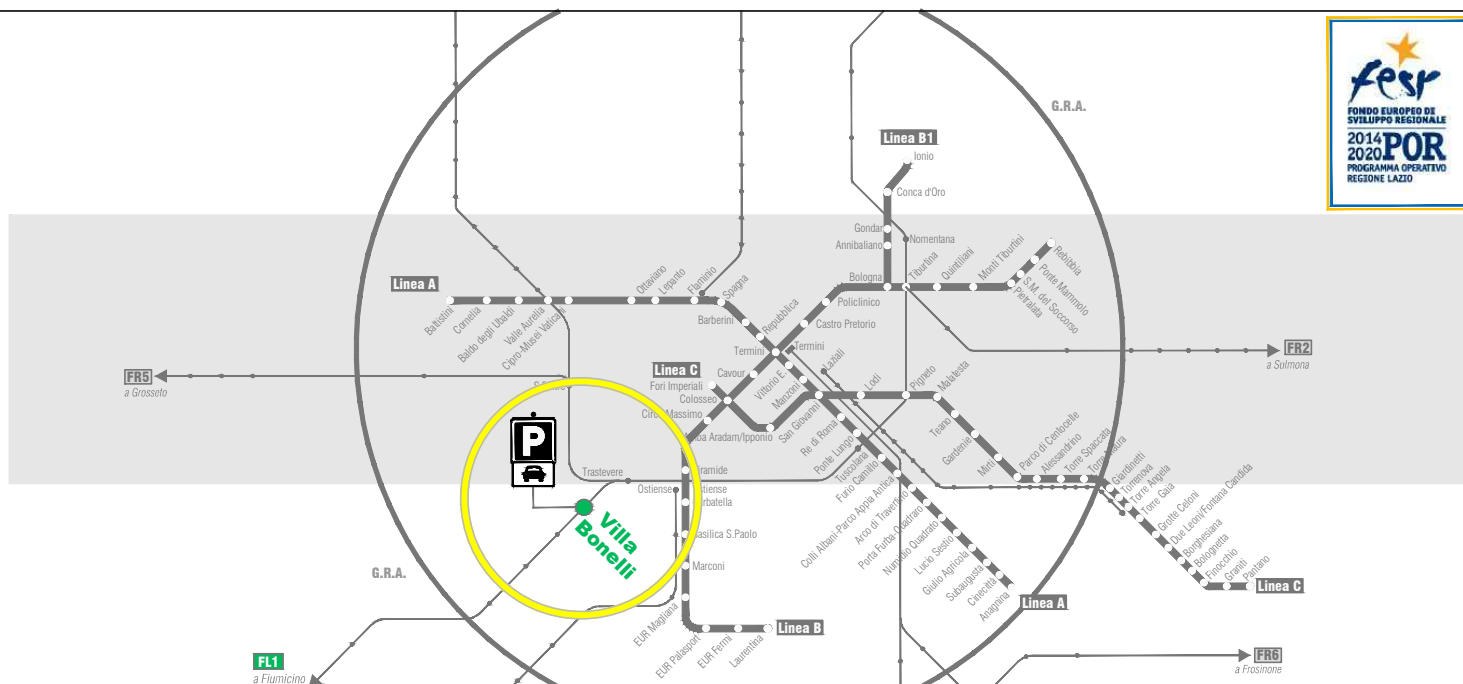
ROMA METROPOLITANE

DIRETTORE TECNICO:

ing. A. Sciotti

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

arch. D. Sandri



RESPONSABILE DIREZIONE PROGETTAZIONE	RESPONSABILE DI PROGETTO	PROGETTISTA	
arch. M. Meloni	arch. P. Frabotta	Dott. Ing. Cristiana Caporilli iscr. N. A-25544 ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA	

FESR LAZIO 2014-2020 _ POR ACCORDO DI PROGRAMMA

"MOBILITÀ SOSTENIBILE INTEGRATA" PER LA REALIZZAZIONE NODI DI SCAMBIO

PARCHEGGIO PRESSO LA STAZIONE FL1 VILLA BONELLI

FERROVIE REGIONALI DEL LAZIO

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO STRUTTURALE

Relazione di calcolo strutturale e allegato DVD con tabulati di Calcolo

rev	data	descrizione	redatto	verificato RP	approvato DT
-	FEBBRAIO 2020	EMISSIONE	ing. C. Caporilli	Arch. Paolo Frabotta	Ing. Andrea Sciotti
A	FEBBRAIO 2020	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ODI	ing. C. Caporilli	Arch. Paolo Frabotta	Ing. Andrea Sciotti
B					
C					

scala

A4+DVD

COMMESSA

P O R P 1 0 1

CODIFICA

tratta fase opera liv elab argom progress rev
T U 2 P V B P R O S 0 0 1 A

Indice

1	<i>premessa</i>	3
2	<i>descrizione dell'opera</i>	4
3	<i>materiali</i>	6
3.1	Acciaio da carpenteria	6
3.2	Calcestruzzo	7
3.3	Acciaio per calcestruzzo armato	8
4	<i>caratterizzazione del suolo</i>	8
5	<i>normativa</i>	9
6	<i>analisi dei carichi</i>	10
6.1	Peso Proprio e Carichi Permanenti	10
6.2	Sovraccarichi Variabili sulla soletta	10
6.3	Sovraccarico da Neve	10
6.4	Variazioni termiche	11
6.5	Azione sismica	11
6.6	Combinazioni di carico	12
7	<i>modello di calcolo</i>	16
7.1	Tipo di analisi svolta	16
7.2	Codice di calcolo e tipo elaboratore	17
8	<i>sollecitazioni e verifiche</i>	19
8.1	Verifica aste	26
8.1.1	HEA 300	26
8.1.2	IPE300	27
8.1.3	IPE270	29
8.1.4	PILASTRO	29
8.1.5	UPN100	30
8.1.6	CONTROVENTI ORIZZONTALI	30
8.2	Verifica Fondazioni	31
8.2.1	Plinto 140 x 140	32
8.2.2	Plinto 180 x 180	37
8.2.3	Trave di fondazione in c.a.	42
8.3	Soletta su lamiera grecata	49

8.4	Verifica degli spostamenti orizzontali	51
8.5	Verifica Spostamenti Verticali	52
8.6	Verifica collegamenti	52
8.6.1	Attacco Soletta – Travi secondarie	52
8.6.2	Perno cerniera del pilastro	54
9	<i>SCALE DI ACCESSO PEDONALI</i>	<i>55</i>
9.1	Analisi dei carichi.....	56
9.2	Sollecitazioni e verifiche	57
10	<i>RAMPA DI ACCESSO CARRABILE.....</i>	<i>70</i>
10.1	Modello di calcolo.....	71
10.2	Sollecitazioni e verifiche	72
10.2.1	IPE300	75
10.2.2	IPE270	78
10.2.3	CONTROVENTI UPN100	78
10.2.4	PILASTRO.....	79

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo si riferisce al progetto della struttura prefabbricata in acciaio costituente il parcheggio da realizzare presso la Stazione FS Villa Bonelli.

La struttura è in acciaio monopiano con controventi concentrici e sarà adibita ad autorimessa per veicoli di massa complessiva a pieno carico inferiore a 30kN.

La struttura è composta da elementi verticali (pilastri regolabili in altezza) e da controventi verticali ed orizzontali concentrici, connessi tra di loro da elementi orizzontali (travi perimetrali, principali e secondarie).

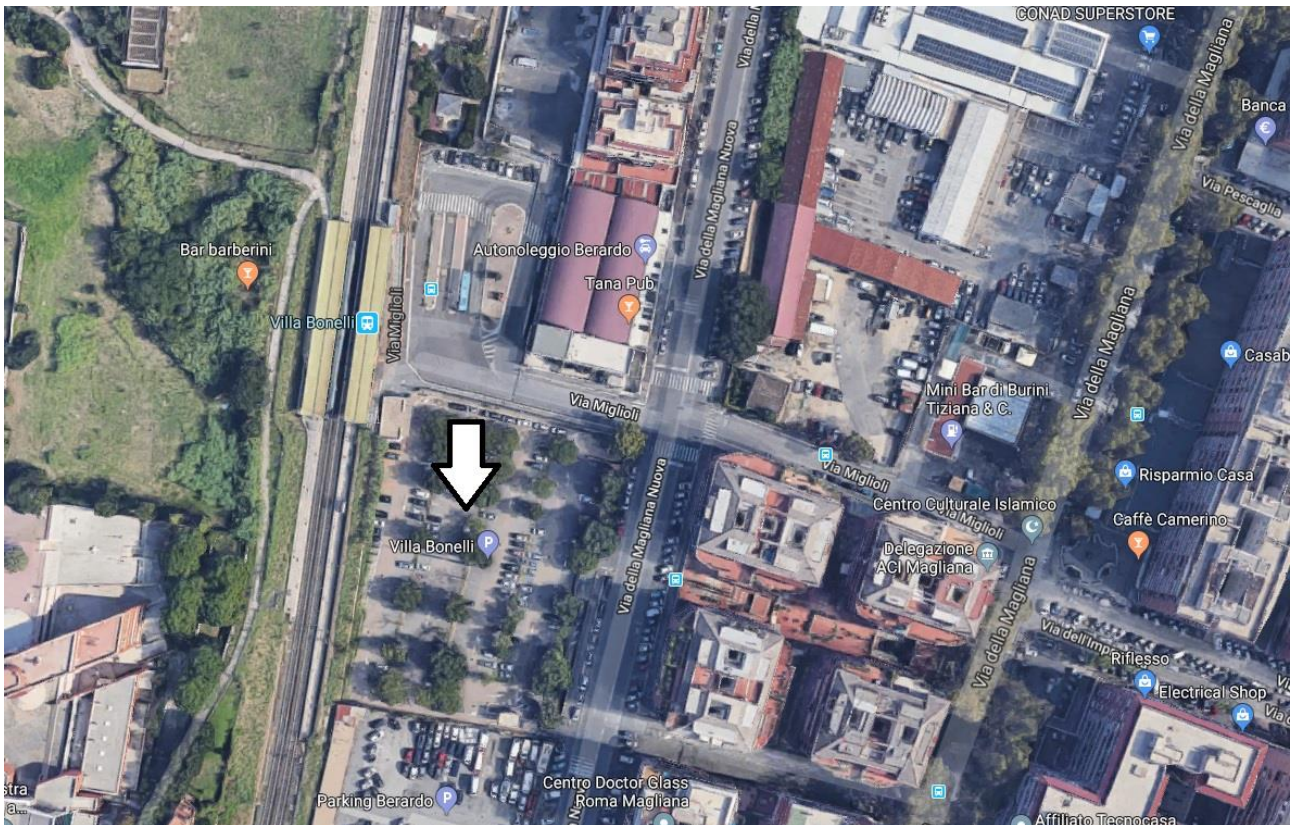


Figura 1.1

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il manufatto che si intende realizzare è un parcheggio ad un unico livello la cui configurazione in pianta è assimilabile ad un rettangolo di dimensioni c.ca 65 m x 45 m.

I singoli moduli di acciaio hanno campate di lunghezza variabile pari a 5.00 m, 5.60 m e 4.70 m.

Il solaio è costituito da una soletta in cemento armato gettata in opera su lamiera grecata collaborante e presenta uno spessore totale $H = 120$ mm con soletta di spessore 65 mm (lamiera grecata di altezza $h = 55$ mm). I campi di lamiera vengono poggiati e fissati alle travi secondarie ed alle travi primarie mediante un sistema composto da angolari, piatti e bulloni.

Le travi sono differenziate in travi principali e travi secondarie; le prime hanno lo scopo di portare le travi secondarie e trasmettere i carichi alle colonne e saranno realizzate con profili IPE300, mentre le secondarie portano i carichi distribuiti trasmessi dalla soletta e li trasferiscono alle travi principali e sono realizzate con profili IPE 270. Nelle zone perimetrali verranno disposte solo travi HEA300.

Le colonne verticali saranno realizzate con profili circolari cavi (Φ 170 e spessore 5 mm) regolabili in altezza tramite un dispositivo a vite che consente nel contempo sia il recupero dei dislivelli che la realizzazione del vincolo di cerniera a terra.

I controventi orizzontali di piano saranno realizzati con piatti in acciaio disposti all'intradosso dell'impalcato secondo uno schema a croce che rappresenta le diagonali dei diversi moduli; i controventi verticali saranno realizzati con profili UPN 100 seguendo sempre lo schema a croce tipico dei controventi concentrici.

Il sistema resistente è interamente di tipo pendolare con pilastri, travi e controventi connessi tra loro con giunti di tipo cerniera.

I pilastri sono poggiati su piastre con giunto a cerniera. Le fondazioni sono in cemento armato e sono miste: plinti isolati per i pilastri che non risultano collegati ai controventi verticali e plinti collegati da una trave in c.a. tra loro per i restanti pilastri.

I collegamenti tra la trave secondaria e quella principale, delle travi principali e delle travi secondarie al pilastro sono di tipo cerniera realizzati con squadrette e bulloni ovvero con piastra d'attesa saldata e bulloni. Le azioni orizzontali di natura sismica sono trasferite nel piano da un reticolo di controventi orizzontali realizzato con profili piatti in acciaio a croce di S. Andrea nelle maglie strutturali; a tale scopo si considera nel modello strutturale la sola diagonale tesa, considerando instabilizzata e quindi non reagente quella compressa.

Le fondazioni sono di tipo superficiale e consistono in plinti isolati (per i pilastri non collegati ai controventi verticali) e travi di collegamento (per i pilastri collegati ai controventi verticali).

Il sistema resistente verticale per le azioni orizzontali è rappresentato dai controventi verticali; tali elementi, disposti sempre a croce di S. Andrea e realizzati con UPN 100,

ricevono le azioni dalla maglia di controvento orizzontale descritta in precedenza e le trasferiscono al suolo.

L'accesso in auto al piano superiore avviene tramite due rampe realizzate con i medesimi profili utilizzati per la restante parte dell'opera, mentre l'accesso pedonale è garantito da due scale in acciaio.

A protezione del piano superiore in cui sono presenti auto in movimento sono utilizzati guard-rail.

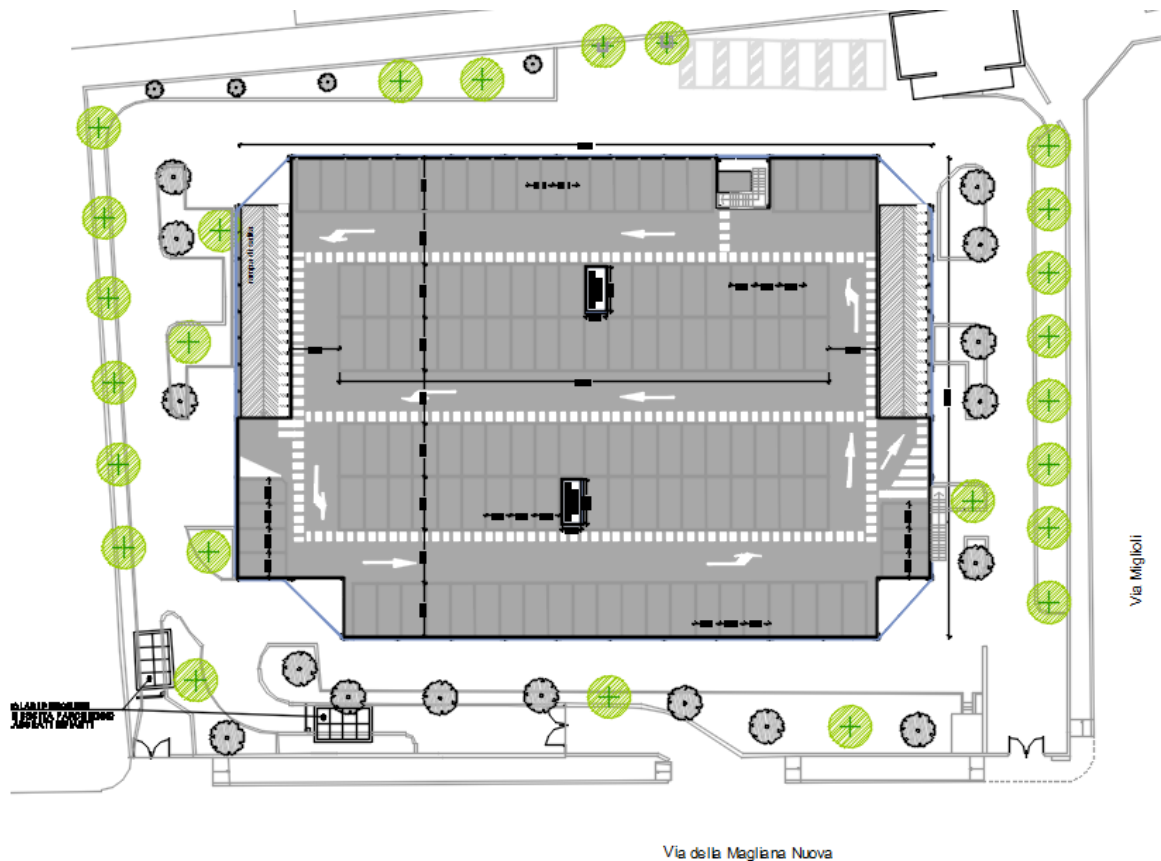


Figura 2.1 Pianta Parcheggio

3 MATERIALI

3.1 Acciaio da carpenteria

Travi e Pilastri

Acciaio S355 secondo UNI EN 10025-2 (profili a sezione aperta);

Acciaio S355 H secondo UNI EN 10210-1 (profili a sezione cava);

f_{yk} (Resistenza caratteristica di snervamento) 355 MPa

f_{tk} (Resistenza caratteristica a rottura) 510 MPa

Controventi

Acciaio S275 secondo UNI EN 10025-2 (profili a sezione aperta);

Acciaio S275 H secondo UNI EN 10210-1 (profili a sezione cava);

f_{yk} (Resistenza caratteristica di snervamento) 275 MPa

f_{tk} (Resistenza caratteristica a rottura) 430 MPa

E (Modulo elastico) 210000 MPa

I coefficienti di sicurezza adottati sono:

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Bulloni

classe 8.8. ad alta resistenza

f_{yb} (Tensione di snervamento) 640 MPa;

f_{tb} (Tensione di rottura) 800 MPa;

3.2 Calcestruzzo

Le caratteristiche dei materiali sono state stabilite in accordo con le prescrizioni introdotte dalle NTC 2018 e dalle Norme UNI 11104 cui le suddette norme fanno esplicito riferimento.

L'impalcato è realizzato mediante campi di soletta nervata gettati su lamiera grecata collaborante.

Si prevede l'impiego dei seguenti materiali:

Opere in fondazione:

classe di resistenza: C32/40;
classe di esposizione ambientale XC4 + XA2;
massimo rapporto a/c : 0,50;
diametro massimo dell'aggregato: 25 mm;
classe di consistenza al getto S4;
copriferro nominale elementi a piastra: 35 mm;
copriferro nominale altri elementi: 40 mm

Avente caratteristiche meccaniche:

R_{ck} (Resistenza caratteristica cubica a compressione)	40 MPa
γ_c (Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo)	1.5
f_{cd} (Resistenza di calcolo a compressione)	18,81 MPa
f_{ctd} (Resistenza a trazione di calcolo)	1,45 MPa
E_{cm} (Modulo Elastico)	33643 MPa

Opere in elevazione:

classe di resistenza: C30/37;
classe di esposizione ambientale XC3 + XA1;
massimo rapporto a/c : 0,55;
diametro massimo dell'aggregato: 25 mm;
classe di consistenza al getto S4;
copriferro nominale elementi a piastra: 35 mm;

copriferro nominale altri elementi: 40 mm

Magrone di sottofondazione:

classe di resistenza: C20/25;

classe di esposizione ambientale XC0.

3.3 Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio tipo B450C conforme al D.M. 17.1.2018. i cui principali valori delle tensioni di calcolo sono:

f_{yk} (Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio)	450 MPa;
γ_s (Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio)	1,15;
f_{yd} (Resistenza di calcolo dell'acciaio agli SLU)	391 MPa.

4 CARATTERIZZAZIONE DEL SUOLO

Sulla base dei risultati delle indagini effettuate è stato classificato il profilo stratigrafico come **suolo di categoria C**.

La falda viene cautelativamente posizionata a -1,30 m da p.c. (corrispondente al piano di posa delle fondazioni).

I parametri geotecnici sono contenuti nella tabella di seguito riportata.

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	profondità	γ	φ'	c'	c_u	E'	E_u	E_{ed}
	(m)	(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Riporti	0	17	37	0	\	25	\	\
	1							
Limo	1	16	24	0	28	13,5	15	2
	10							

5 NORMATIVA

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

- **D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Circolare 21/01/2019:** Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018,
- **EN 1993 (2005) - Eurocode 3:** Design of Steel Structures.
- **EN 1994-1-1 - Eurocode 4:** Progettazione delle strutture composte in acciaio e calcestruzzo.
- **UNI 11104:2016** Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

6 ANALISI DEI CARICHI

6.1 Peso Proprio e Carichi Permanenti

I pesi propri degli elementi strutturali (travi, pilastri e controventi) sono calcolati automaticamente dal programma di calcolo.

Il peso della soletta (getto di calcestruzzo su lamiera grecata tipo A55/P di altezza complessiva H pari a 12 cm) è pari a:

Peso proprio soletta

Peso soletta gettata su lamiera (H = 120mm; s = 65mm) **2,40 kN/m²**

Peso permanente

Tappetino bituminoso (4 cm) e guaina = $20 \times 0.04 + 0.03$ 0,83 kN/m²

Peso Impianti 0.1 kN/m²

TOTALE CARICHI PERMANENTI 0.93 kN/m²

A cui si aggiunge, per le travi perimetrali, il carico stimato relativamente al guard rail ed al rivestimento esterno:

Guard-Rail e rivestimento (Travi perimetrali) **2,00 kN/m**

6.2 Sovraccarichi Variabili sulla soletta

Si assume come carico variabile accidentale il valore: **2,50 kN/m²**

(Cat.F – Rimesse, aree per il traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri con peso a pieno carico fino a 30kN)

6.3 Sovraccarico da Neve

Il carico da neve viene definito come:

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

Nel caso in oggetto, per una altitudine media sul livello del mare pari a 67 m s.l.m la zona di appartenenza risulta essere la zona III.

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

Per copertura piana ($0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$) il coefficiente di forma viene assunto costante e pari a:

$$\mu_i = 0,8$$

Considerando un'esposizione di tipo normale il coefficiente di esposizione C_E ed il coefficiente termico C_t vengono posti pari all'unità.

In definitiva il carico da neve in copertura viene preso pari a:

$$q_s = 0.48 \text{ kN/m}^2.$$

6.4 Variazioni termiche

La Normativa prevede, per elementi di acciaio, l'applicazione di una distorsione termica uniforme derivante da un gradiente di temperatura $\Delta T = \pm 25^\circ$.

L'allungamento termico lineare del singolo elemento di lunghezza $l_0 = 5.60 \text{ m}$, pertanto, è pari a:

$$\Delta l = 5.60 \text{ m} \times 12 \times 10^{-6} \times \pm 25^\circ = 1,68 \text{ m} = \text{c.ca } 2.00 \text{ mm}$$

che equivale a 1.00 mm per parte.

Tale allungamento viene assorbito, negli attacchi, dalla spaziatura Foro/Bullone (asolatura) che è pari a 2,00 mm, nonché dai due giunti strutturali posizionati in corrispondenza della apertura centrale prevista sul solaio di copertura. A favore di sicurezza viene comunque considerata, nel modello di calcolo, una dilatazione termica uniforme nelle travi di impalcato applicando un gradiente di temperatura pari a $\pm 10^\circ\text{C}$.

6.5 Azione sismica

Ai sensi di quanto indicato al punto 2.4.1. delle NTC 2018, trattandosi di opere con livelli prestazionali ordinari, si considera una vita nominale pari a $V_N = 50$ anni. Al successivo punto 2.4.2 è stabilita la suddivisione delle opere per Classi d'Uso, in base alla quale la presente opera è valutabile come **CLASSE D'USO III** a cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U=1,50$. Secondo il punto 2.4.3 il periodo di riferimento dell'azione sismica è dato dalla seguente espressione:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

L'area di interesse, rilevata dalle planimetrie georeferenziate ha le seguenti coordinate geografiche WGS84:

Long.= 12.45520 E, Lat. = 41.84790 N

Dalle suddette coordinate, tramite la mappatura nazionale sismica, è stato possibile calcolare i seguenti parametri sismici per gli stati limite sismici previsti dal par.7.1 del DM2018:

Stato Limite	T_R [anni]	P_{vr}	a_g [g]	F_o	T_c' [s]
Danno (SLD)	75	63%	0.0637	2,49	0,28
Salvaguardia vita (SLV)	712	10%	0.1420	2,61	0,29

Si assume la **categoria di sottosuolo di tipo C** e la **categoria topografica T1**.

La struttura in oggetto, classificabile come Struttura a Controventi concentrici a diagonale tesa attiva e progettata in classe di duttilità bassa CDB, [Tab. 7.3.II] ha un valore base del fattore di comportamento $q_0 = 4$.

Il fattore di comportamento limite q , considerando $k_R = 1$ per strutture regolari in altezza, è pari a **$q = 4$** .

La componente verticale dell'azione sismica, coerentemente con quanto riportato nel DM 2018 par. 7.2.2, sarà trascurata.

6.6 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite sono definite le seguenti combinazioni di carico delle azioni come previsto dal p.2.5.3 del D.M. 17/01/2018 di cui si riporta uno stralcio:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
[2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
[2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

I coefficienti parziali di amplificazione delle azioni adottati sono riportati nelle tabelle 2.6.I:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

m

I valori dei coefficienti di combinazione ψ_{0j} , ψ_{1j} , ψ_{2j} sono dedotti dalla tabella 2.5.I sotto riportata:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

Nelle combinazioni di carico sismico si è fatto riferimento alla 7.3.10 delle NTC 2018 secondo cui la risposta sismica è calcolata unitamente per le tre componenti (due non caso in esame) secondo l'espressione:

$$\pm 1,00 E_x \pm 0,30 E_y \quad \text{e} \quad \pm 1,00 E_y \pm 0,30 E_x$$

Le combinazioni di carico agiscono sulle seguenti azioni applicate direttamente nel modello o indirettamente (per calcolo automatico a partire dalle masse, dai carichi già applicati o dal peso specifico degli elementi geometrici):

- 1 PP
- 2 Permanenti Non Strutturali
- 3 Variabile Rimessa (categoria F)
- 4 Neve
- 5 Temperatura +T

6 Temperatura -T

7 $\pm S_x$ Azione sismica SLV o SLD in direz. x

8 $\pm S_y$ Azione sismica SLV o SLD in direz. y

Di seguito è riportata la distinta delle combinazioni di carico adottate, previste da normativa, con i coefficienti moltiplicativi per ogni tipo di carico applicato:

CC			1	2	3	4	5	6	Mt	±Sx	±Sy
1	SLV	Amb. 1 (SLU S) S Mt+X+0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	1	0.3
2	SLD	Amb. 1 (SLE) S Mt+X+0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	1	0.3
3	SLV	Amb. 1 (SLU S) S Mt+X-0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	1	-0.3
4	SLD	Amb. 1 (SLE) S Mt+X-0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	1	-0.3
5	SLV	Amb. 1 (SLU S) S Mt+0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	1	0.3	1
6	SLD	Amb. 1 (SLE) S Mt+0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	1	0.3	1
7	SLV	Amb. 1 (SLU S) S Mt-0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	1	-0.3	1
8	SLD	Amb. 1 (SLE) S Mt-0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	1	-0.3	1
9	SLV	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+X+0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	1	0.3
10	SLD	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X+0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	1	0.3
11	SLV	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+X-0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	1	-0.3
12	SLD	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X-0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	1	-0.3
13	SLV	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	0.3	1
14	SLD	Amb. 1 (SLE) S -Mt+0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	0.3	1
15	SLV	Amb. 1 (SLU S) S -Mt-0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	-0.3	1
16	SLD	Amb. 1 (SLE) S -Mt-0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	-1	-0.3	1
17	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	1.5	0.9	1.5	0	0	0
18	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	1.5	0	1.5	0	0	0
19	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	0.75	1.5	0.9	0	0	0
20	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0	0	0
21	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0	0	0
22	SLR	Amb. 2 (SLE R)	1	1	1	1	0.6	1	0	0	0
23	SLR	Amb. 2 (SLE R)	1	1	1	0.5	1	0.6	0	0	0
24	SLF	Amb. 2 (SLE F)	1	1	0.7	0.2	0	0.5	0	0	0
25	SLF	Amb. 2 (SLE F)	1	1	0.7	0	0.5	0	0	0	0
26	SLQ	Amb. 2 (SLE Q)	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0

Tabella 1

CC modello con impalcato rigido Master Slave.

CC			1	2	3	4	5	6	±Sx	±Sy
1	SLV	Amb. 1 (SLU S) S +X+0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	0.3
2	SLD	Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	0.3
3	SLV	Amb. 1 (SLU S) S +X-0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	-0.3
4	SLD	Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y	1	1	0.6	0	0	0	1	-0.3
5	SLV	Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	0.3	1
6	SLD	Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	0.3	1
7	SLV	Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	-0.3	1
8	SLD	Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y	1	1	0.6	0	0	0	-0.3	1
9	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	1.5	0	1.5	0	0
10	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	1.5	0.9	1.5	0	0
11	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	1.5	0	1.5	0	0
12	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	0.75	1.5	0.9	0	0
13	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0	0
14	SLU	Amb. 2 (SLU)	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0	0
15	SLR	Amb. 2 (SLE R)	1	1	1	1	0.6	1	0	0
16	SLR	Amb. 2 (SLE R)	1	1	1	0.5	1	0.6	0	0
17	SLF	Amb. 2 (SLE F)	1	1	0.7	0.2	0	0.5	0	0
18	SLF	Amb. 2 (SLE F)	1	1	0.7	0	0.5	0	0	0
19	SLQ	Amb. 2 (SLE Q)	1	1	0.6	0	0	0	0	0

Tabella 2

CC modello con impalcato NON rigido.

7 MODELLO DI CALCOLO

7.1 Tipo di analisi svolta

Si riporta di seguito il modello agli e.f. della struttura in oggetto.

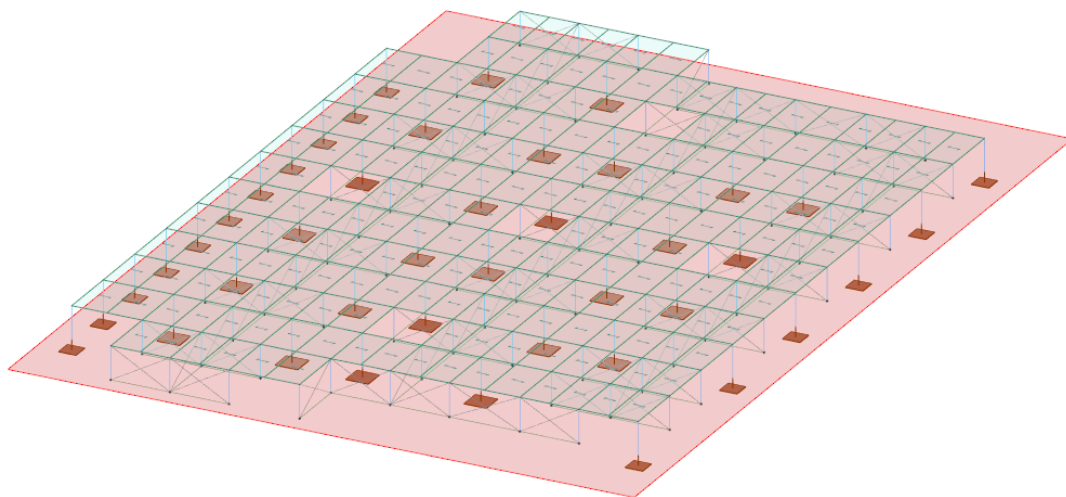


Figura 7.1

L'analisi è stata svolta considerando il solaio di copertura come impalcato infinitamente rigido; solo per il dimensionamento dei controventi orizzontali è stata eliminata tale assunzione.

Le masse vengono assegnate automaticamente dal software tenendo conto delle geometrie delle sezioni assegnate.

I pilastri vengono considerati incernierati alla base. Le reazioni vincolari alle suddette cerniere, derivanti dalle singole CCE (condizioni di carico elementare) verranno successivamente applicate e combinate per la verifica delle fondazioni. Gli elementi trave sono incernierati ai pilastri (travi primarie) e alle travi primarie (travi secondarie).

Gli elementi di controvento verticali e orizzontali vengono modellati per offrire resistenza e rigidezza solo quando tesi (come previsto dalla norma). Il suddetto effetto è stato ottenuto, in fase di modellazione, assegnando ai citati elementi un vincolo di biella; in fase di post-processing, invece, raddoppiando lo sforzo normale sulle diagonali tese.

Tutta la modellazione, le combinazioni di carico, le impostazioni delle verifiche del post-processore sono rispondenti alle NTC2018.

E' stata effettuata un'analisi dinamica lineare secondo quanto indicato nel p.to 7.3.1. Il fattore di comportamento q è pari a 4.00 con $q_0 = 4.00$ [Tab. 7.3.II – Struttura in acciaio a controventi concentrici a diagonale tesa attiva - Classe di Duttilità "B"]

L'analisi dinamica è stata effettuata determinando i modi di vibrare della struttura per mezzo del metodo dei vettori di Ritz (struttura senza impalcato rigido finalizzata al dimensionamento dei controventi di piano).

Il metodo di Ritz determina i modi di vibrare utilizzando come vettori di partenza i carichi definiti dall'utente e andando quindi a determinare i modi di vibrare nella "direzione" di applicazione del carico. Vengono calcolati, così, solo i modi agenti nella direzione del carico, per cui se assegno un carico in direzione X non verranno estratti modi in direzione Y e viceversa. I modi di vibrare determinati con il metodo di Ritz costituiscono un'ottima approssimazione delle frequenze naturali e dei corrispondenti modi di vibrare della struttura inoltre, rispetto al metodo degli Autovalori, presenta il vantaggio di poter estrarre i modi principali della struttura molto più rapidamente evitando l'estrazione di modi "locali" che interessano solo parte della struttura.

L'analisi modale agli Autovalori è stata invece utilizzata per la modellazione della struttura con impalcato infinitamente rigido – Master Slave (Dimensionamento di travi e pilastri).

Successivamente si è pervenuti al calcolo degli effetti dell'azione sismica orizzontale, rappresentata dallo spettro di risposta per ciascuno dei modi di vibrare individuati. Infine viene effettuata la combinazione degli effetti. Il numero dei modi di vibrare della struttura è tale da movimentare una percentuale di massa pari ad almeno l'85% delle masse totali (cfr. 7.3.3.1).

Secondo quanto indicato al par.7.2.2 la componente verticale del sisma non viene considerata.

7.2 Codice di calcolo e tipo elaboratore

Il software impiegato per la creazione del modello dell'elevazione, delle analisi strutturali e le verifiche agli Stati Limite è il "Modest v.8.22" della Tecnisoft con solutore "XFINEST v.2.1", con licenza Harpaceas codice 7117.

Il software è dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia nella definizione del modello che nel calcolo vero e proprio. I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi. In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato con la verifica a priori sulla presenza di elementi non connessi;
- filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici;
- controlli sulle verifiche e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

8 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Oltre ai tabulati, dove è possibile indagare tutti i risultati svolti dalle analisi, si riportano in questo capitolo alcuni diagrammi e mappe cromatiche utili per una interpretazione più immediata delle analisi condotte.

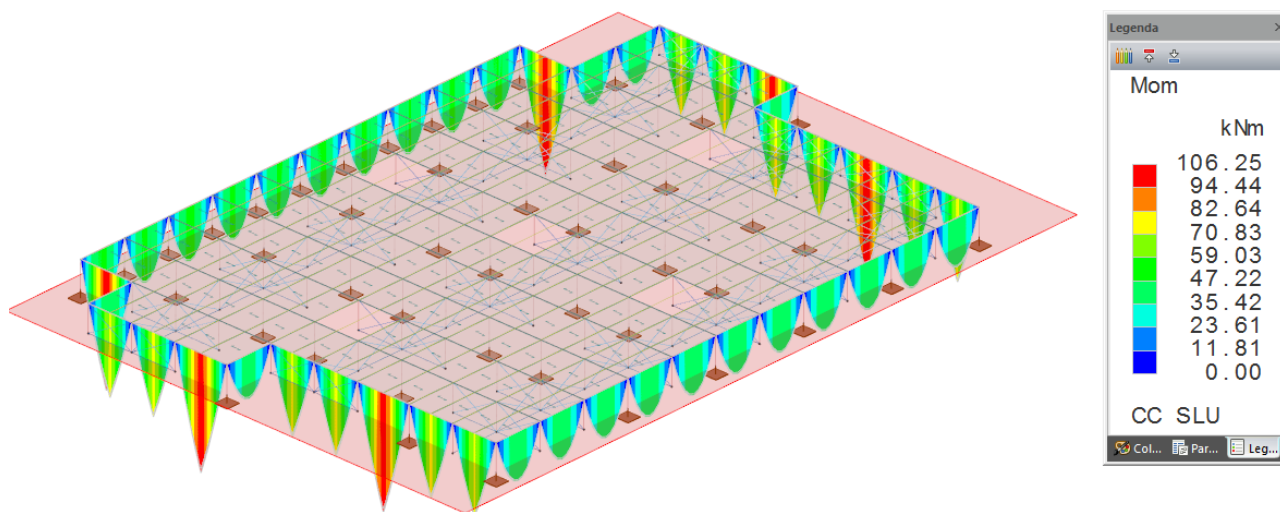


Figura 8.1 Momento Flettente travi HEA300 – Involuppo SLU

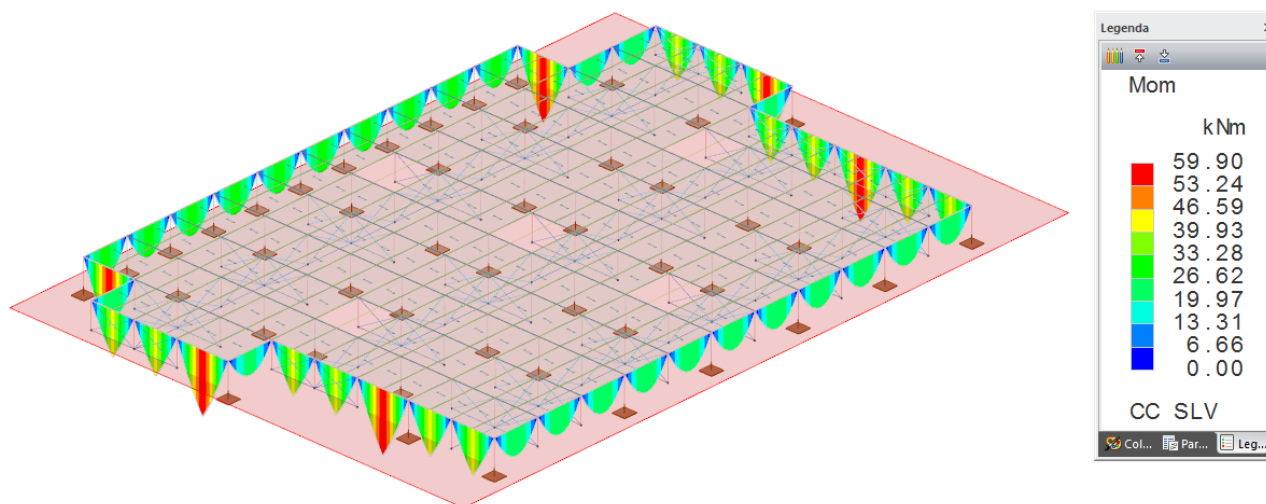


Figura 8.2 - Momento Flettente travi HEA300 – Involuppo SLV

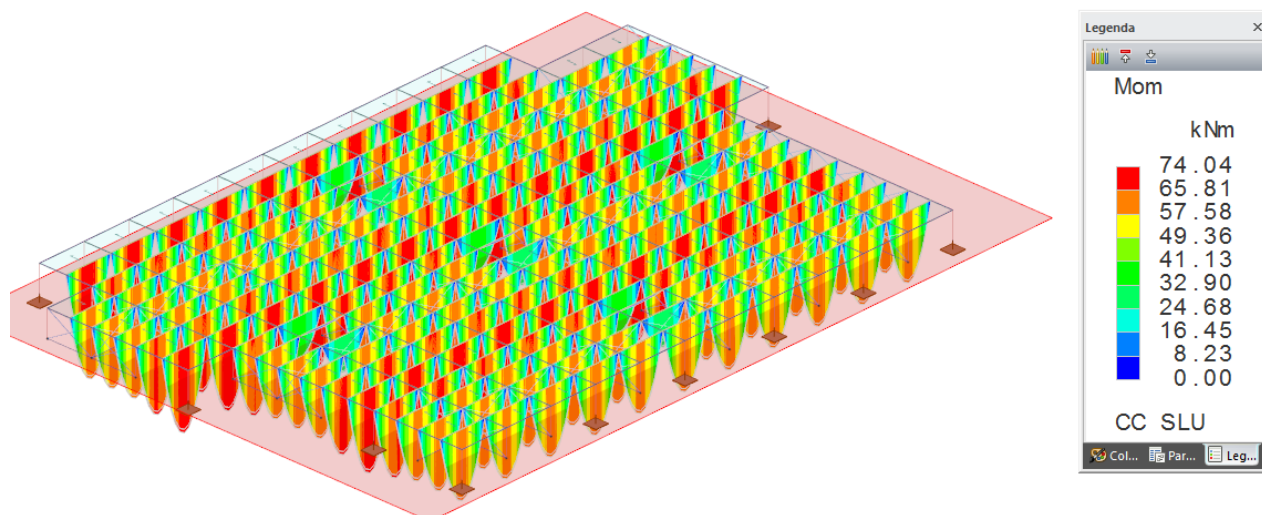


Figura 8.3 Momento Flettente travi IPE 270 – Involuppo SLU

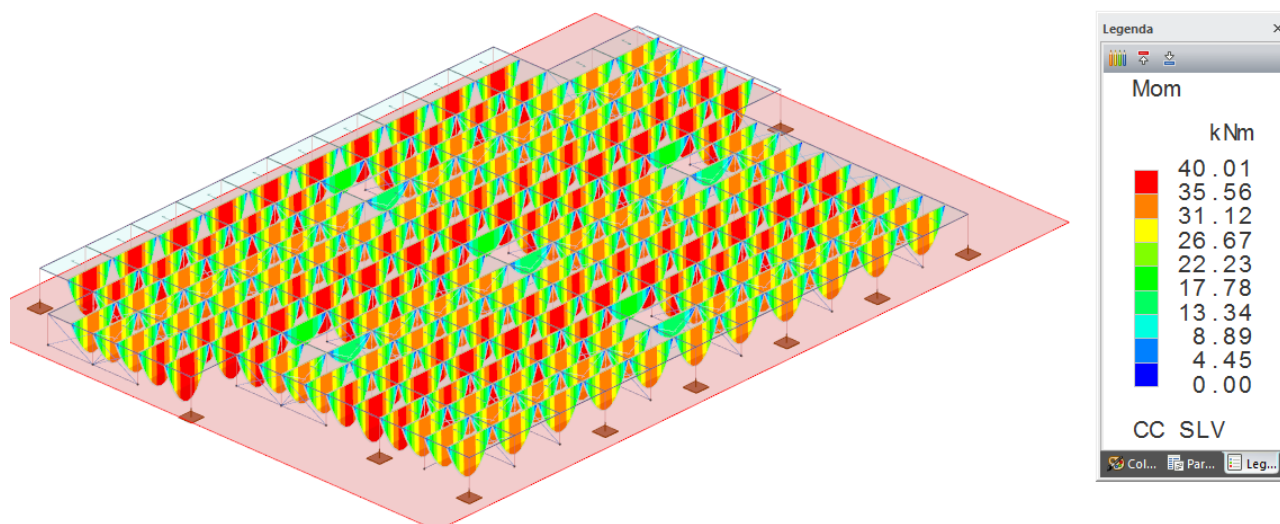


Figura 8.4 - Momento Flettente travi IPE 270 – Involuppo SLV

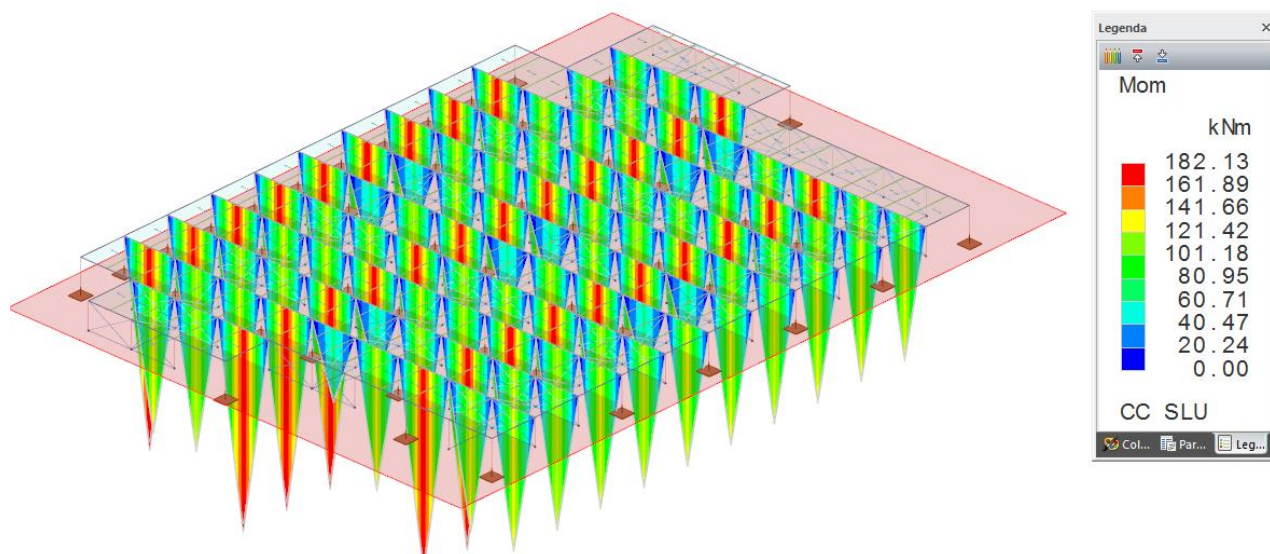


Figura 8.5 Momento Flettente travi IPE 300 – Involuppo SLU

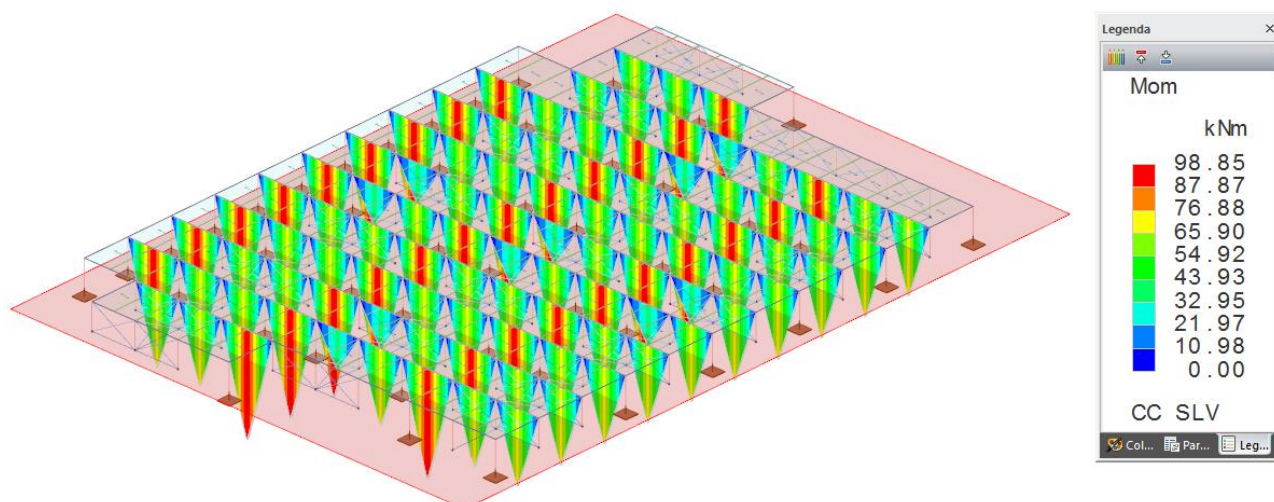


Figura 8.6 - Momento Flettente travi IPE 300 – Involuppo SLV

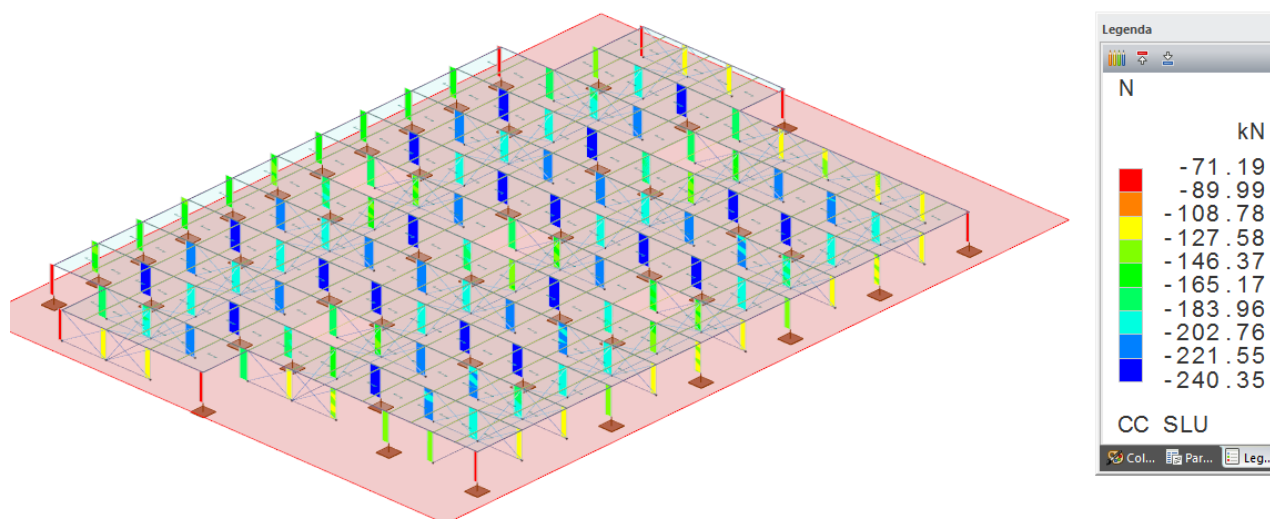


Figura 8.7 Forza Normale Pilastri – Involuppo SLU

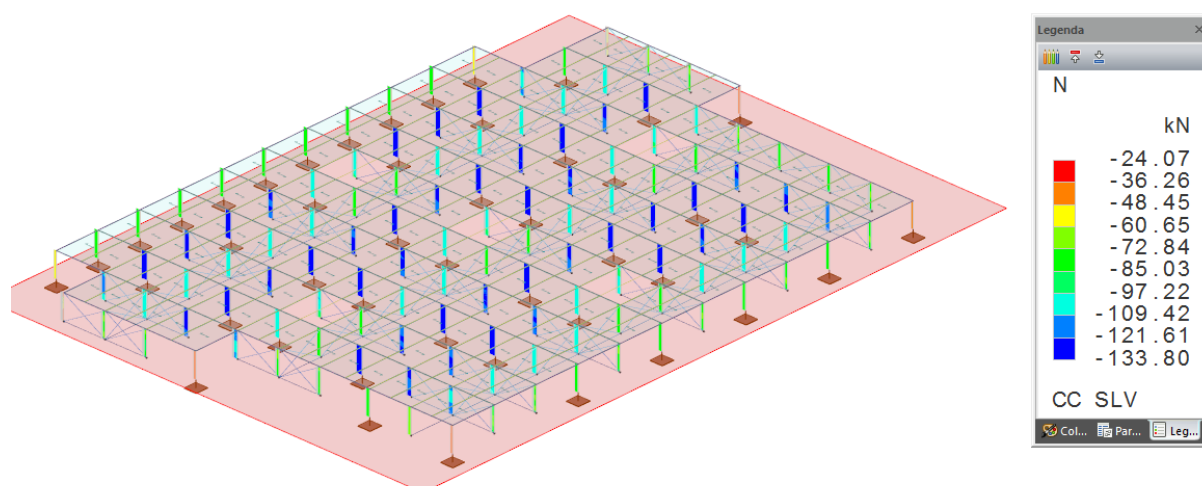


Figura 8.8 Forza Normale Pilastri – Involuppo SLV

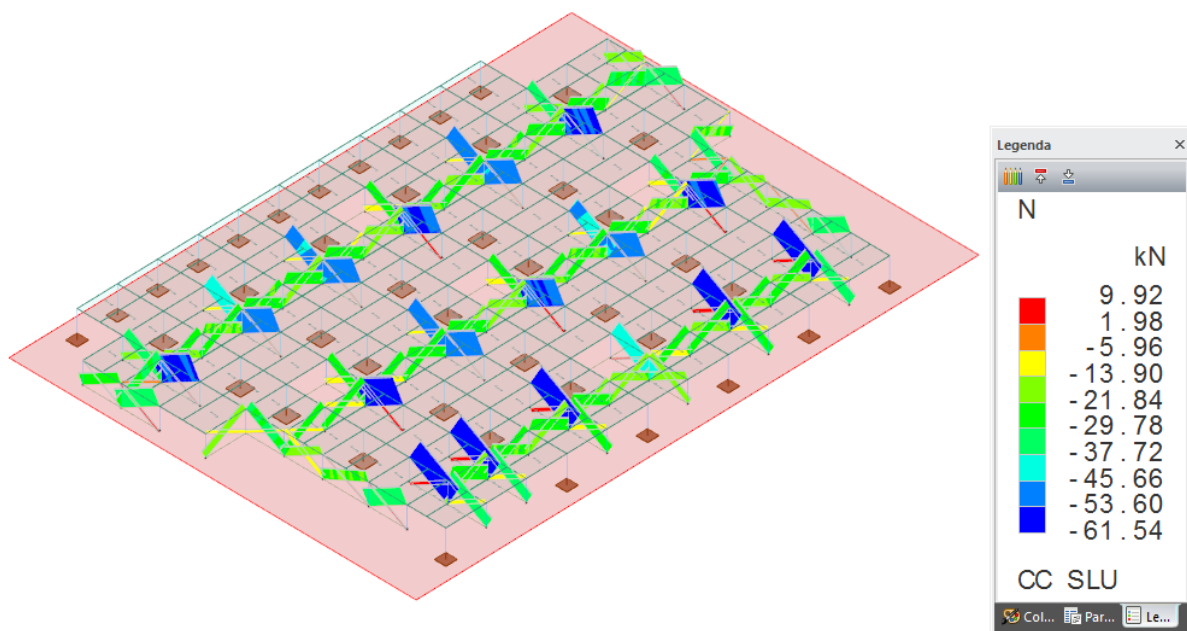


Figura 8.9 - Forza Normale Controventi verticali- Involuppo SLU

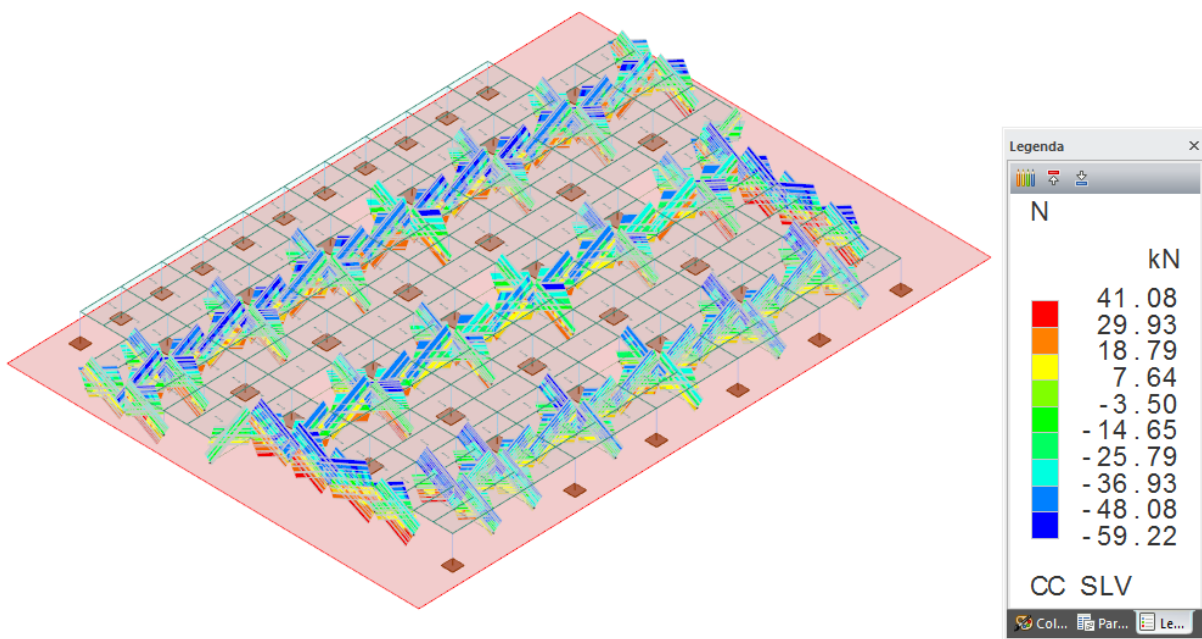


Figura 8.10 Forza Normale Controventi verticali- Involuppo SLV

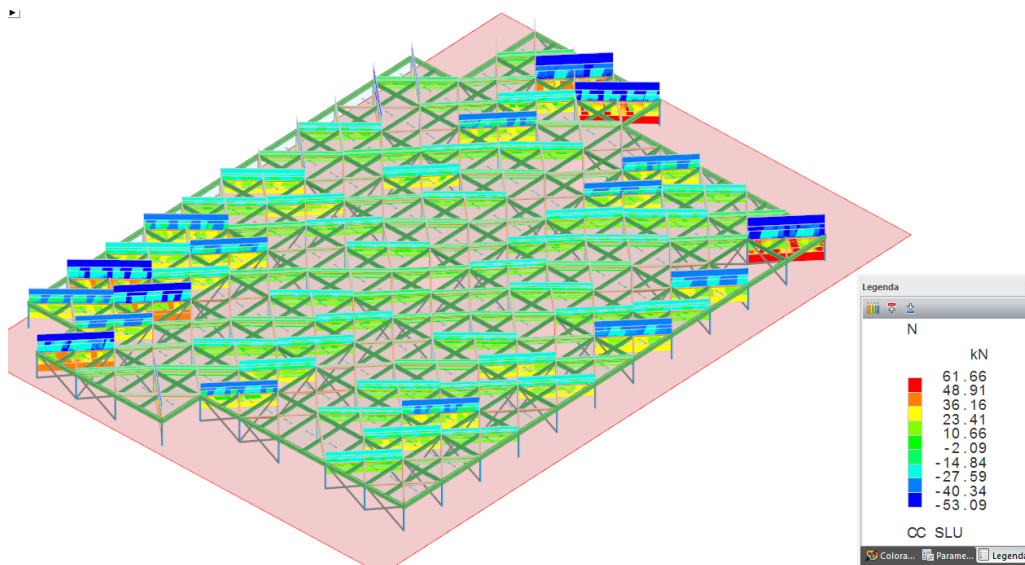


Figura 8.11 Forza Normale Controventi orizzontali- Involuppo SLU

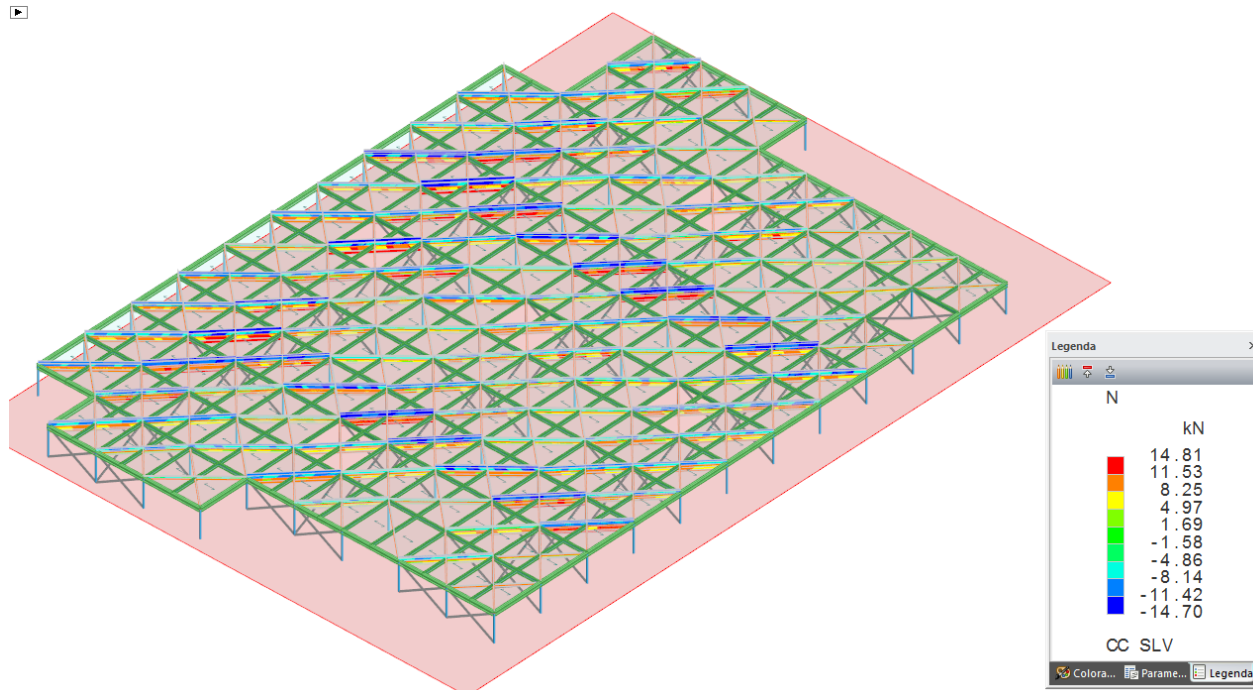


Figura 8.12 - Forza Normale Controventi orizzontali- Involuppo SLV

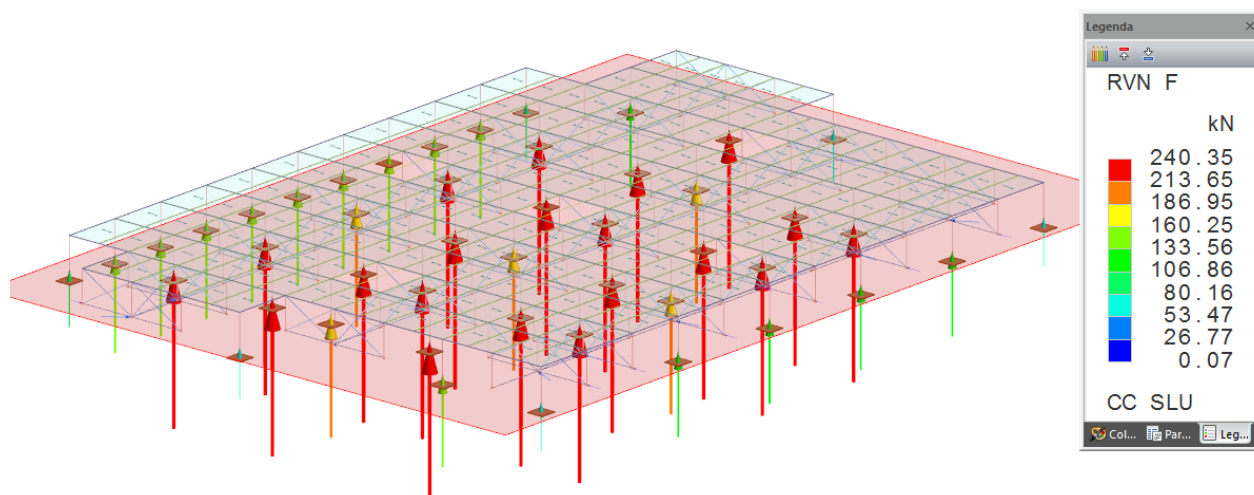


Figura 8.13 Reazioni Vincolari- Involuppo SLU

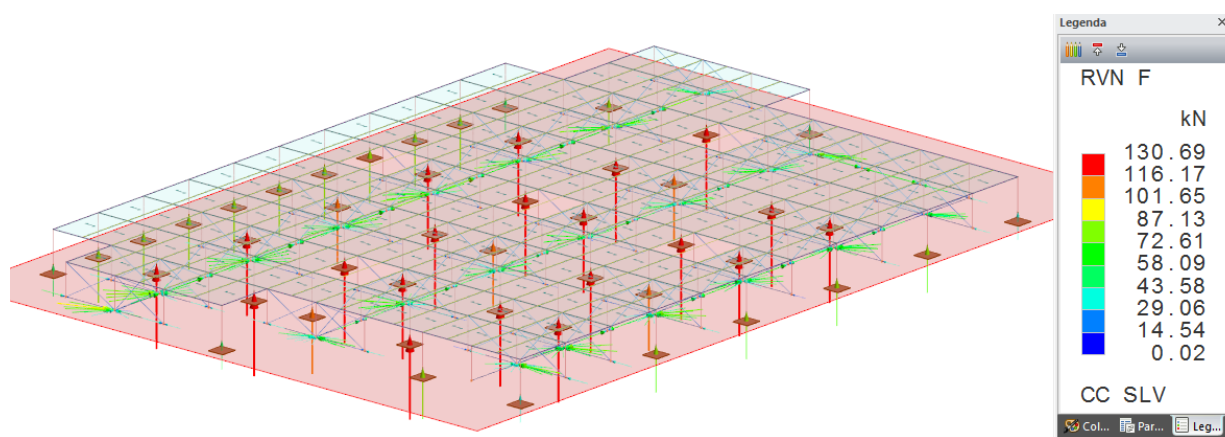


Figura 8.14 - Reazioni Vincolari- Involuppo SLV

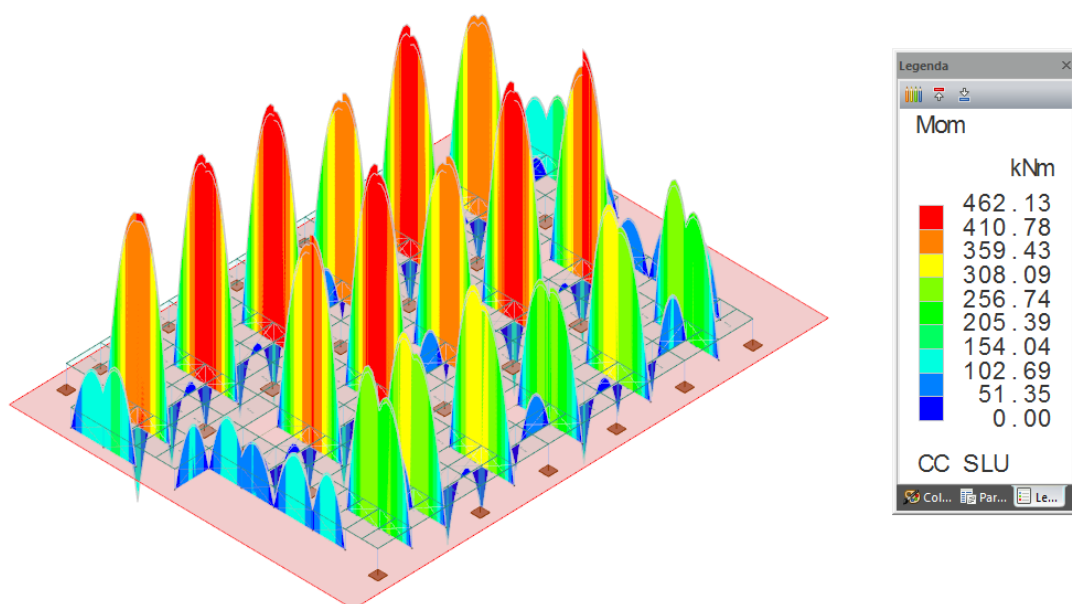


Figura 8.15 – Momento Flettente agente sulle travi di fondazione – Involuppo SLU

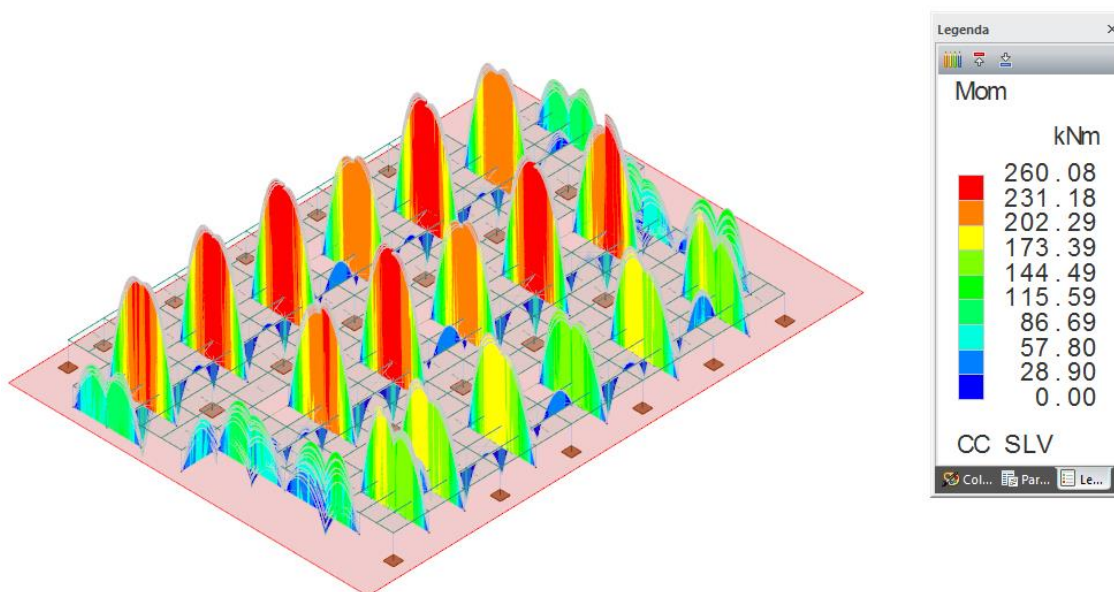


Figura 8.16– Momento Flettente agente sulle travi di fondazione – Involuppo SLV

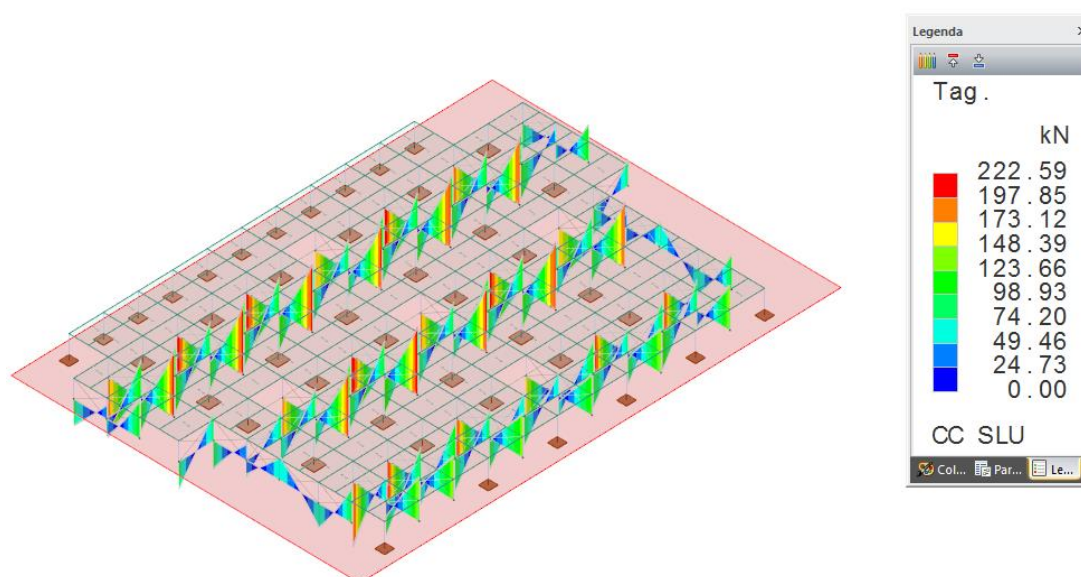


Figura 8.17– Taglio agente sulle travi di fondazione – Involuppo SLU

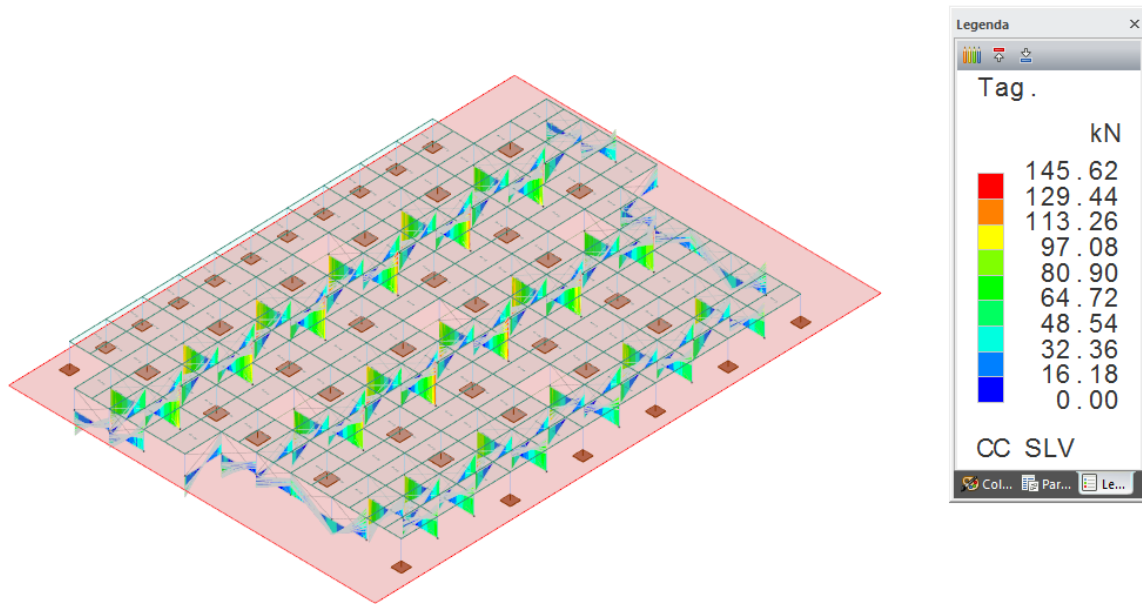


Figura 8.18- Taglio agente sulle travi di fondazione – Involuppo SLV

8.1 Verifica aste

8.1.1 HEA 300

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm²>	Fyt <daN/cm²>
10	HEA300	Is	--	112.53	112.53	112.53	18264.10	6309.57	12.74	7.49	1259.59	420.64	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cmq>	Atag, z <cmq>	Jω <cm6>
10	HEA300	1390.35	641.99	94.85	37.28	1199770.00

Asta n. 1134 (1011 -10) Sez. 10 HEA300 Crit. 2

- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SND Xl=2.80 - Classe 3
Sollecitazioni: $T_z=1600.34$ $M_y=-5989.92$
 $M_y, Ed=-5989.92$ $M_y, c, Rd=42586.20$ $M_y, Ed/M_y, c, Rd=0.14$
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU Xl=0.00 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=4627.83$
 $V, Ed=4627.83$ $V_c, Rd=72775.50$ $V, Ed/V_c, Rd=0.06$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 18 SLU Xl=2.80 - Classe 3
Sollecitazioni: $N=35447.60$ $T_z=2961.44$ $M_y=-10625.00$
Tensioni: $\sigma_N=315.00$ $\sigma_{m,d}=843.53$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=1158.53$ (sfrut=0.34)
Tensioni: $\sigma_N=315.00$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=141.44$ $\tau_{max}=141.44$ (sfrut=0.07)
Tensioni: $\sigma_N=315.00$ $\sigma_{m,d}=843.53$ $\tau=0.00$ $\sigma_{TD,max}=1158.53$ (sfrut=0.34)
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 3
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=439855.00$ $\lambda_{LT}=0.32$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=0.52$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.98$ $\chi_{LT}=1.00$
 $M_y, Ed=-10625.00$ $M_y, b, Rd=42586.20$ $M_y, Ed/M_y, b, Rd=0.25$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 19 SLU - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed=-14179.00$ $M_y, Ed=-10257.50$ $L=2.80$
 α_{my} , α_{mz} , $\alpha_{LT}=0.95$, 0.95 , 0.95
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=439855.00$ $\lambda_{LT}=0.32$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.52$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.98$ $\chi_{LT}=1.00$

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

$\lambda_y=21.98$ Ncr,y=4828370.00 $\lambda^*_y=0.29$ Curva b: $\Phi_y=0.56$ $\chi_y=0.97$
 $\lambda_z=37.39$ Ncr,z=1668030.00 $\lambda^*_z=0.49$ Curva c: $\Phi_z=0.69$ $\chi_z=0.85$
 Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.96, 0.00, 0.96
 Verifica YY: 0.04+0.23=0.27
 Verifica ZZ: 0.04=0.04

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 22
 $f_{z,L}=0.12$ (L/2380)

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 22
 $f_{z,G}=0.04$ (L/6331)

Asta n. 1134 (-10 1012) Sez. 10 HEA300 Crit. 2

- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SND Xl=0.00 - Classe 3
 Sollecitazioni: $T_z=-1600.34$ $M_y=-5989.92$
 $M_y,Ed=-5989.92$ $M_y,c,Rd=42586.20$ $M_y,Ed/M_y,c,Rd=0.14$

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU Xl=2.80 - Classe 1
 Sollecitazioni: $T_z=-4627.83$
 $V,Ed=-4627.83$ $Vc,Rd=72775.50$ $V,Ed/Vc,Rd=0.06$

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 18 SLU Xl=0.00 - Classe 3
 Sollecitazioni: $N=35447.60$ $T_z=-2961.44$ $M_y=-10625.00$
 Tensioni: $\sigma_N=315.00$ $\sigma_{m,d}=843.53$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=1158.53$ (sfrut=0.34)
 Tensioni: $\sigma_N=315.00$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=141.44$ $\tau_{max}=141.44$ (sfrut=0.07)
 Tensioni: $\sigma_N=315.00$ $\sigma_{m,d}=843.53$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=1158.53$ (sfrut=0.34)

- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 3
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=439855.00$ $\lambda_{LT}=0.32$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=0.52$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.98$ $\chi_{LT}=1.00$
 $M_y,Ed=-10625.00$ $M_y,b,Rd=42586.20$ $M_y,Ed/M_y,b,Rd=0.25$

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 19 SLU - Classe 3
 Sollecitazioni: $N,Ed=-14179.00$ $M_y,Ed=-10257.50$ $L=2.80$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=439855.00$ $\lambda_{LT}=0.32$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.52$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.98$ $\chi_{LT}=1.00$
 $\lambda_y=21.98$ Ncr,y=4828370.00 $\lambda^*_y=0.29$ Curva b: $\Phi_y=0.56$ $\chi_y=0.97$
 $\lambda_z=37.39$ Ncr,z=1668030.00 $\lambda^*_z=0.49$ Curva c: $\Phi_z=0.69$ $\chi_z=0.85$
 Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.96, 0.00, 0.96
 Verifica YY: 0.04+0.23=0.27
 Verifica ZZ: 0.04=0.04

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 22
 $f_{z,L}=0.12$ (L/2380)

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 22
 $f_{z,L}=0.04$ (L/6334)

8.1.2 IPE300

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm>	Fyt <daN/cm>
6	IPE300	Is	--	53.81	53.81	53.81	8356.33	603.78	12.46	3.35	557.09	80.50	557.09	80.50	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cmq>	Atag, z <cmq>	Jw <cm6>
6	IPE300	630.77	125.38	36.16	25.68	125934.00

Asta n. 1005 (1041 -37) Sez. 6 IPE300 Crit. 2

- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SND Xl=2.80 - Classe 3
 Sollecitazioni: $T_z=3200.69$ $M_y=-9884.87$
 $M_y,Ed=-9884.87$ $M_y,c,Rd=18834.90$ $M_y,Ed/M_y,c,Rd=0.52$

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU $X_1=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=7086.33$
 $V, Ed=7086.33$ $V_c, Rd=50134.20$ $V, Ed/V_c, Rd=0.14$
- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU $X_1=2.80$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=6780.46$ $T_z=5922.88$ $M_y=-18212.90$
 $M_y, Ed=-18212.90$ $M_y, V, c, Rd=21326.00$
 $N, Ed=6780.46$ $N_c, Rd=181940.00$ YY $n=N, Ed/N_c, Rd=0.04$ $MN_y, c, Rd=21326.00$ $M_y, Ed/MN_y, c, Rd=0.85$
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 1
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=48365.20$ $\lambda_{LT}=0.68$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=0.72$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.91$
 $M_y, Ed=-18212.90$ $M_y, b, Rd=19315.10$ $M_y, Ed/M_y, b, Rd=0.94$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 19 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: $N, Ed=-6780.46$ $M_y, Ed=-17477.90$ $L=2.80$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=48365.20$ $\lambda_{LT}=0.68$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.72$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.91$
 $\lambda_y=22.47$ $N_{cr,y}=2209120.00$ $\lambda^*_y=0.29$ Curva a: $\Phi_y=0.55$ $\chi_y=0.98$
 $\lambda_z=83.59$ $N_{cr,z}=159618.00$ $\lambda^*_z=1.09$ Curva b: $\Phi_z=1.25$ $\chi_z=0.54$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.63, 0.00, 1.04$
Verifica YY: $0.04+0.86=0.90$
Verifica ZZ: $0.07=0.07$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 22
 $f_{z,g}=0.40$ (L/695)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 22
 $f_{z,L}=0.18$ (L/1521)

Asta n. 1005 (-37 1042) Sez. 6 IPE300 Crit. 2

- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SLD $X_1=0.00$ - Classe 3
Sollecitazioni: $T_z=-3200.69$ $M_y=-9884.87$
 $M_y, Ed=-9884.87$ $M_y, c, Rd=18834.90$ $M_y, Ed/M_y, c, Rd=0.52$
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU $X_1=2.80$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=-7086.33$
 $V, Ed=-7086.33$ $V_c, Rd=50134.20$ $V, Ed/V_c, Rd=0.14$
- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU $X_1=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=6780.46$ $T_z=-5922.88$ $M_y=-18212.90$
 $M_y, Ed=-18212.90$ $M_y, V, c, Rd=21326.00$
 $N, Ed=6780.46$ $N_c, Rd=181940.00$ YY $n=N, Ed/N_c, Rd=0.04$ $MN_y, c, Rd=21326.00$ $M_y, Ed/MN_y, c, Rd=0.85$
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 1
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=48365.20$ $\lambda_{LT}=0.68$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=0.72$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.91$
 $M_y, Ed=-18212.90$ $M_y, b, Rd=19315.10$ $M_y, Ed/M_y, b, Rd=0.94$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 19 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: $N, Ed=-6780.46$ $M_y, Ed=-17477.90$ $L=2.80$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=2.80$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=48365.20$ $\lambda_{LT}=0.68$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.72$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.91$
 $\lambda_y=22.47$ $N_{cr,y}=2209120.00$ $\lambda^*_y=0.29$ Curva a: $\Phi_y=0.55$ $\chi_y=0.98$
 $\lambda_z=83.59$ $N_{cr,z}=159618.00$ $\lambda^*_z=1.09$ Curva b: $\Phi_z=1.25$ $\chi_z=0.54$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.63, 0.00, 1.04$
Verifica YY: $0.04+0.86=0.90$
Verifica ZZ: $0.07=0.07$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 22
 $f_{z,L}=0.40$ (L/695)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 22
 $f_{z,L}=0.18$ (L/1521)

8.1.3 IPE270

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm>	Fyt <daN/cm>
2	IPE270	Is	--	45.95	45.95	45.95	5789.96	419.87	11.23	3.02	428.89	62.20	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cm>	Atag, z <cm>	Jw <cm6>
2	IPE270	486.15	97.11	31.45	22.14	70577.90

Asta n. 1022 (-7 -3) Sez. 2 IPE270 Crit. 2

-
- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SND Xl=2.50 - Classe 3
Sollecitazioni: $M_y = -4000.86$
 $M_y, Ed = -4000.86$ $M_y, c, Rd = 14500.40$ $M_y, Ed/M_y, c, Rd = 0.28$
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU Xl=0.00 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = 5922.88$
 $V, Ed = 5922.88$ $V_c, Rd = 43217.20$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.14$
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU Xl=2.50 - Classe 1
Sollecitazioni: $N = 5789.22$ $M_y = -7403.60$
 $M_y, Ed = -7403.60$ $M_y, c, Rd = 16436.40$
 $N, Ed = 5789.22$ $N_c, Rd = 155342.00$ YY $n = N, Ed/N_c, Rd = 0.04$ $MN_y, c, Rd = 16436.40$ $M_y, Ed/MN_y, c, Rd = 0.45$
 - Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 1
 $L_{cr} = 5.00$ Curva b: $\alpha_{imp} = 0.34$ $k_c = 0.94$ $\psi = 1.75$ $M_{cr} = 13579.60$ $\lambda_{LT} = 1.13$
 $\lambda_{LT,0} = 0.40$ $\beta_{LT} = 0.75$ $\Phi_{LT} = 1.10$ $\beta_{LT} = 0.75$ $f = 0.98$ $\chi_{LT} = 0.64$
 $M_y, Ed = -7403.60$ $M_y, b, Rd = 10471.50$ $M_y, Ed/M_y, b, Rd = 0.71$
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 19 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: $N, Ed = -5789.22$ $M_y, Ed = -7101.73$ $L = 5.00$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT} = 0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr} = 5.00$ Curva b: $\alpha_{imp} = 0.34$ $k_c = 0.94$ $\psi = 1.75$ $M_{cr} = 13579.60$ $\lambda_{LT} = 1.13$
 $\lambda_{LT,0} = 0.40$ $\Phi_{LT} = 1.10$ $\beta_{LT} = 0.75$ $f = 0.98$ $\chi_{LT} = 0.64$
 $\lambda_y = 44.54$ $N_{cr,y} = 480014.00$ $\lambda^*_y = 0.58$ Curva a: $\Phi_y = 0.71$ $\chi_y = 0.90$
 $\lambda_z = 165.40$ $N_{cr,z} = 34809.20$ $\lambda^*_z = 2.16$ Curva b: $\Phi_z = 3.18$ $\chi_z = 0.18$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz} = 0.97, 0.73, 0.00, 1.22$
Verifica YY: $0.04 + 0.65 = 0.70$
Verifica ZZ: $0.21 = 0.21$
 - Verifica freccia massima carichi totali - CC 22
 $f_{z,L} = 1.12$ (L/448)
 - Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 22
 $f_{z,L} = 0.52$ (L/966)

8.1.4 PILASTRO

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm²>	Fyt <daN/cm²>	
1	Pilastro	CHS168.3x5	Cir.c	--	25.65	25.65	25.65	855.85	855.85	5.78	5.78	101.70	101.70	S355H UNI EN 10210-1	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cm>	Atag, z <cm>	Jw <cm6>
1	Pilastro	CHS168.3x5	130.11	130.11	16.33	16.33

Asta n. 39 (39 1039) Sez. 1 Pilastro__CHS168.3x5 Crit. 1

-
- Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2) - CC 1 SND Xl=0.00 - Classe 3
Sollecitazioni: $N = -13068.80$
Verifica a compressione [4.2.9]
 $N, Ed = -13068.80$ $N_c, Rd = -86725.20$ $N, Ed/N_c, Rd = 0.15$

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

- Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2) - CC 17 SLU $X_1=0.00$ - Classe 2
Sollecitazioni: $N=-24034.70$
Verifica a compressione [4.2.9]
 $N, Ed=-24034.70$ $N_c, Rd=-86725.20$ $N, Ed/N_c, Rd=0.28$
- Verifiche di duttilità [7.5.3]:
 $q_0=4.00$ $N, Ed=-24034.70$ $N_{pl}, Rd=86725.20$ $N, Ed/N_{pl}, Rd=0.28$ ($sfrut=0.92$)
- Verifica di stabilità (4.2.4.1.3.1) - CC 17 SLU
Sollecitazioni: $N=-24034.70$
 $L=2.65$
 $\lambda=45.88$ $N_{cr}=252594.00$ $\lambda^*=0.60$
Curva a: $\Phi=0.72$ $\chi_{min}=0.89$ $N, Ed=-24034.70$ $N_b, Rd=77171.20$ $N, Ed/N_b, Rd=0.31$
- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 22
 $\delta=0.00$ ($L/67693$)

8.1.5 UPN100

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm>	Fyt <daN/cm>
5	UPN100	Cs	--	13.70	13.70	13.70	210.31	32.39	3.92	1.54	42.06	9.66	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cm>	Atag, z <cm>	Jw <cm6>
5	UPN100	50.16	18.54	9.74	6.44	

Asta n. 1013 (1119 118) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 9 SLV $X_1=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=7908.92$
Verifica a trazione [4.2.5]
 $N, Ed=7908.92$ $N_{pl}, Rd=35889.70$ $N_u, Rd=42425.50$ $N, Ed/N_t, Rd=0.22$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 22
 $f_{z,g}=0.00$ ($L/145069$)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 22
 $f_{z,g}=0.00$ ($L/370996$)

8.1.6 CONTROVENTI ORIZZONTALI

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm>	Fyt <daN/cm>
7	Piatto 80x12	R	--	9.60	9.60	9.60	1.15	51.20	0.35	2.31	1.92	12.80	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cm>	Atag, z <cm>	Jw <cm6>
7	Piatto 80x12	2.88	19.20	9.60	9.60	

Asta n. 10157 (1113 1123) Sez. 7 Piatto 80x12 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 17 SLU $X_1=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=10460.10$
Verifica a trazione [4.2.5]
 $N, Ed=10460.10$ $N_{pl}, Rd=25142.90$ $N_u, Rd=29721.60$ $N, Ed/N_t, Rd=0.42$

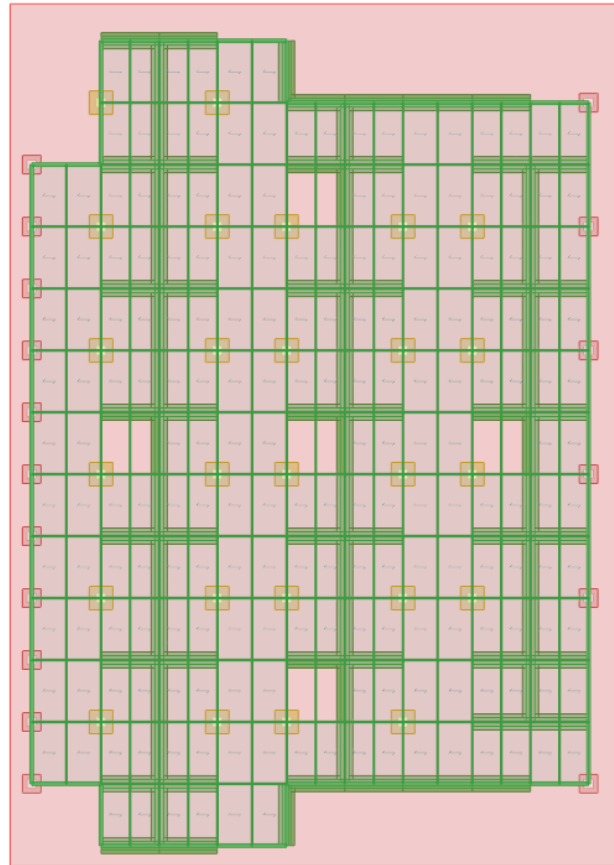
8.2 Verifica Fondazioni

Sono state previste 2 diverse tipologie di fondazione: plinti isolati per i pilastri non collegati ai controventi verticali e travi di fondazione per tutti gli altri pilastri.

I plinti isolati, di altezza variabile da un minimo di 100 cm a un massimo di 130 cm, hanno dimensione in pianta 140 cm x 140 cm e 180 cm x 180 cm; la variabilità dell'altezza, che coinvolge il solo pulvino del plinto, è dovuta alla pendenza del piano campagna.

La fondazione prevista al di sotto dei pilastri collegati ai controventi verticali è costituita da una trave di fondazione di larghezza pari a 130 cm e altezza pari a 50 cm.

Di seguito si riportano le verifiche a capacità portante degli elementi di fondazione maggiormente sollecitati.



Tipi	
6 Plinto Gradonato_140x140xH130	
8 Plinto Gradonato_180x180xH130	
Solai	

Figura 8.19 – Schema fondazioni

8.2.1 Plinto 140 x 140

Simbologia

B	=Base della fondazione
L	=Lunghezza della fondazione (L>B)
D	=Profondità del piano di posa della fondazione
β	=Inclinazione del piano di campagna
η	=Inclinazione del piano di posa della fondazione
γ_r	=Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,f}$	=Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
ϕ'_r	=Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
c'_r	=Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
N_q	=Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
N_c	=Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_g	=Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
g_q	=Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
g_c	=Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g_g	=Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
b_q	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
b_c	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_g	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
c_{ur}	=Coesione non drenata rappresentativa del terreno di fondazione
a_g/g	=Accelerazione orizzontale massima al sito normalizzata con l'accelerazione di gravità
CC	=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	=Sforzo normale
T _x	=Taglio in dir. X
T _y	=Taglio in dir. Y
M _x	=Momento intorno all'asse X

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

My =Momento intorno all'asse Y
B' =Base della fondazione reagente
L' =Lunghezza della fondazione reagente
s_q =Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale
s_c =Fattore di forma relativo alla coesione
s_g =Fattore di forma relativo al peso del terreno
d_q =Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
d_c =Fattore di profondità relativo alla coesione
i_q =Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
i_c =Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i_g =Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
q_{lim} =Pressione limite
R_d =Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic. =Sicurezza a rottura

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Plinto n. 45

B=1.40 <m> L=1.40 <m> D=1.30 <m> β=0.00 <grad> η=0.00 <grad> γ_r=600.00 <daN/mc>
σ_{v0,ε}=2210.00 <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

φ'_r=24.00 <grad> c'_r=0.00 <daN/mq>
N_q=9.60 N_c=19.32 N_g=9.44 g_q=1.00 g_c=1.00 g_g=1.00
b_q=1.00 b_c=1.00 b_g=1.00

CC	N <daN>	T _x <daN>	T _y <daN>	M _x <daNm>	M _y <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	d _q	d _c	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
17	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.24	1.47	0.76	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	36922.20	31464.10	1.70
17	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	31365.50	26728.90	1.45
18	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.24	1.47	0.76	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	36922.20	31464.10	1.70
18	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	31365.50	26728.90	1.45
19	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.24	1.47	0.76	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	36922.20	31464.10	1.75
19	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	31365.50	26728.90	1.49
20	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.24	1.47	0.76	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	36922.20	31464.10	1.75
20	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	31365.50	26728.90	1.49
21	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.24	1.47	0.76	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	36922.20	31464.10	1.75
21	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00	1.29	1.32	1.00	1.00	1.00	31365.50	26728.90	1.49

Verifiche in condizioni non drenate

c_{ur}=2800.00 <daN/mq>
N_q=1.00 N_c=5.14 g_c=1.00 b_c=1.00

CC	N <daN>	T _x <daN>	T _y <daN>	M _x <daNm>	M _y <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _c	d _c	i _q	i _c	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
17	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.20	1.37	1.00	1.00	25902.50	22073.40	1.20
17	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.37	0.00	1.00	21953.70	18708.40	1.01
18	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.20	1.37	1.00	1.00	25902.50	22073.40	1.20
18	18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.37	0.00	1.00	21953.70	18708.40	1.01
19	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.20	1.37	1.00	1.00	25902.50	22073.40	1.23
19	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.37	0.00	1.00	21953.70	18708.40	1.04
20	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.20	1.37	1.00	1.00	25902.50	22073.40	1.23
20	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.37	0.00	1.00	21953.70	18708.40	1.04
21	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.20	1.37	1.00	1.00	25902.50	22073.40	1.23
21	17940.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	1.00	1.37	0.00	1.00	21953.70	18708.40	1.04

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Richards

Plinto n. 45

B=1.40 <m> L=1.40 <m> D=1.30 <m> γ_r=600.00 <daN/mc> φ'_r=24.00 <grad> c'_r=0.00 <daN/mq>
σ_{v0,ε}=2210.00 <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

$$N_q=6.15 \quad N_c=11.58 \quad N_g=3.44 \quad a_g/g=0.21$$
[illegible]

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

[illegible]

Verifiche di capacità portante per rottura per punzonamento

Plinto n. 45

Verifiche in condizioni drenate

Verifiche rispettate $I_r(474.83) \geq I_{rcrit}(40.26)$

Verifiche in condizioni non drenate

Verifiche rispettate $I_r(178.57) \geq I_{rcrit}(8.64)$

Verifica C.A.

Plinti pilastri n. 5 14 15 25 35 44 45 55 64 65 75 84 85 95 104 105 123

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Simbologia

Caso =Caso di verifica
 Nodo =Nodo plinto/palo
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 TCC =Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
 Az =Azioni ed effetti sul plinto/palo
 RVN = Reazioni vincolari agenti
 TAG = Effetti dovuti ai tagli
 ECC = Effetti dovuti all'eccentricità
 PP = Effetti dovuti al peso proprio
 SVR = Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno
 TOT = Azioni totali di calcolo
 N =Sforzo normale
 Tx =Taglio in dir. X
 Ty =Taglio in dir. Y
 Mx =Momento intorno all'asse X
 My =Momento intorno all'asse Y
 σ_t =Tensione sul terreno
 FtirX =Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X
 Af_x =Area di ferro nel fondo in dir. X
 FDtirX =Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X
 FtirY =Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y
 Af_y =Area di ferro nel fondo in dir. Y
 FDtirY =Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y
 σ_{fx} =Tensione nell'armatura nel fondo in dir. X
 σ_{fy} =Tensione nell'armatura nel fondo in dir. Y
 Tipo =Tipo di verifica effettuata
 Cf =Copriferro
 Cls =Tipo di calcestruzzo
 Fck =Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctk =Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fcd =Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fctd =Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Tp =Tipo di acciaio
 Fyk =Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 Fyd =Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
<cm>		<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>		<daN/cm²>	<daN/cm²>
6.00	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti

Azioni ed effetti comuni

Az	N	Mx	My
	<daN>	<daNm>	<daNm>
PP	3430.00	0.00	0.00
SVR	0.00		

Azioni, effetti e tensioni sul terreno

Caso	Nodo	CC	TCC	Az	N	Tx	Ty	Mx	My	σ_t
					<daN>	<daN>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daN/cm²>
136	1517	SLU	RVN		15035.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1517	SLU	TAG					0.00	0.00	
	1517	SLU	ECC					0.00	0.00	
	1517	SLU	TOT		18465.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.94
141	1522	SLE R	RVN		10565.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1522	SLE R	TAG					0.00	0.00	
	1522	SLE R	ECC					0.00	0.00	
	1522	SLE R	TOT		13995.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.71

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Stato limite ultimo - Verifiche armatura fondo

Caso	Nodo	CC	TCC	FtirX <daN>	Af _x <cmq>	FDtirX <daN>	FtirY <daN>	Af _y <cmq>	FDtirY <daN>
136	15	17	SLU	4243.90	9.05	35404.40	4243.90	9.05	35404.40

Stato limite d'esercizio - Verifiche armatura fondo

Caso	Nodo	CC	TCC	FtirX <daN>	Af _x <cmq>	σ _{fx} <daN/cm²>	FtirY <daN>	Af _y <cmq>	σ _{fy} <daN/cm²>
141	15	22	SLE R	2982.20	9.05	329.61	2982.20	9.05	329.61

Verifiche effettuate

Caso	Tipo
136	σ _{t min} (max compr.), SLU N cost - min. sic.
141	C.Rare - σ _{f max} (max traz.)

8.2.2 Plinto 180 x 180

VERIFICHE CAPACITÀ PORTANTE

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Plinto n. 59

B=1.80 <m> L=1.80 <m> D=1.30 <m> β=0.00 <grad> η=0.00 <grad> γ_r=600.00 <daN/mc>
σ_{v0,f}=2210.00 <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

φ'_r=24.00 <grad> c'_r=0.00 <daN/mq>
N_q=9.60 N_c=19.32 N_g=9.44 g_q=1.00 g_c=1.00 g_g=1.00
b_q=1.00 b_c=1.00 b_g=1.00

CC	N <daN>	T _x <daN>	T _y <daN>	M _x <daNm>	M _y <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	d _q	d _c	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
17	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.24	1.47	0.76	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	36088.50	50837.80	2.14
17	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.00	1.00	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	31125.90	43847.00	1.84
18	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.24	1.47	0.76	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	36088.50	50837.80	2.14
18	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.00	1.00	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	31125.90	43847.00	1.84
19	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.24	1.47	0.76	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	36088.50	50837.80	2.21
19	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.00	1.00	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	31125.90	43847.00	1.90
20	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.24	1.47	0.76	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	36088.50	50837.80	2.21
20	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.00	1.00	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	31125.90	43847.00	1.90
21	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.24	1.47	0.76	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	36088.50	50837.80	2.21
21	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.00	1.00	1.23	1.25	1.00	1.00	1.00	31125.90	43847.00	1.90

Verifiche in condizioni non drenate

C_{UR}=2800.00 <DAN/MQ>
N_q=1.00 N_c=5.14 G_c=1.00 B_c=1.00

CC	N <daN>	T _x <daN>	T _y <daN>	M _x <daNm>	M _y <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _c	d _c	i _q	i _c	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
17	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.20	1.29	1.00	1.00	24476.50	34480.00	1.45
17	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.29	0.00	1.00	20765.50	29252.20	1.23
18	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.20	1.29	1.00	1.00	24476.50	34480.00	1.45
18	23768.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.29	0.00	1.00	20765.50	29252.20	1.23
19	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.20	1.29	1.00	1.00	24476.50	34480.00	1.50
19	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.29	0.00	1.00	20765.50	29252.20	1.27
20	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.20	1.29	1.00	1.00	24476.50	34480.00	1.50
20	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.29	0.00	1.00	20765.50	29252.20	1.27
21	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.20	1.29	1.00	1.00	24476.50	34480.00	1.50
21	23023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.00	1.29	0.00	1.00	20765.50	29252.20	1.27

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Richards

Plinto n. 59

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli Progetto Definitivo

B=1.80 <m> L=1.80 <m> D=1.30 <m> $\gamma_r=600.00$ <daN/mc> $\phi'_r=24.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>
 $\sigma_{v0,t}=2210.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$$N_q=6.15 \quad N_c=11.58 \quad N_g=3.44 \quad a_g/g=0.21$$
[illegible]

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

[illegible]

Verifiche di capacità portante per rottura per punzonamento

Plinto n. 59

Verifiche in condizioni drenate

Verifiche rispettate $I_r(454.11) \geq I_{rcrit}(40.26)$

Verifiche in condizioni non drenate

```
Verifiche rispettate Ir(178.57)>=Ircrit(8.64
```

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Verifica C.A.

Plinti pilastri n. 16 18 19 21 36 38 39 41 42 56 58 59 61 62 76 78 79 81 82 96 98 99 101 102 115 117

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
<cm>		<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>		<daN/cm²>	<daN/cm²>
6.00	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti

Azioni ed effetti comuni

Az	N	Mx	My
	<daN>	<daNm>	<daNm>
PP	5030.00	0.00	0.00
SVR	0.00		

Azioni, effetti e tensioni sul terreno

Caso	Nodo	CC	TCC	Az	N	Tx	Ty	Mx	My	σ _t
					<daN>	<daN>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daN/cm²>
65	16	17	SLU	RVN	24034.70	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16	17	SLU	TAG				0.00	0.00	
	16	17	SLU	ECC				0.00	0.00	
	16	17	SLU	TOT	29064.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.90
1850	115	26	SLE Q	RVN	7359.74	0.00	0.00	0.00	0.00	
	115	26	SLE Q	TAG				0.00	0.00	
	115	26	SLE Q	ECC				0.00	0.00	
	115	26	SLE Q	TOT	12389.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.38
1	16	1	SLV (E)	RVN	14375.70	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16	1	SLV (E)	TAG				0.00	0.00	
	16	1	SLV (E)	ECC				0.00	0.00	
	16	1	SLV (E)	TOT	19405.70	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.60
74	16	26	SLE Q	RVN	13068.80	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16	26	SLE Q	TAG				0.00	0.00	
	16	26	SLE Q	ECC				0.00	0.00	
	16	26	SLE Q	TOT	18098.80	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.56
70	16	22	SLE R	RVN	16931.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16	22	SLE R	TAG				0.00	0.00	
	16	22	SLE R	ECC				0.00	0.00	
	16	22	SLE R	TOT	21961.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.68
72	16	24	SLE F	RVN	13970.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16	24	SLE F	TAG				0.00	0.00	
	16	24	SLE F	ECC				0.00	0.00	
	16	24	SLE F	TOT	19000.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.59

Stato limite ultimo - Armatura a punzonamento - Verifiche armatura

CC	TCC	d	M _{Ed}	u ₀	V _{Ed,red} (u ₀)	β (u ₀)	v	V _{Ed} (u ₀)	V _{Rd,max}	u ₁	V _{Ed,red} (u ₁)	β (u ₁)	ρ ₁	V _{Ed} (u ₁)	V _{Rd,c}	A _{sw}	V _{Rd,cs}
		<m>	<daNm>	<m>	<daN>			<daN/mq>	<daN/mq>	<m>	<daN>			<daN/mq>	<daN/mq>	<cmq>	<daN/mq>
17	SLU																

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Caso	Nodo	CC	TCC	PV	Coord.	Mom	MRd	Sic.
					<m>	<daNm>	<daNm>	
65	16	17	SLU	XX1	0.13	4075.50	89523.70	21.97
65	16	17	SLU	XX2	-0.13	4075.49	89523.70	21.97
65	16	17	SLU	XX3	0.35	2101.93	20252.80	9.64
65	16	17	SLU	XX4	-0.35	2101.93	20252.80	9.64
65	16	17	SLU	YY1	0.13	4075.49	89523.70	21.97
65	16	17	SLU	YY2	-0.13	4075.49	89523.70	21.97
65	16	17	SLU	YY3	0.35	2101.93	20252.80	9.64
65	16	17	SLU	YY4	-0.35	2101.93	20252.80	9.64

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Caso	Nodo	CC	TCC	PV	Coord.	Mom	M'yd	Sic.
					<m>	<daNm>	<daNm>	
1	16	1	SLV (E)	XX1	0.13	2501.82	-72187.80	28.85
1	16	1	SLV (E)	XX2	-0.13	2501.81	-72187.80	28.85
1	16	1	SLV (E)	XX3	0.35	1290.31	-18201.30	14.11
1	16	1	SLV (E)	XX4	-0.35	1290.31	-18201.30	14.11

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

1	16	1	SLV(E)	YY1	0.13	2501.82	-72187.80	28.85
1	16	1	SLV(E)	YY2	-0.13	2501.82	-72187.80	28.85
1	16	1	SLV(E)	YY3	0.35	1290.31	-18201.30	14.11
1	16	1	SLV(E)	YY4	-0.35	1290.31	-18201.30	14.11

Stato limite d'esercizio - Verifiche a flessione

Caso	Nodo	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ_c <daN/cm ² >	σ_f <daN/cm ² >
70	16	22	SLE R	XX1	0.13	2918.19	22.62	5.65	-2.91	159.13
70	16	22	SLE R	XX2	-0.13	2918.18	22.62	5.65	-2.91	159.13
70	16	22	SLE R	XX3	0.35	1505.05	11.31	11.31	-4.84	324.00
70	16	22	SLE R	XX4	-0.35	1505.05	11.31	11.31	-4.84	324.00
70	16	22	SLE R	YY1	0.13	2918.19	22.62	5.65	-2.91	159.13
70	16	22	SLE R	YY2	-0.13	2918.19	22.62	5.65	-2.91	159.13
70	16	22	SLE R	YY3	0.35	1505.05	11.31	11.31	-4.84	324.01
70	16	22	SLE R	YY4	-0.35	1505.05	11.31	11.31	-4.84	324.01
72	16	24	SLE F	XX1	0.13	2435.73	22.62	5.65	-2.43	132.82
72	16	24	SLE F	XX2	-0.13	2435.72	22.62	5.65	-2.43	132.82
72	16	24	SLE F	XX3	0.35	1256.22	11.31	11.31	-4.04	270.44
72	16	24	SLE F	XX4	-0.35	1256.22	11.31	11.31	-4.04	270.44
72	16	24	SLE F	YY1	0.13	2435.73	22.62	5.65	-2.43	132.82
72	16	24	SLE F	YY2	-0.13	2435.73	22.62	5.65	-2.43	132.82
72	16	24	SLE F	YY3	0.35	1256.22	11.31	11.31	-4.04	270.44
72	16	24	SLE F	YY4	-0.35	1256.22	11.31	11.31	-4.04	270.44
74	16	26	SLE Q	XX1	0.13	2288.90	22.62	5.65	-2.28	
74	16	26	SLE Q	XX2	-0.13	2288.89	22.62	5.65	-2.28	
74	16	26	SLE Q	XX3	0.35	1180.49	11.31	11.31	-3.79	
74	16	26	SLE Q	XX4	-0.35	1180.49	11.31	11.31	-3.79	
74	16	26	SLE Q	YY1	0.13	2288.89	22.62	5.65	-2.28	
74	16	26	SLE Q	YY2	-0.13	2288.89	22.62	5.65	-2.28	
74	16	26	SLE Q	YY3	0.35	1180.49	11.31	11.31	-3.79	
74	16	26	SLE Q	YY4	-0.35	1180.49	11.31	11.31	-3.79	
1850	115	26	SLE Q	XX1	0.13	1358.74	22.62	5.65	-1.35	
1850	115	26	SLE Q	XX2	-0.13	1358.74	22.62	5.65	-1.35	
1850	115	26	SLE Q	XX3	0.35	700.77	11.31	11.31	-2.25	
1850	115	26	SLE Q	XX4	-0.35	700.77	11.31	11.31	-2.25	
1850	115	26	SLE Q	YY1	0.13	1358.74	22.62	5.65	-1.35	
1850	115	26	SLE Q	YY2	-0.13	1358.74	22.62	5.65	-1.35	
1850	115	26	SLE Q	YY3	0.35	700.77	11.31	11.31	-2.25	
1850	115	26	SLE Q	YY4	-0.35	700.77	11.31	11.31	-2.25	

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Nodo	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	c <mm>	s <mm>	K ₂	Φ_{eq}	Δ_{sm} <mm>	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ_s <daN/cm ² >	ϵ_{sm}	Wk <mm>
1850	115	26	SLE Q	XX1	0.13	1358.74	54.00	187.10	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	74.09	0.02	0.01
1850	115	26	SLE Q	XX2	-0.13	1358.74	54.00	187.10	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	74.09	0.02	0.01
1850	115	26	SLE Q	XX3	0.35	700.77	54.00	187.10	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.10	150.86	0.04	0.03
1850	115	26	SLE Q	XX4	-0.35	700.77	54.00	187.10	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.10	150.86	0.04	0.03
1850	115	26	SLE Q	YY1	0.13	1358.74	54.00	189.77	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	74.09	0.02	0.01
1850	115	26	SLE Q	YY2	-0.13	1358.74	54.00	189.77	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	74.09	0.02	0.01
1850	115	26	SLE Q	YY3	0.35	700.77	54.00	189.77	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.15	150.86	0.04	0.03
1850	115	26	SLE Q	YY4	-0.35	700.77	54.00	189.77	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.15	150.86	0.04	0.03
74	16	26	SLE Q	XX1	0.13	2288.90	54.00	187.10	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	124.81	0.04	0.02
74	16	26	SLE Q	XX2	-0.13	2288.89	54.00	187.10	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	124.81	0.04	0.02
74	16	26	SLE Q	XX3	0.35	1180.49	54.00	187.10	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.10	254.13	0.07	0.05
74	16	26	SLE Q	XX4	-0.35	1180.49	54.00	187.10	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.10	254.13	0.07	0.05
74	16	26	SLE Q	YY1	0.13	2288.89	54.00	189.77	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	124.81	0.04	0.02
74	16	26	SLE Q	YY2	-0.13	2288.89	54.00	189.77	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	124.81	0.04	0.02
74	16	26	SLE Q	YY3	0.35	1180.49	54.00	189.77	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.15	254.14	0.07	0.05
74	16	26	SLE Q	YY4	-0.35	1180.49	54.00	189.77	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.15	254.14	0.07	0.05
72	16	24	SLE F	XX1	0.13	2435.73	54.00	187.10	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	132.82	0.04	0.03
72	16	24	SLE F	XX2	-0.13	2435.72	54.00	187.10	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	132.82	0.04	0.03
72	16	24	SLE F	XX3	0.35	1256.22	54.00	187.10	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.10	270.44	0.08	0.05
72	16	24	SLE F	XX4	-0.35	1256.22	54.00	187.10	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.10	270.44	0.08	0.05
72	16	24	SLE F	YY1	0.13	2435.73	54.00	189.77	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	132.82	0.04	0.03
72	16	24	SLE F	YY2	-0.13	2435.73	54.00	189.77	0.50	12.00	394.48	11.31	2700.00	132.82	0.04	0.03
72	16	24	SLE F	YY3	0.35	1256.22	54.00	189.77	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.15	270.44	0.08	0.05
72	16	24	SLE F	YY4	-0.35	1256.22	54.00	189.77	0.50	12.00	374.44	11.31	2511.15	270.44	0.08	0.05

Verifiche effettuate

Caso	Tipo
65	$\sigma_{t \min}$ (max compr.), SLU N cost - min. sic.
1850	$\sigma_{t \max}$ (min. compr.)
1	SND N cost - min. sic. lim. el.

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

74	C.Q.Per. - $\sigma_{c \text{ min}}$ (max compr.), C.Q.Per. - $W_{k \text{ max}}$
70	C.Rare - $\sigma_{c \text{ min}}$ (max compr.), C.Rare - $\sigma_{f \text{ max}}$ (max traz.), C.Rare - $\sigma_{f \text{ min}}$ (max compr.)
72	C.Freq - $W_{k \text{ max}}$

8.2.3 Trave di fondazione in c.a.

Fondazioni superficiali

Simbologia

B	=Base della fondazione
L	=Lunghezza della fondazione (L>B)
D	=Profondità del piano di posa della fondazione
β	=Inclinazione del piano di campagna
η	=Inclinazione del piano di posa della fondazione
γ_r	=Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0, f}$	=Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
φ'_r	=Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
c'_r	=Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
N_q	=Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
N_c	=Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_g	=Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
g_q	=Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
g_c	=Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g_g	=Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
b_q	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
b_c	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_g	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
c_{ur}	=Coesione non drenata rappresentativa del terreno di fondazione
a_g/g	=Accelerazione orizzontale massima al sito normalizzata con l'accelerazione di gravità
CC	=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	=Sforzo normale
T _x	=Taglio in dir. X
T _y	=Taglio in dir. Y
M _x	=Momento intorno all'asse X
M _y	=Momento intorno all'asse Y
B'	=Base della fondazione reagente
L'	=Lunghezza della fondazione reagente
s_q	=Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale
s_c	=Fattore di forma relativo alla coesione
s_g	=Fattore di forma relativo al peso del terreno
d_q	=Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
d_c	=Fattore di profondità relativo alla coesione
i_q	=Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
i_c	=Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i_g	=Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
q_{lim}	=Pressione limite
R_d	=Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic.	=Sicurezza a rottura

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Travata 4039

B=1.30 <m> L=9.40 <m> D=1.30 <m> β =0.00 <grad> η =0.00 <grad> γ_r =600.00 <daN/mc>
 $\sigma_{v0, f}$ =2210.00 <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

φ'_r =24.00 <grad> c'_r =0.00 <daN/mq>
 N_q =9.60 N_c =19.32 N_g =9.44 g_q =1.00 g_c =1.00 g_g =1.00
 b_q =1.00 b_c =1.00 b_g =1.00

CC	N <daN>	T _x <daN>	T _y <daN>	M _x <daNm>	M _y <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	d _q	d _c	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
17	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.03	1.07	0.97	1.25	1.28	1.00	1.00	1.00	30875.60	163487.00	3.52
17	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.00	1.00	1.00	1.25	1.28	0.97	0.96	0.95	29063.70	153893.00	3.31
18	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.03	1.07	0.97	1.25	1.28	1.00	1.00	1.00	30875.60	163487.00	3.52
18	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.00	1.00	1.00	1.25	1.28	0.97	0.96	0.95	29063.70	153893.00	3.31
19	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.03	1.07	0.97	1.25	1.28	1.00	1.00	1.00	30875.50	163511.00	3.67

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

19	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.00	1.00	1.00	1.25	1.28	0.97	0.96	0.95	29078.10	153992.00	3.45
20	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.03	1.07	0.97	1.25	1.28	1.00	1.00	1.00	30875.50	163511.00	3.67
20	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.00	1.00	1.00	1.25	1.28	0.97	0.96	0.95	29078.10	153992.00	3.45
21	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.03	1.07	0.97	1.25	1.28	1.00	1.00	1.00	30875.50	163511.00	3.67
21	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.00	1.00	1.00	1.25	1.28	0.97	0.96	0.95	29078.10	153992.00	3.45

Verifiche in condizioni non drenate

$c_{ux}=2800.00$ <daN/mq>

$N_q=1.00$ $N_c=5.14$ $g_c=1.00$ $b_c=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _c	d _c	i _q	i _c	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
17	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.03	1.31	1.00	1.00	21658.40	114681.00	2.47
17	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.00	1.31	0.00	0.99	20970.20	111038.00	2.39
18	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.03	1.31	1.00	1.00	21658.40	114681.00	2.47
18	46444.40	716.05	-736.06	-63.41	282.51	1.30	9.39	1.00	1.31	0.00	0.99	20970.20	111038.00	2.39
19	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.03	1.31	1.00	1.00	21658.30	114698.00	2.57
19	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.00	1.31	0.00	0.99	20979.00	111101.00	2.49
20	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.03	1.31	1.00	1.00	21658.30	114698.00	2.57
20	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.00	1.31	0.00	0.99	20979.00	111101.00	2.49
21	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.03	1.31	1.00	1.00	21658.30	114698.00	2.57
21	44594.10	675.09	-705.21	-60.73	241.24	1.30	9.39	1.00	1.31	0.00	0.99	20979.00	111101.00	2.49

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Richards

Travata 4039

$B=1.30$ <m> $L=9.40$ <m> $D=1.30$ <m> $\gamma_r=600.00$ <daN/mc> $\phi'_r=24.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>

$\sigma_{v0,r}=2210.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$N_q=6.15$ $N_c=11.58$ $N_g=3.44$ $a_g/g=0.21$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	27905.10	-8347.45	-2317.01	-38.51	-22946.60	1.30	7.76	14939.70	83501.30	2.99
1	27905.10	-8347.45	-2317.01	-38.51	-22946.60	1.30	7.76	14939.70	83501.30	2.99
3	27898.50	-7622.45	918.50	-38.22	-21043.30	1.30	7.89	14939.70	84967.60	3.05
3	27898.50	-7622.45	918.50	-38.22	-21043.30	1.30	7.89	14939.70	84967.60	3.05
5	27899.50	-3606.30	-5963.20	-38.20	-10434.40	1.30	8.65	14939.70	93156.80	3.34
5	27899.50	-3606.30	-5963.20	-38.20	-10434.40	1.30	8.65	14939.70	93156.80	3.34
7	27888.30	1182.54	-5853.00	-37.64	2193.55	1.30	9.24	14939.80	99520.10	3.57
7	27888.30	1182.54	-5853.00	-37.64	2193.55	1.30	9.24	14939.80	99520.10	3.57
9	27896.00	9109.14	-2151.74	-38.11	23062.50	1.30	7.75	14939.70	83407.90	2.99
9	27896.00	9109.14	-2151.74	-38.11	23062.50	1.30	7.75	14939.70	83407.90	2.99
11	27889.40	8384.14	1083.77	-37.82	21159.20	1.30	7.88	14939.80	84874.80	3.04
11	27889.40	8384.14	1083.77	-37.82	21159.20	1.30	7.88	14939.80	84874.80	3.04
13	27890.50	4367.99	-5797.93	-37.80	10550.40	1.30	8.64	14939.80	93066.80	3.34
13	27890.50	4367.99	-5797.93	-37.80	10550.40	1.30	8.64	14939.80	93066.80	3.34
15	27879.20	-420.85	-5687.73	-37.24	-2077.59	1.30	9.25	14939.80	99611.40	3.57
15	27879.20	-420.85	-5687.73	-37.24	-2077.59	1.30	9.25	14939.80	99611.40	3.57

Verifiche di capacità portante per rottura per punzonamento

Travata 4039

Verifiche in condizioni drenate

Verifiche rispettate $I_r(480.31) \geq I_{rcrit}(73.15)$

Verifiche in condizioni non drenate

Verifiche rispettate $I_r(178.57) \geq I_{rcrit}(12.74)$

Verifica C.A.

Travate n. 4039

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

Caso	=Caso di verifica
Xg	=Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	=Combinazione delle condizioni di carico elementari
	c = momento fittizio in campata
	a = momento fittizio agli appoggi
	T = momento traslato per taglio
	e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
	TG = taglio da gerarchia delle resistenze
	TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia
	TG (Li) = taglio da gerarchia delle resistenze, limite inferiore
	TG (Ls) = taglio da gerarchia delle resistenze, limite superiore
TCC	=Tipo di combinazione di carico
	SLU = Stato limite ultimo
	SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
	SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
	SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
	SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
	SLD = Stato limite di danno
	SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
	SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
	SLO = Stato limite di operatività
	SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
	SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
In	=Codice identificativo della travata facente parte dell'involuppo
El	=Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	=Numero della sezione
X	=Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
AfE S	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
AfE I	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfEP S	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfEP I	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My	=Momento flettente intorno all'asse Y
M'ydy	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	=Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	=Sicurezza a rottura
σ_{rdd}	=Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
$\Delta\%$	=Incremento percentuale sicurezza
σ_f sup	=Tensione nel ferro - superiore
σ_f inf	=Tensione nel ferro - inferiore
σ_c	=Tensione nel calcestruzzo
X0	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Lung.	=Lunghezza del tratto di progettazione
Staff.	=Staffatura adottata
AfE St.	=Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
bw	=Larghezza membratura resistente al taglio
Vsdu	=Taglio agente nella direzione del momento ultimo
ctg θ	=Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRsd	=Taglio ultimo lato armatura
VRcd	=Taglio ultimo lato calcestruzzo
Vrdu	=Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo
Sic.T	=Sicurezza a rottura per taglio
AfE St. ala	=Area di ferro effettiva della staffatura d'ala
AfT St. ala	=Area di ferro teorica della staffatura d'ala
c	=Ricoprimento dell'armatura
s	=Distanza massima tra le barre
K ₂	=Coefficiente per distribuzione deformazioni
Φ_{eq}	=Diametro equivalente delle barre
Δ_{sm}	=Distanza media tra le fessure
A _s	=Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A _{c eff}	=Area di calcestruzzo efficace
σ_s	=Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
ϵ_{sm}	=Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	=Ampiezza caratteristica delle fessure
Tipo	=Tipologia
	2C = Doppia C lato labbri
	2Cdx = Doppia C lato costola
	2I = Doppia I
	2L = Doppia L lato labbri
	2Ldx = Doppia L lato costole
	C = Sezione a C
	Cdx = C destra
	Cir. = Circolare
	Cir.c = Circolare cava
	I = Sezione a I
	L = Sezione a L
	Ldx = L destra
	Om. = Omega
	Pg = Pi greco
	Pr = Poligono regolare
	Prc = Poligono regolare cavo
	Pc = Per coordinate
	Ia = Inerzie assegnate
	R = Rettangolare
	Rc = Rettangolare cava
	T = Sezione a T
	U = Sezione a U
	Ur = U rovescia
	V = Sezione a V
	Vr = V rovescia
	Z = Sezione a Z
	Zdx = Z destra
	Ts = T stondata
	Ls = L stondata
	Cs = C stondata
	Is = I stondata
	Dis. = Disegnata
B	=Base
b	=Base inferiore
H	=Altezza
h	=Altezza parte inf.
Cf sup	=Copriferro superiore

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

Cf inf	=Copriferro inferiore
Clc	=Tipo di calcestruzzo
Fck	=Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk	=Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd	=Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd	=Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
TP	=Tipo di acciaio
Fyk	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd	=Resistenza di calcolo dell'acciaio

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	My <daNm>
0.08	17	SLU	-29452.30
3.07	17	SLU	-50968.80
4.62	17	SLU	-50953.00
4.78	17	SLU	-49556.80
6.41	17	SLU	-49573.30
9.32	17	SLU	-28915.50

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	My <daNm>
0.08	22	SLE R	-20754.30
0.08	26	SLE Q	-16021.10
3.07	22	SLE R	-35898.10
3.07	26	SLE Q	-27692.20
4.62	22	SLE R	-35886.30
4.62	26	SLE Q	-27682.10
4.78	22	SLE R	-34907.70
4.78	26	SLE Q	-26943.80
6.41	22	SLE R	-34918.70
6.41	26	SLE Q	-26949.90
9.32	22	SLE R	-20373.60
9.32	26	SLE Q	-15753.50

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	My <daNm>
448	0.08	26	SLE Q	-16021.10
477	0.08	24	SLE F	-17125.60
942	3.07	26	SLE Q	-27692.20
971	3.07	24	SLE F	-29606.90
1436	4.62	26	SLE Q	-27682.10
1465	4.62	24	SLE F	-29596.40
1924	4.78	26	SLE Q	-26943.80
1947	4.78	24	SLE F	-28802.10
2418	6.41	26	SLE Q	-26949.90
2441	6.41	24	SLE F	-28809.30
2912	9.32	26	SLE Q	-15753.50
2935	9.32	24	SLE F	-16831.60

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Vsdu <daN>
17 SLU	0.08	1.38	21723.00
17 SLU	1.38	3.32	14309.70
17 SLU	3.32	4.62	8078.01
13 SLV	4.78	6.08	5579.21
17 SLU	6.08	8.02	14014.10
17 SLU	8.02	9.32	21368.10

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:	Villa Bonelli_Trave 130 x 50
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.720	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	130.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	16Ø16	(32.2 cm²)
Barre superiori:	16Ø16	(32.2 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione		
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale		
MT	Momento torcente [kN m]		

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	509.70	46.51	0.00
2	0.00	157.10	213.06	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)		
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	359.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)		
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	296.00 (253.34)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N° Comb.	N	Mx
1	0.00	277.00 (253.34)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.4	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	509.70	0.03	520.19	1.021	43.9	495.76	0.14	0.70	32.2 (12.3)
2	S	0.00	157.10	0.03	520.19	3.311	43.9	495.76	0.14	0.70	32.2 (12.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00874	50.0	0.00007	44.0	-0.02164	6.0
2	0.00350	-0.00874	50.0	0.00007	44.0	-0.02164	6.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8	mm	
Passo staffe:	12.8	cm	[Passo massimo di normativa = 12.9 cm]
N.Bracci staffe:	5		
Area staffe/m :	19.6	cm²/m	[Area Staffe Minima NTC = 19.5 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	46.51	304.87	1669.56	760.63	130.0	21.80	1.000	1.2
2	S	213.06	304.87	1669.56	760.63	130.0	21.80	1.000	5.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.15	50.0	0.00	36.8	-284.5	44.0	17.2	2236	32.2	7.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
 K3 =0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
 srm Distanza media in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.27	-5.27	---	0.125	1.00	0.502	0.000714 (0.000569)	175	0.213	253.34

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.72	50.0	0.00	36.8	-234.6	44.0	17.2	2236	32.2	7.9

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.35	-4.35	---	0.125	1.00	0.400	0.000469 (0.000469)	175	0.140 (0.30)	253.34

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.29	50.0	0.00	36.8	-219.6	44.0	17.2	2236	32.2	7.9

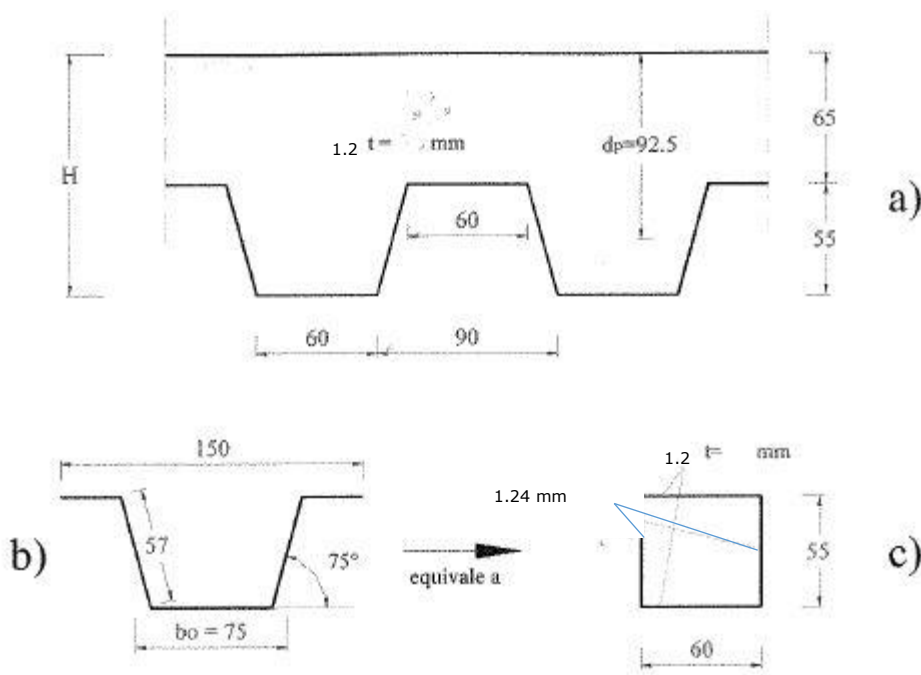
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.07	-4.07	---	0.125	0.50	0.582	0.000639 (0.000439)	175	0.190 (0.20)	253.34

8.3 Soletta su lamiera grecata

Si adotta una lamiera tipo HI-BOND con spessore 12/10, $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$.

Il calcestruzzo è di classe C 30/37 ($f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $R_{ck} = 37 \text{ MPa}$). Il dimensionamento della lamiera grecata è stato effettuato a partire dalle tabelle di un produttore assumendo la lamiera continua su 4 appoggi con luci di 2.8 m e con i carichi di progetto.



Analisi dei carichi

Soletta	2.4 kN/m ²
Tappetino + guaina	0.83 kN/m ²
Tot. Permanenti	3.23 kN/m ²
Accidentali	2.5 kN/m ²
Neve	0.5 kN/m ²

TOTALE	6.23 kN/m²

La soletta in calcestruzzo collabora con la lamiera grecata solo dopo la maturazione. La lamiera costituisce l'armatura tesa della soletta così composta. Per la verifica allo SLU si può utilizzare lo schema statico di trave continua solo se si dispone di una sufficiente armatura al negativo. Poiché la posa di tale armatura è onerosa, si preferisce progettare la soletta composta con lo schema di semplice appoggio.

Si deve comunque posare l'armatura minima pari allo 0.2% per contenere la fessurazione (EC4 par. 7.6.2.1):

$$A_{s, \min} = 0.2 \cdot 6.5 = 1.3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Si prevede una rete elettrosaldata } \phi 5 \cdot 15 \times 15 = 1.30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Si riportano di seguito le verifiche allo SLU.

$$q_{sd} = 1.3 \times 3.23 + 1.5 \times 2.5 + 1.5 \times 0.5 \times 0.5 = 8.32 \text{ KN/m}$$

$$M_{sd} = 8.32 \times 2.8^2/8 = 8.15 \text{ KN m}$$

$$V_{sd} = 8.32 \times 2.8/2 = 11.65 \text{ KN}$$

Verifica a flessione

Resistenza a compressione della soletta di calcestruzzo:

$$R_c = b \times h_c \times 0.85 \times f_{ck}/\gamma_c = 1000 \times 65 \times 0.85 \times 30 \times 10^{-3}/1.5 = 1105 \text{ kN/m}$$

Resistenza a trazione della lamiera d'acciaio:

$$R_a = A_a f_y/\gamma_a = 544 \text{ KN}$$

Dove la nervatura della lamiera, con larghezza di 150 mm, può essere assimilata ad una sezione scatolare con spessore delle anime $t = 1.2/\sin 75^\circ = 1.242 \text{ mm}$.

Si ha quindi:

$$A_1 = 2 (60 \times 1.2 + 55 \times 1.242) = 280.62 \text{ mm}^2$$

L'area della sezione lorda di lamiera per metro è pari a :

$$A_a = 280.62 \times 1000/150 = 1870.8 \text{ mm}^2$$

Si ha quindi che :

$R_a < R_c$ L'asse neutro taglia la soletta. La resistenza a flessione è governata dall'acciaio.

Altezza del cls compresso (posizione dell'asse neutro per l'equilibrio alla traslazione):

$$x = R_a/R_c \times h_c = 32 \text{ mm}$$

$$d_p = h_a/2 + h_c = 92.5 \text{ mm (altezza utile)}$$

$$M_{pl}, R_d = R_a (d_p - x/2) = 544 \times (92.5 - 32/2) \times 10^{-3} = 41.6 \text{ kNm}$$

$$M_{pl}, R_d > M_{sd} \Rightarrow \text{OK}$$

Verifica a taglio (EC4 par. 7.6.1.5)

La resistenza a taglio è affidata alla soletta in cls.

Resistenza a taglio per nervatura

$$V_{V,Rd} = b_0 d_p \tau_{Rd} k_v (1.2 + 40\rho)$$

Dove $\rho = A_p/(b_0 d_p) < 0.02$, con A_p = area efficace della lamiera in trazione all'interno della larghezza b_0 considerata

$$b_0 = 75 \text{ mm}$$

$$d_p = 92.5 \text{ mm}$$

$$\tau_{Rd} = 0.25 f_{ctk}/\gamma_c = 0.25 \times 2.06/1.5 = 0.34 \text{ N/mm}^2$$

$$k_v = (1.6 - d_p) = 1.6 - 0.0925 = 1.51$$

Si ha che la resistenza al taglio, cautelativamente calcolata per $\beta = 0$, è pari a

$$V_{V,Rd} = 75 \times 92.5 \times 0.34 \times 1.51 \times 1.2 = 4274 \text{ N/nervatura}$$

E per metro di soletta si ha:

$$V_{Rd} = 4.274 \times 1000/150 = 28.5 \text{ kN/m} > V_{sd} \Rightarrow \text{OK}$$

8.4 Verifica degli spostamenti orizzontali

Immassimi spostamenti allo SLD nelle direzioni x e y sono pari a:

Imp.	TCC	Nodo	Sx <cm>	CC	Nodo	Sy <cm>	CC
1	SLD	1124	-0.28708	2	1105	0.25740	14

Per la Rampa

Imp.	TCC	Nodo	Sx <cm>	CC	Nodo	Sy <cm>	CC
1	SLD	108	0.04941	10	108	-0.10262	14
2	SLD	-1	-0.17599	10	-2	-0.08302	14
2	SLV	-1	-0.41845	9	-2	-0.41603	13

3	SLD	303	-0.04844	10	303	-0.06411	14
4	SLD	-4	-0.11309	2	-4	-0.04934	14
5	SLD	502	-0.04815	10	502	-0.03716	6
6	SLD	-5	-0.09268	10	-5	-0.03037	6
7	SLD	705	0.04829	10	701	-0.03249	6

Per la Scala

Imp.	TCC	Nodo	Sx <cm>	CC	Nodo	Sy <cm>	CC
1	SLD	105	-0.09058	2	106	0.01621	6
2	SLD	206	0.34032	2	208	0.04275	6

8.5 Verifica Spostamenti Verticali

Per una trave IPE300 di luce pari a 5,6 m gli abbassamenti totali assoluti in campata e nei nodi di appoggio sono (asta n.1005 nodi n.1047, n.1076 e n.-42):

Combinazione di carico SLE Rara

Campata: $s_z = 2.4 * 10^{-2} \text{ m}$;

Appoggio 1: $s_z = 3.9 * 10^{-3} \text{ m}$;

Appoggio 2: $s_z = 3.9 * 10^{-3} \text{ m}$;

da cui l'abbassamento netto in campata:

$$s_z = 2.01 * 10^{-2} \text{ m} = L/278.$$

Per i soli carichi variabili:

Campata: $s_z = 1.10 * 10^{-2} \text{ m}$;

Appoggio 1: $s_z = 1.77 * 10^{-3} \text{ m}$;

Appoggio 2: $s_z = 1.77 * 10^{-3} \text{ m}$;

da cui l'abbassamento netto in campata:

$$s_z = 9.28 * 10^{-3} \text{ m} = L/603$$

8.6 Verifica collegamenti

8.6.1 Attacco Soletta – Travi secondarie

Come già riportato nella descrizione del modello di calcolo, l'impalcato è stato considerato infinitamente rigido nel suo piano. A tal fine, come richiesto dalle NTC2018 [7.2.6], l'orizzontamento in questione dovrà essere caratterizzato da una

soletta in calcestruzzo armato di almeno 50 mm di spessore collegata agli elementi strutturali in acciaio da connettori a taglio opportunamente dimensionati.

Si riporta di seguito la verifica dei connettori a taglio che collegano i campi di solaio alle travi secondarie.

L'azione sismica viene modellata come una forza sismica equivalente pari a:

$$F_h = S_d(T) \frac{W}{g}$$

Combinando l'azione sismica nelle due direzioni si ha la Forza equivalente:

$$F_h = S_d(T) \frac{W_x}{g} + 0.3 S_d(T) \frac{W_y}{g}$$

dove

$S_d(T)$ è la componente orizzontale dello spettro di progetto;

W_x e W_y sono i carichi gravitazionali totali nella direzioni considerata

$g = 9.81 \text{ m/sec}^2$ è l'accelerazione di gravità.

Nel caso in oggetto il singolo campo di solaio, di dimensioni

$$5.00 \text{ m} \times 2.8 \text{ m} = 14 \text{ m}^2$$

ha il seguente carico gravitazionale:

$$W = \lambda (G_k + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki})$$

dove:

$$G_k = 2.4 + 0.93 = 3.33 \text{ kN/m}^2$$

Carico Permanente

$$\psi_{2i} Q_{ki} = 0.6 \times 2.5 = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

Carico Accidentale

$$W = 3.33 + 1.5 = 4.83 \text{ kN/m}^2$$

Carico Totale

$$W_{TOT} = 4.83 \text{ kN/m}^2 \times 14 \text{ m}^2 = 67.72 \text{ kN}$$

Carico gravitazionale singolo
campo di solaio.

$\lambda = 1$ per strutture ad un solo piano.

La massa associata al singolo campo di solaio è pari a :

$$M = W/g = 67.72 / g$$

La componente orizzontale dello spettro di risposta è pari a:

$$S_d(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0$$

dove allo SLC:

$a_g = 0.181458 \text{ g}$ accelerazione massima orizzontale sul sito di riferimento rigido;

$$S = 1.2$$

$$\eta = 1$$

$$F_0 = 2.58683$$

$$S_d(T) = 0.181458 \text{ g} \times 1.2 \times 1 \times 2.58683 = 0.5 \text{ g}$$

La Forza sismica equivalente vale:

$$F_h = 1.3 S_d(T) W / g = 1.3 \times 0.5 \text{ g} \times 67.72/g = 1.3 \times 47.4 = 45 \text{ kN}.$$

Ogni singolo campo di solaio è collegato alle travi secondarie mediante 6 connettori a taglio (3 per lato) realizzati mediante:

bulloni M20:

$$A = 314 \text{ mm}^2, A_{res} = 245 \text{ mm}^2$$

classe 8.8:

$$f_{tb} = 800 \text{ MPa}, f_{yb} = 640 \text{ MPa}.$$

La resistenza a taglio dei bulloni è pari a [NTC2018: 4.2.63]:

$$F_{v,Rd} = 0.6 f_{tbk} A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \times 800 \times 245 / 1.25 = 94 \text{ kN}$$

$$F_h/6 = 45 / 6 = 8 \text{ kN/connettore} < 94 \text{ kN}$$

I connettori risultano così verificati a taglio nei confronti dell'azione sismica.

8.6.2 Perno cerniera del pilastro

Si ipotizza l'utilizzo di un perno filettato M39 classe 8.8 all'attacco dei pilastri con la piastra di fondazione (vincolo cerniera).

La cerniera sarà protetta nei confronti degli urti da un carter in acciaio fissato alla piastra di base come riportato nei disegni di progetto.

9 SCALE DI ACCESSO PEDONALI

L'accesso pedonale all'impalcato del parcheggio è consentito da due scale metalliche strutturalmente indipendenti dal parcheggio stesso e costituite da due rampe rettilinee allineate tra loro e intervallate da un pianerottolo intermedio.

La scala è costituita da due cosciali UPN200 sorretti da due portali.

I suddetti portali sono realizzati a loro volta da due colonne telescopiche (profilati analoghi a quelli già utilizzati come pilastri nella struttura del parcheggio) e da una trave HEA140. Le colonne sono incastrate alla base e controventate trasversalmente mediante profili UPN100.

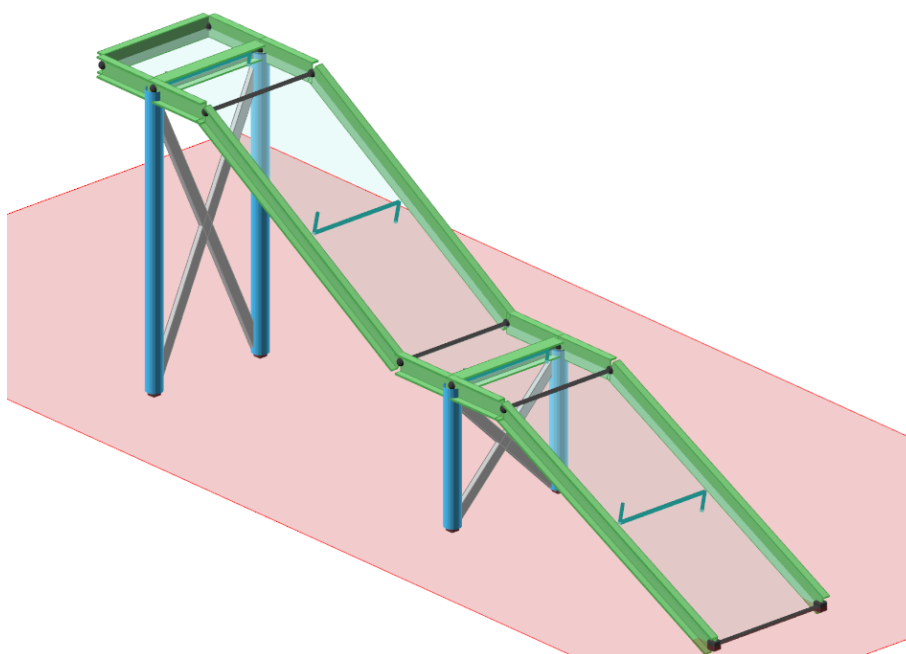


Figura 9.1

9.1 Analisi dei carichi

Pesi Propri

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato calcolato automaticamente dal software di calcolo.

I gradini ed i pianerottoli sono realizzati mediante grigliato keller maglia 15 x 75 il cui peso stimato è pari a 0.5 kN/m^2 .

Carichi permanenti

Il peso della ringhiera e dei montanti è pari a 0.62 kN/m .

Carico Accidentale

Categoria E1: $Q_k = 6 \text{ kN/m}^2$.

Sisma

Si rimanda a quanto già richiamato al paragrafo 6.5.

9.2 Sollecitazioni e verifiche

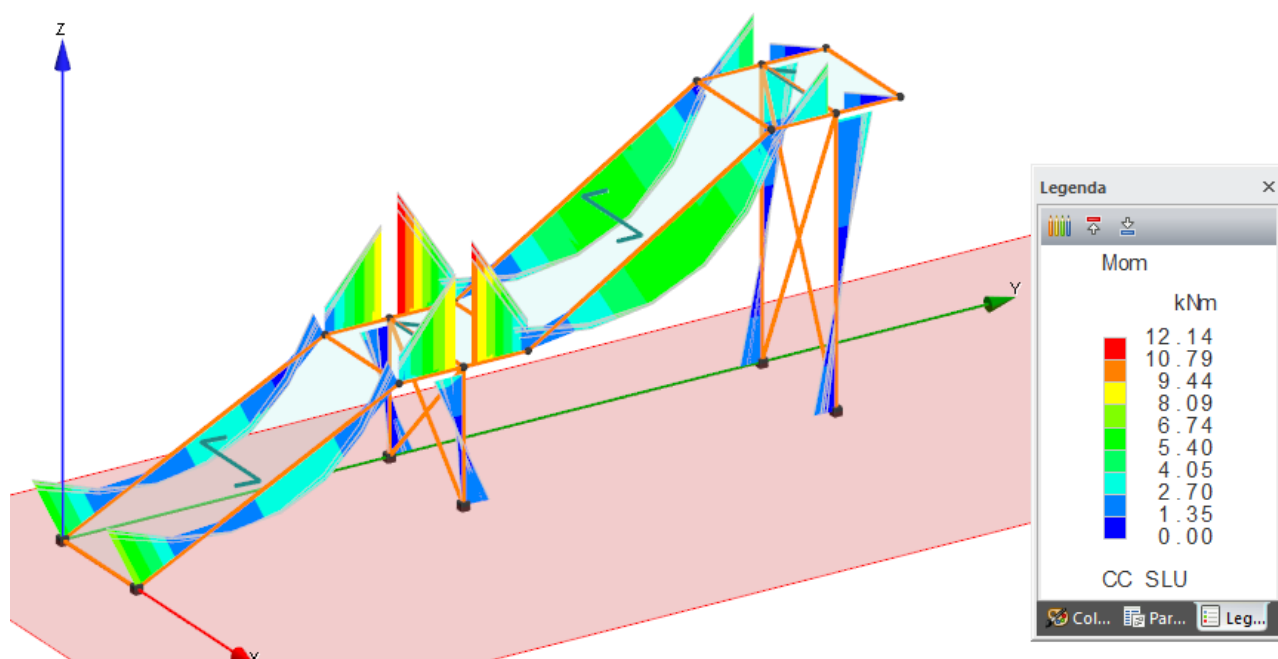


Figura 9.2 Scala Metallica – M - SLU

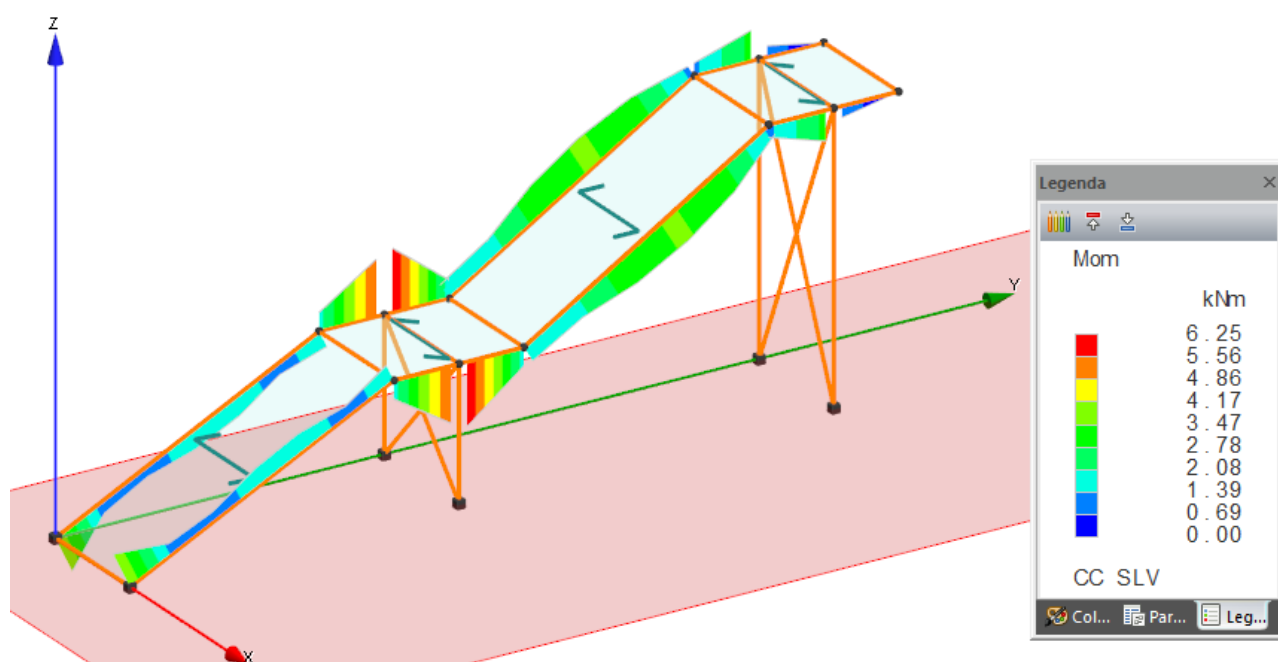


Figura 9.3 Scala Metallica – M - SLV

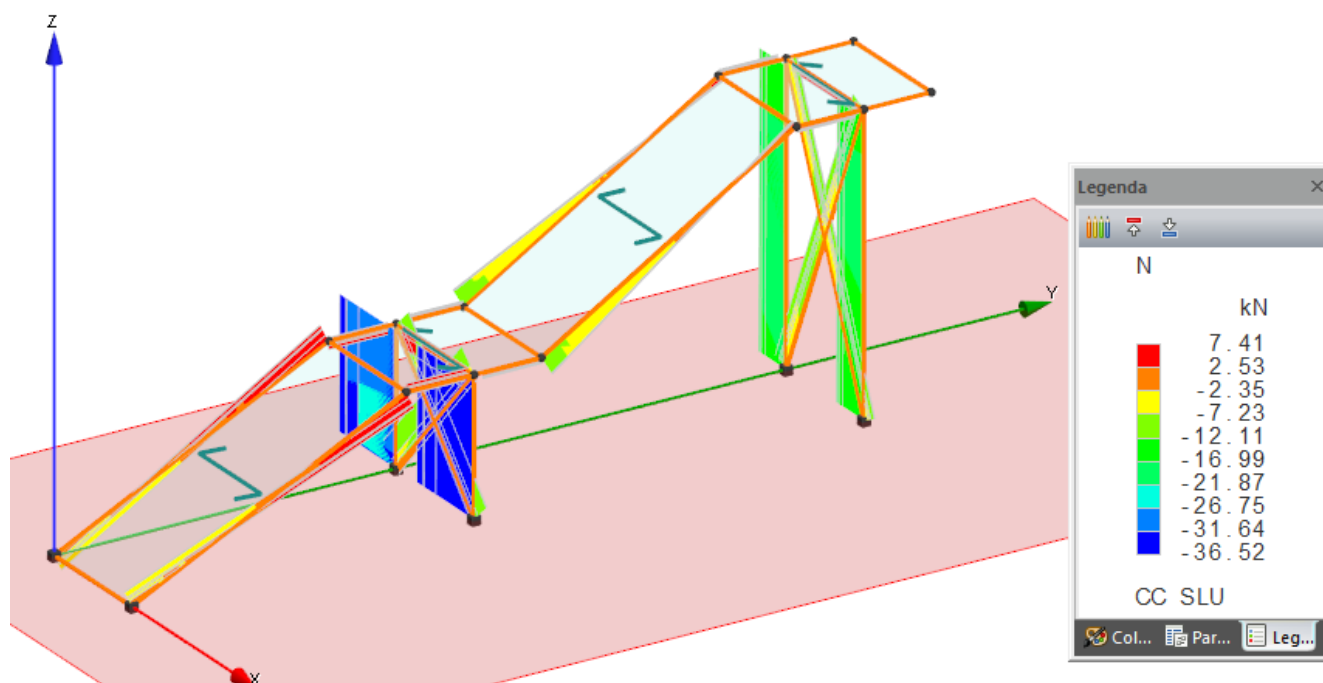


Figura 9.4 Scala Metallica – N - SLU

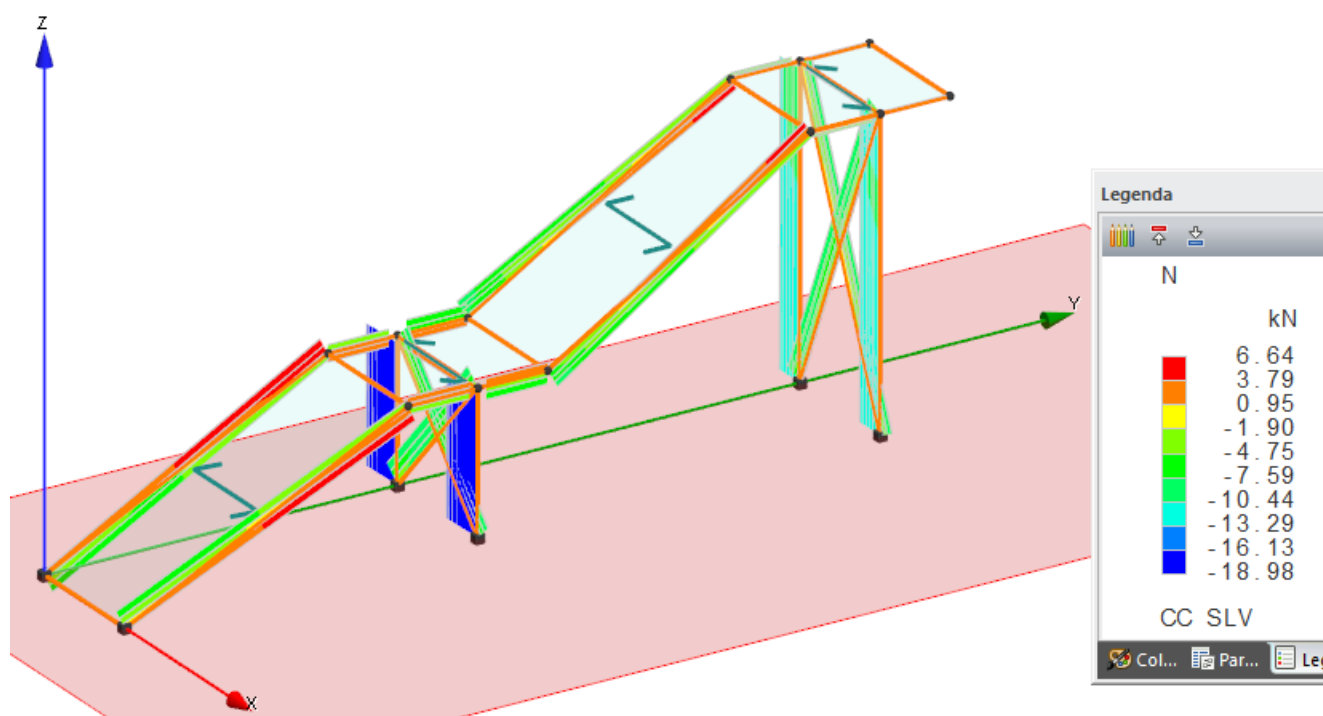


Figura 9.5 Scala Metallica – N - SLV

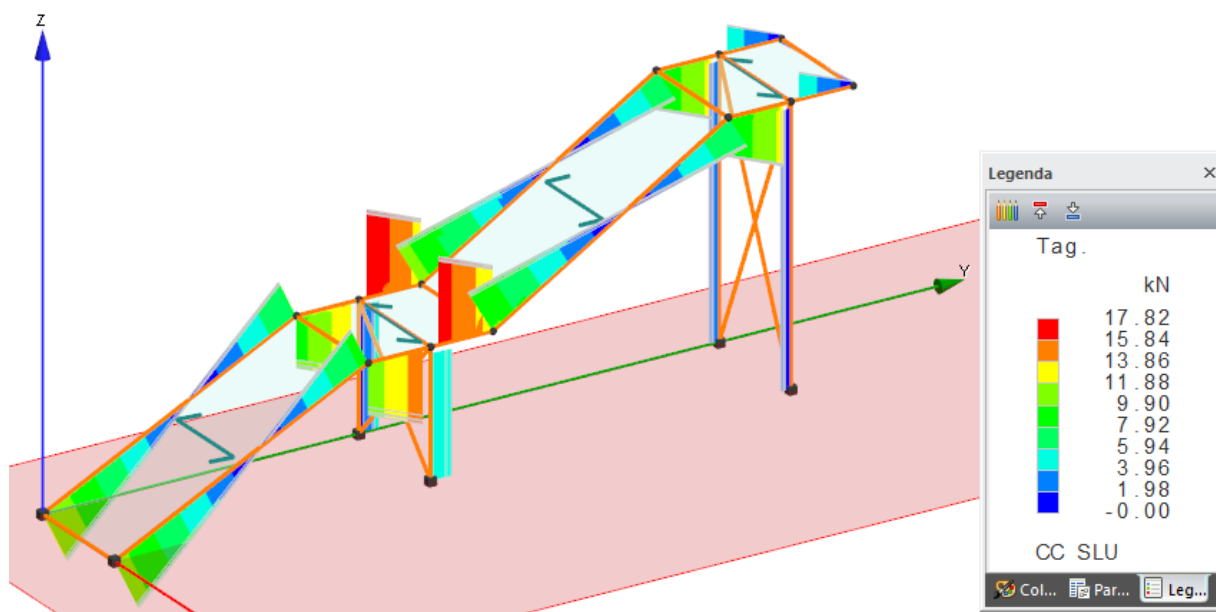


Figura 9.6 Scala Metallica - T - SLU

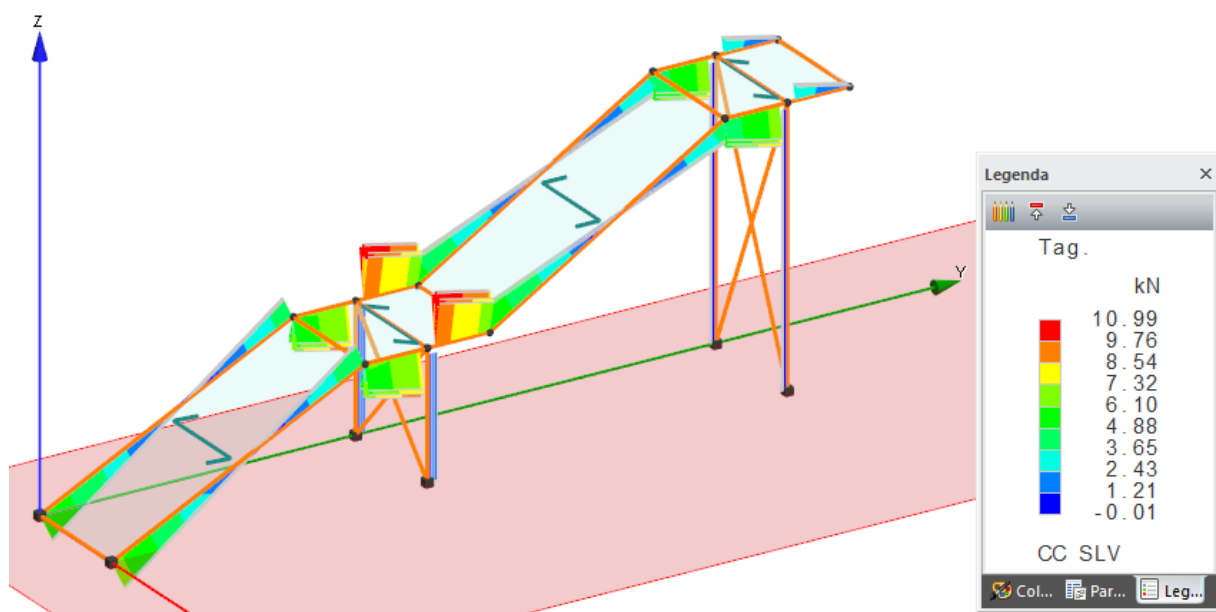


Figura 9.7 Scala Metallica - T - SLV

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

Simbologia

Sez.	= Numero della sezione
Cod.	= Codice
Tipo	= Tipologia
	2C = Doppia C lato labbri
	2Cdx = Doppia C lato costola
	2I = Doppia I
	2L = Doppia L lato labbri
	2Ldx = Doppia L lato costole
	C = Sezione a C
	Cdx = C destra
	Cir. = Circolare
	Cir.c = Circolare cava
	I = Sezione a I
	L = Sezione a L
	Ldx = L destra
	Om. = Omega
	Pg = Pi greco
	Pr = Poligono regolare
	Prc = Poligono regolare cavo
	Pc = Per coordinate
	Ia = Inerzie assegnate
	R = Rettangolare
	Rc = Rettangolare cava
	T = Sezione a T
	U = Sezione a U
	Ur = U rovescia
	V = Sezione a V
	Vr = V rovescia
	Z = Sezione a Z
	Zdx = Z destra
	Ts = T stondata
	Ls = L stondata
	Cs = C stondata
	Is = I stondata
	Dis. = Disegnata
D	<cm> = Distanza
Area	<cmq> = Area
Anet	<cmq> = Area netta per compressione
Aeff	<cmq> = Area effettiva per trazione
Jy	<cm4> = Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4> = Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm> = Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm> = Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc> = Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Tp	= Tipo di acciaio
Fyk	<daN/cm> = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cm> = Tensione caratteristica di rottura
Wy,plas	<cmc> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz,plas	<cmc> = Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Atag,y	<cmq> = Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq> = Area resistente a taglio in dir. Z
J ₀	<cm6> = Costante di ingobbamento
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m> = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<daN> = Sforzo normale
T	<daN> = Taglio agente
M	<daNm> = Momento agente
Mx	<daNm> = Momento torcente intorno all'asse X
σ_N	<daN/cm> = Tensione normale per sforzo normale
σ_M	<daN/cm> = Tensione normale per momento flettente
τ	<daN/cm> = Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
$\sigma_{Td,max}$	<daN/cm> = Tensione ideale massima
V,Ed	<daN> = Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN> = Resistenza a taglio
N,Ed	<daN> = Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN> = Resistenza a compressione
M,Ed	<daNm> = Momento flettente di calcolo
M,V,c,Rd	<daNm> = Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio
MN,c,Rd	<daNm> = Resistenza di calcolo a pressoflessione
Np1,Rd	<daN> = Resistenza plastica a trazione per sezione lorda
L	<m> = Lunghezza dell'asta
λ	= Snellezza per inflessione
Ncr	<daN> = Sforzo normale critico euleriano
λ^*	= Snellezza adimensionale
Curva	= Curva di instabilità adottata
Φ	= Coefficiente Φ
χ_{min}	= Coefficiente χ di riduzione per instabilità
Tz	<daN> = Taglio in dir. Z
My	<daNm> = Momento flettente intorno all'asse Y
Ty	<daN> = Taglio in dir. Y
Mz	<daNm> = Momento flettente intorno all'asse Z
My,Ed	<daNm> = Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,c,Rd	<daNm> = Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y
MNy,c,Rd	<daNm> = Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
L _{cr}	<m> = Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
α_{imp}	= Coefficiente di imperfezione
k _c	= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse
ψ	= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
M _{cr}	<daNm> = Momento critico per instabilità flesso torsionale
λ_{LT}	= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$	= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
β_{LT}	= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
Φ_{LT}	= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
f	= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
χ_{LT}	= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
My,b,Rd	<daNm> = Resistenza di calcolo a flessione ridotta per stabilità laterale membrature inflesse
Mz,Ed	<daNm> = Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}$	= Coefficienti correttivi per il momento flettente

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_y^*		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_z^*		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
Myeq,Ed	<daNm>	= Valore equivalente del momento flettente intorno all'asse Y
Mzeq,Ed	<daNm>	= Valore equivalente del momento flettente intorno all'asse Z
Nu,Rd	<daN>	= Resistenza a rottura di trazione per sezione netta
Nt,Rd	<daN>	= Resistenza a trazione ultima
Mz,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Z
$f_{z,L}$	<cm>	= Freccia in direzione Z locale
$f_{z,G}$	<cm>	= Freccia in direzione Z globale
δ	<cm>	= Spostamento relativo asta

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wymin	Wzmin	TP	Fyk	Fyt
			<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm4>	<cm4>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm>	<daN/cm>
1	Pilastro CHS168.3x5	Cir.c	--	25.65	25.65	25.65	855.85	855.85	5.78	5.78	101.70	101.70	S355H UNI EN 10210-1	3550.00	5100.00
5	UPN100	Cs	--	13.70	13.70	13.70	210.31	32.39	3.92	1.54	42.06	9.66	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00
12	UPN200	Cs	--	32.71	32.71	32.71	1956.50	167.13	7.73	2.26	195.65	31.28	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00
13	HEA140	Is	--	31.42	31.42	31.42	1033.15	389.32	5.73	3.52	155.36	55.62	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	Jw
		<cm>	<cm>	<cmq>	<cmq>	<cm6>
1	Pilastro CHS168.3x5	130.11	130.11	16.33	16.33	
5	UPN100	50.16	18.54	9.74	6.44	
12	UPN200	232.96	63.98	19.62	17.76	
13	HEA140	174.11	84.93	26.36	10.12	15063.70

Asta n. 1 (1 101) Sez. 1 Pilastro_CHS168.3x5 Crit. 1

-
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 5 SND Xl=1.28 - Classe 3
Sollecitazioni: N=-1760.57 T=238.11 M=195.93 M_x=5.20
Tensioni: σ_N =-68.64 $\sigma_{m,d}$ =-192.65 τ =2.56 σ_{max} =-261.28 (sfrut=0.08)
Tensioni: σ_N =-68.64 $\sigma_{m,d}$ =-0.00 τ =21.11 τ_{max} =21.11 (sfrut=0.01)
Tensioni: σ_N =-68.64 $\sigma_{m,d}$ =-192.65 τ =2.56 $\sigma_{ID,max}$ =261.32 (sfrut=0.08)
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU Xl=0.00 - Classe 2
Sollecitazioni: T=443.53
V,Ed=443.53 Vc,Rd=31877.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 9 SLU Xl=0.00 - Classe 2
Sollecitazioni: N=-3651.59 T=443.53 M=261.33
M,Ed=261.33 M,V,c,Rd=4399.03
N,Ed=-3651.59 Nc,Rd=-86725.20 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.04 MN,c,Rd=4213.81 M,Ed/MN,c,Rd=0.06
 - Verifiche di duttilità [7.5.3]:
q₀=4.00 N,Ed=-3651.59 Npl,Rd=86725.20 N,Ed/Npl,Rd=0.04 (sfrut=0.14)
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 9 SLU - Classe 2
Sollecitazioni: N,Ed=-3651.59 M,Ed=309.46 L=1.35
 α_{my} , α_{mz} , α_{LT} =0.95, ----, ----
 λ =23.37 Ncr=973301.00 λ^* =0.31
Curva a: Φ =0.56 χ_{min} =0.98
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.95, ----, ----, ----
Verifica: 0.04+0.01=0.05
 - Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 16
 δ =0.02 (L/7866)

Asta n. 2 (2 102) Sez. 1 Pilastro_CHS168.3x5 Crit. 1

-
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 5 SND Xl=1.28 - Classe 3
Sollecitazioni: N=-1760.57 T=238.11 M=195.93 M_x=-5.20
Tensioni: σ_N =-68.64 $\sigma_{m,d}$ =-192.65 τ =2.56 σ_{max} =-261.28 (sfrut=0.08)
Tensioni: σ_N =-68.64 $\sigma_{m,d}$ =-0.00 τ =21.11 τ_{max} =21.11 (sfrut=0.01)
Tensioni: σ_N =-68.64 $\sigma_{m,d}$ =-192.65 τ =2.56 $\sigma_{ID,max}$ =261.32 (sfrut=0.08)
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU Xl=0.00 - Classe 2
Sollecitazioni: T=443.53
V,Ed=443.53 Vc,Rd=31877.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 9 SLU Xl=0.00 - Classe 2
Sollecitazioni: N=-3651.59 T=443.53 M=261.33

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

M,Ed=261.33 M,V,c,Rd=4399.03
N,Ed=-3651.59 Nc,Rd=-86725.20 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.04 MN,c,Rd=4213.81 M,Ed/MN,c,Rd=0.06
- Verifiche di duttilità [7.5.3]:
q₀=4.00 N,Ed=-3651.59 Npl,Rd=86725.20 N,Ed/Npl,Rd=0.04 (sfrut=0.14)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 9 SLU - Classe 2
Sollecitazioni: N,Ed=-3651.59 M,Ed=309.46 L=1.35
α_{my}, α_{mz}, α_{LT}=0.95, ----, ----
λ=23.37 Ncr=973301.00 λ*=0.31
Curva a: Φ=0.56 χ_{min}=0.98
K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, ----, ----, ----
Verifica: 0.04+0.01=0.05

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 16
δ=0.02 (L/7866)

Asta n. 3 (3 203) Sez. 1 Pilastro__CHS168.3x5 Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=2.83 - Classe 3
Sollecitazioni: N=-1463.21 T=114.73 M=206.10 M_x=-130.05
Tensioni: σ_N=-57.04 σ_{m,d}=-202.65 τ=63.93 σ_{max}=-259.69 (sfrut=0.08)
Tensioni: σ_N=-57.04 σ_{m,d}=-0.00 τ=72.87 τ_{max}=72.87 (sfrut=0.04)
Tensioni: σ_N=-57.04 σ_{m,d}=-202.65 τ=63.93 σ_{ID,max}=282.32 (sfrut=0.08)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 12 SLU Xl=0.00 - Classe 2
Sollecitazioni: T=216.21
V,Ed=216.21 Vc,Rd=31877.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 12 SLU Xl=2.83 - Classe 2
Sollecitazioni: N=-1266.12 T=216.21 M=379.19
M,Ed=379.19 M,V,c,Rd=4399.03
N,Ed=-1266.12 Nc,Rd=-86725.20 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.01 MN,c,Rd=4334.81 M,Ed/MN,c,Rd=0.09
- Verifiche di duttilità [7.5.3]:
q₀=4.00 N,Ed=-1266.12 Npl,Rd=86725.20 N,Ed/Npl,Rd=0.01 (sfrut=0.05)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: N,Ed=-1520.26 M,Ed=206.53 L=2.90
α_{my}, α_{mz}, α_{LT}=0.95, ----, ----
λ=50.21 Ncr=210921.00 λ*=0.66
Curva a: Φ=0.76 χ_{min}=0.87
K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.96, ----, ----, ----
Verifica: 0.02+0.00=0.02

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 16
δ=0.07 (L/4055)

Asta n. 4 (4 204) Sez. 1 Pilastro__CHS168.3x5 Crit. 1

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=2.83 - Classe 3
Sollecitazioni: N=-1463.21 T=114.73 M=206.10 M_x=130.05
Tensioni: σ_N=-57.04 σ_{m,d}=-202.65 τ=63.93 σ_{max}=-259.69 (sfrut=0.08)
Tensioni: σ_N=-57.04 σ_{m,d}=-0.00 τ=72.87 τ_{max}=72.87 (sfrut=0.04)
Tensioni: σ_N=-57.04 σ_{m,d}=-202.65 τ=63.93 σ_{ID,max}=282.32 (sfrut=0.08)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 12 SLU Xl=0.00 - Classe 2
Sollecitazioni: T=216.21
V,Ed=216.21 Vc,Rd=31877.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 12 SLU Xl=2.83 - Classe 2
Sollecitazioni: N=-1266.12 T=216.21 M=379.19
M,Ed=379.19 M,V,c,Rd=4399.03
N,Ed=-1266.12 Nc,Rd=-86725.20 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.01 MN,c,Rd=4334.81 M,Ed/MN,c,Rd=0.09
- Verifiche di duttilità [7.5.3]:
q₀=4.00 N,Ed=-1266.12 Npl,Rd=86725.20 N,Ed/Npl,Rd=0.01 (sfrut=0.05)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: N,Ed=-1520.26 M,Ed=206.53 L=2.90
α_{my}, α_{mz}, α_{LT}=0.95, ----, ----
λ=50.21 Ncr=210921.00 λ*=0.66
Curva a: Φ=0.76 χ_{min}=0.87
K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.96, ----, ----, ----
Verifica: 0.02+0.00=0.02

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 16
 $\delta=0.07$ (L/4055)

Asta n. 101 (101 102) Sez. 13 HEA140 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 5 SND $X_1=0.63$ - Classe 3
 Sollecitazioni: $N=286.06$ $M_y=-3.61$
 Tensioni: $\sigma_N=9.11$ $\sigma_{m,d}=2.32$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=11.43$ (sfrut=0.00)
 Tensioni: $\sigma_N=0.00$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=0.00$ $\tau_{max}=0.00$ (sfrut=0.00)
 Tensioni: $\sigma_N=9.11$ $\sigma_{m,d}=2.32$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=11.43$ (sfrut=0.00)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_1=0.08$ - Classe 1
 Sollecitazioni: $T_z=17.34$
 $V,Ed=17.34$ $V_c,Rd=19763.30$ $V,Ed/V_c,Rd=0.00$
- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 12 SLU $X_1=0.08$ - Classe 1
 Sollecitazioni: $N=733.11$ $T_z=17.34$
 Verifica a trazione [4.2.5]
 $N,Ed=733.11$ $N_{pl,Rd}=106219.00$ $N_{u,Rd}=115363.00$ $N,Ed/N_{t,Rd}=0.01$
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 10 SLU - Classe 1
 $L_{cr}=1.25$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=63994.60$ $\lambda_{LT}=0.31$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=0.52$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.98$ $\chi_{LT}=1.00$
 $M_y,Ed=-4.69$ $M_y,b,Rd=5886.70$ $M_y,Ed/M_y,b,Rd=0.00$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 9 SLU - Classe 1
 Sollecitazioni: $N,Ed=-123.99$ $M_y,Ed=-4.69$ $L=1.25$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=1.25$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=63994.60$ $\lambda_{LT}=0.31$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.52$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.98$ $\chi_{LT}=1.00$
 $\lambda_y=21.80$ $N_{cr,y}=1370450.00$ $\lambda_y^*=0.29$ Curva b: $\Phi_y=0.56$ $\chi_y=0.97$
 $\lambda_z=35.51$ $N_{cr,z}=516425.00$ $\lambda_z^*=0.46$ Curva c: $\Phi_z=0.67$ $\chi_z=0.86$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.57, 0.00, 0.95$
 Verifica YY: $0.00+0.00=0.00$
 Verifica ZZ: $0.00=0.00$

Asta n. 104 (103 5) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 5 SND $X_1=3.06$ - Classe 3
 Sollecitazioni: $N=-860.42$ $T_z=661.49$ $M_y=-412.89$ $T_y=-2.06$ $M_z=-3.34$
 Tensioni: $\sigma_N=-26.31$ $\sigma_{m,d}=-221.72$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=-248.03$ (sfrut=0.07)
 Tensioni: $\sigma_N=-26.31$ $\sigma_{m,d}=2.62$ $\tau=47.15$ $\tau_{max}=47.15$ (sfrut=0.02)
 Tensioni: $\sigma_N=-26.31$ $\sigma_{m,d}=-221.72$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=248.03$ (sfrut=0.07)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_1=3.06$ - Classe 1
 Sollecitazioni: $T_z=1194.35$
 $V,Ed=1194.35$ $V_c,Rd=34665.30$ $V,Ed/V_c,Rd=0.03$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SLU $X_1=3.06$ - Classe 1
 Sollecitazioni: $N=-239.09$ $T_z=1194.35$ $M_y=-735.34$
 Tensioni: $\sigma_N=-7.31$ $\sigma_{m,d}=-375.85$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=-383.15$ (sfrut=0.11)
 Tensioni: $\sigma_N=-7.31$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=85.14$ $\tau_{max}=85.14$ (sfrut=0.04)
 Tensioni: $\sigma_N=-7.31$ $\sigma_{m,d}=-375.85$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=383.15$ (sfrut=0.11)
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 12 SLU - Classe 3
 Sollecitazioni: $N,Ed=-668.37$ $M_{yeq,Ed}=-576.01$ $M_{zeq,Ed}=0.33$
 $L=3.06$
 $\lambda_y=39.61$ $N_{cr,y}=432081.00$ $\lambda_y^*=0.52$ Curva c: $\Phi_y=0.71$ $\chi_y=0.83$
 $\lambda_z=135.53$ $N_{cr,z}=36909.10$ $\lambda_z^*=1.77$ Curva c: $\Phi_z=2.46$ $\chi_z=0.24$
 $\chi_{min}=0.24$
 Verifica: $0.01+0.09+0.00=0.09$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,L}=0.04$ (L/7905) $f_{z,G}=0.03$ (L/9421)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,L}=0.03$ (L/10531) $f_{z,G}=0.02$ (L/12817)

Asta n. 105 (104 6) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 5 SND $X_1=3.06$ - Classe 3
 Sollecitazioni: $N=-860.43$ $T_z=-661.49$ $M_y=412.89$ $T_y=-2.06$ $M_z=-3.34$
 Tensioni: $\sigma_N=-26.31$ $\sigma_{m,d}=-221.72$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=-248.03$ (sfrut=0.07)

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Tensioni: $\sigma_N = -26.31$ $\sigma_{m,d} = 2.62$ $\tau = 47.15$ $\tau_{max} = 47.15$ (sfrut=0.02)
Tensioni: $\sigma_N = -26.31$ $\sigma_{m,d} = -221.72$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 248.03$ (sfrut=0.07)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l = 3.06$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = -1194.35$
 $V, Ed = -1194.35$ $V_c, Rd = 34665.30$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.03$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SLU $X_l = 3.06$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = -239.09$ $T_z = -1194.35$ $M_y = 735.34$
Tensioni: $\sigma_N = -7.31$ $\sigma_{m,d} = -375.85$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -383.15$ (sfrut=0.11)
Tensioni: $\sigma_N = -7.31$ $\sigma_{m,d} = -0.00$ $\tau = 85.14$ $\tau_{max} = 85.14$ (sfrut=0.04)
Tensioni: $\sigma_N = -7.31$ $\sigma_{m,d} = -375.85$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 383.15$ (sfrut=0.11)
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 12 SLU - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -668.37$ $M_{y,eq,Ed} = 576.01$ $M_{z,eq,Ed} = 0.33$
 $L = 3.06$
 $\lambda_y = 39.61$ $N_{cr,y} = 432081.00$ $\lambda_y^* = 0.52$ Curva c: $\Phi_y = 0.71$ $\chi_y = 0.83$
 $\lambda_z = 135.53$ $N_{cr,z} = 36909.10$ $\lambda_z^* = 1.77$ Curva c: $\Phi_z = 2.46$ $\chi_z = 0.24$
 $\chi_{min} = 0.24$
Verifica: $0.01 + 0.09 + 0.00 = 0.09$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,L} = 0.04$ (L/7902) $f_{z,G} = 0.03$ (L/9415)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,L} = 0.03$ (L/10529) $f_{z,G} = 0.02$ (L/12810)

Asta n. 106 (1 102) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 9 SLU $X_l = 0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = 413.90$
Verifica a trazione [4.2.5]
 $N, Ed = 413.90$ $N_{pl,Rd} = 35889.70$ $N_{u,Rd} = 42425.50$ $N, Ed/N_{t,Rd} = 0.01$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,G} = 0.01$ (L/28266)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,G} = 0.01$ (L/31053)

Asta n. 109 (103 101) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l = 0.60$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N = 133.84$ $T_z = -844.17$ $M_y = 531.94$ $T_y = 235.97$ $M_z = 131.47$ $M_x = 3.62$
Tensioni: $\sigma_N = 4.09$ $\sigma_{m,d} = 692.13$ $\tau = 34.70$ $\sigma_{max} = 696.22$ (sfrut=0.21)
Tensioni: $\sigma_N = 4.09$ $\sigma_{m,d} = -102.86$ $\tau = 85.84$ $\tau_{max} = 85.84$ (sfrut=0.04)
Tensioni: $\sigma_N = 4.09$ $\sigma_{m,d} = 692.13$ $\tau = 34.70$ $\sigma_{ID,max} = 698.81$ (sfrut=0.21)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l = 0.60$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = -1516.42$
 $V, Ed = -1516.42$ $V_c, Rd = 34665.30$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.04$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 12 SLU $X_l = 0.60$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = -121.88$ $T_z = -1347.08$ $M_y = 932.95$
Tensioni: $\sigma_N = -3.73$ $\sigma_{m,d} = -476.85$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -480.57$ (sfrut=0.14)
Tensioni: $\sigma_N = -3.73$ $\sigma_{m,d} = -0.00$ $\tau = 96.03$ $\tau_{max} = 96.03$ (sfrut=0.05)
Tensioni: $\sigma_N = -3.73$ $\sigma_{m,d} = -476.85$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 480.57$ (sfrut=0.14)
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -129.83$ $M_{y,eq,Ed} = 443.47$ $M_{z,eq,Ed} = -98.61$
 $L = 0.68$
 $\lambda_y = 8.79$ $N_{cr,y} = 8769640.00$ $\lambda_y^* = 0.12$ Curva c: $\Phi_y = 0.49$ $\chi_y = 1.00$
 $\lambda_z = 30.08$ $N_{cr,z} = 749117.00$ $\lambda_z^* = 0.39$ Curva c: $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.90$
 $\chi_{min} = 0.90$
Verifica: $0.00 + 0.07 + 0.09 = 0.16$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 16
 $f_{z,L} = 0.01$ (L/10500)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 16
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/14079)

Asta n. 109 (101 105) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l = 0.08$ - Classe 3

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Sollecitazioni: $N=-269.98$ $T_z=1016.85$ $M_y=614.85$ $T_y=235.13$ $M_z=-132.87$ $M_x=3.70$
Tensioni: $\sigma_N=-8.25$ $\sigma_{m,d}=-739.00$ $\tau=35.49$ $\sigma_{max}=-747.25$ (sfrut=0.22)
Tensioni: $\sigma_N=-8.25$ $\sigma_{m,d}=171.54$ $\tau=98.71$ $\tau_{max}=98.71$ (sfrut=0.05)
Tensioni: $\sigma_N=-8.25$ $\sigma_{m,d}=-739.00$ $\tau=35.49$ $\sigma_{ID,max}=749.78$ (sfrut=0.22)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l=0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=1782.39$
 $V_{Ed}=1782.39$ $V_{c,Rd}=34665.30$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.05$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SLU $X_l=0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=-131.54$ $T_z=1782.39$ $M_y=1213.95$
Tensioni: $\sigma_N=-4.02$ $\sigma_{m,d}=-620.47$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=-624.49$ (sfrut=0.18)
Tensioni: $\sigma_N=-4.02$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=127.06$ $\tau_{max}=127.06$ (sfrut=0.07)
Tensioni: $\sigma_N=-4.02$ $\sigma_{m,d}=-620.47$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=624.49$ (sfrut=0.18)
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N_{Ed}=-269.98$ $M_{yEq,Ed}=492.52$ $M_{zEq,Ed}=99.66$
 $L=0.68$
 $\lambda_y=8.73$ $N_{cr,y}=8900040.00$ $\lambda^*_y=0.11$ Curva c: $\Phi_y=0.49$ $\chi_y=1.00$
 $\lambda_z=29.86$ $N_{cr,z}=760256.00$ $\lambda^*_z=0.39$ Curva c: $\Phi_z=0.62$ $\chi_z=0.90$
 $\chi_{min}=0.90$
Verifica: $0.00+0.07+0.09=0.17$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,L}=0.01$ (L/7310)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,L}=0.01$ (L/9680)

Asta n. 110 (104 102) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l=0.60$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N=133.84$ $T_z=844.17$ $M_y=-531.94$ $T_y=235.97$ $M_z=131.47$ $M_x=-3.62$
Tensioni: $\sigma_N=4.09$ $\sigma_{m,d}=692.13$ $\tau=34.70$ $\sigma_{max}=696.22$ (sfrut=0.21)
Tensioni: $\sigma_N=4.09$ $\sigma_{m,d}=-102.86$ $\tau=85.84$ $\tau_{max}=85.84$ (sfrut=0.04)
Tensioni: $\sigma_N=4.09$ $\sigma_{m,d}=692.13$ $\tau=34.70$ $\sigma_{ID,max}=698.81$ (sfrut=0.21)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l=0.60$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=1516.42$
 $V_{Ed}=1516.42$ $V_{c,Rd}=34665.30$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.04$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 12 SLU $X_l=0.60$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=-121.88$ $T_z=1347.08$ $M_y=-932.95$
Tensioni: $\sigma_N=-3.73$ $\sigma_{m,d}=-476.85$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=-480.57$ (sfrut=0.14)
Tensioni: $\sigma_N=-3.73$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=96.03$ $\tau_{max}=96.03$ (sfrut=0.05)
Tensioni: $\sigma_N=-3.73$ $\sigma_{m,d}=-476.85$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=480.57$ (sfrut=0.14)
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N_{Ed}=-129.83$ $M_{yEq,Ed}=-443.47$ $M_{zEq,Ed}=-98.61$
 $L=0.68$
 $\lambda_y=8.79$ $N_{cr,y}=8769640.00$ $\lambda^*_y=0.12$ Curva c: $\Phi_y=0.49$ $\chi_y=1.00$
 $\lambda_z=30.08$ $N_{cr,z}=749117.00$ $\lambda^*_z=0.39$ Curva c: $\Phi_z=0.62$ $\chi_z=0.90$
 $\chi_{min}=0.90$
Verifica: $0.00+0.07+0.09=0.16$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 16
 $f_{z,L}=0.01$ (L/10500) $f_{z,G}=0.01$ (L/10500)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 16
 $f_{z,L}=0.00$ (L/14079) $f_{z,G}=0.00$ (L/14079)

Asta n. 110 (102 106) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l=0.08$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N=-269.98$ $T_z=-1016.85$ $M_y=-614.85$ $T_y=235.13$ $M_z=-132.87$ $M_x=-3.70$
Tensioni: $\sigma_N=-8.25$ $\sigma_{m,d}=-739.00$ $\tau=35.49$ $\sigma_{max}=-747.25$ (sfrut=0.22)
Tensioni: $\sigma_N=-8.25$ $\sigma_{m,d}=171.54$ $\tau=98.71$ $\tau_{max}=98.71$ (sfrut=0.05)
Tensioni: $\sigma_N=-8.25$ $\sigma_{m,d}=-739.00$ $\tau=35.49$ $\sigma_{ID,max}=749.78$ (sfrut=0.22)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l=0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=-1782.39$
 $V_{Ed}=-1782.39$ $V_{c,Rd}=34665.30$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.05$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SLU $X_l=0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=-131.54$ $T_z=-1782.39$ $M_y=-1213.95$

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Tensioni: $\sigma_N = -4.02$ $\sigma_{m,d} = -620.47$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -624.49$ (sfrut=0.18)
Tensioni: $\sigma_N = -4.02$ $\sigma_{m,d} = 0.00$ $\tau = 127.06$ $\tau_{max} = 127.06$ (sfrut=0.07)
Tensioni: $\sigma_N = -4.02$ $\sigma_{m,d} = -620.47$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 624.49$ (sfrut=0.18)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -269.98$ $Myeq, Ed = -492.52$ $Mzeq, Ed = 99.66$
 $L = 0.68$
 $\lambda_y = 8.73$ $Ncr, y = 8900040.00$ $\lambda^*_y = 0.11$ Curva c: $\Phi_y = 0.49$ $\chi_y = 1.00$
 $\lambda_z = 29.86$ $Ncr, z = 760256.00$ $\lambda^*_z = 0.39$ Curva c: $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.90$
 $\chi_{min} = 0.90$
Verifica: $0.00 + 0.07 + 0.09 = 0.17$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,L} = 0.01$ (L/7310) $f_{z,G} = 0.01$ (L/7310)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,L} = 0.01$ (L/9661) $f_{z,G} = 0.01$ (L/9680)

Asta n. 111 (2 101) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 9 SLU $X1 = 0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = 413.91$
Verifica a trazione [4.2.5]
 $N, Ed = 413.91$ $Npl, Rd = 35889.70$ $Nu, Rd = 42425.50$ $N, Ed/Nt, Rd = 0.01$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,G} = 0.01$ (L/28266)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,G} = 0.01$ (L/30991)

Asta n. 202 (203 204) Sez. 13 HEA140 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 5 SND $X1 = 0.63$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N = 162.05$ $M_y = -3.61$
Tensioni: $\sigma_N = 5.16$ $\sigma_{m,d} = 2.32$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = 7.48$ (sfrut=0.00)
Tensioni: $\sigma_N = 0.00$ $\sigma_{m,d} = 0.00$ $\tau = 0.00$ $\tau_{max} = 0.00$ (sfrut=0.00)
Tensioni: $\sigma_N = 5.16$ $\sigma_{m,d} = 2.32$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 7.48$ (sfrut=0.00)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X1 = 0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = 17.34$
 $V, Ed = 17.34$ $Vc, Rd = 19763.30$ $V, Ed/Vc, Rd = 0.00$
- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 12 SLU $X1 = 0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = 294.77$ $T_z = 17.34$
Verifica a trazione [4.2.5]
 $N, Ed = 294.77$ $Npl, Rd = 106219.00$ $Nu, Rd = 115363.00$ $N, Ed/Nt, Rd = 0.00$
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 9 SLU - Classe 1
 $L_{cr} = 1.25$ Curva b: $\alpha_{imp} = 0.34$ $k_c = 0.94$ $\psi = 1.75$ $M_{cr} = 63994.60$ $\lambda_{LT} = 0.31$
 $\lambda_{LT,0} = 0.40$ $\beta_{LT} = 0.75$ $\Phi_{LT} = 0.52$ $\beta_{LT} = 0.75$ $f = 0.98$ $\chi_{LT} = 1.00$
 $My, Ed = -4.69$ $My, b, Rd = 5886.70$ $My, Ed/My, b, Rd = 0.00$

Asta n. 203 (208 207) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SND $X1 = 0.68$ - Classe 3
Sollecitazioni: $T_z = 5.44$ $M_y = 18.53$
 $My, Ed = 18.53$ $My, c, Rd = 6614.84$ $My, Ed/My, c, Rd = 0.00$
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 10 SLU $X1 = 0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = -86.49$
 $V, Ed = -86.49$ $Vc, Rd = 34665.30$ $V, Ed/Vc, Rd = 0.00$
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SLU $X1 = 0.68$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = 1.52$ $T_z = 7.86$ $M_y = 26.80$
Tensioni: $\sigma_N = 0.05$ $\sigma_{m,d} = 13.70$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = 13.75$ (sfrut=0.00)
Tensioni: $\sigma_N = 0.05$ $\sigma_{m,d} = -0.00$ $\tau = 0.56$ $\tau_{max} = 0.56$ (sfrut=0.00)
Tensioni: $\sigma_N = 0.05$ $\sigma_{m,d} = 13.70$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 13.75$ (sfrut=0.00)

Asta n. 204 (105 205) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X1 = 1.72$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N = -258.72$ $T_z = -32.57$ $M_y = -348.05$ $T_y = -7.43$ $M_z = -11.17$ $M_x = -1.87$
Tensioni: $\sigma_N = -7.91$ $\sigma_{m,d} = -213.60$ $\tau = 17.93$ $\sigma_{max} = -221.51$ (sfrut=0.07)
Tensioni: $\sigma_N = -7.91$ $\sigma_{m,d} = -156.38$ $\tau = 18.54$ $\tau_{max} = 18.54$ (sfrut=0.01)

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Tensioni: $\sigma_N = -7.91$ $\sigma_{m,d} = -213.60$ $\tau = 17.93$ $\sigma_{ID,max} = 223.68$ (sfrut=0.07)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l = 0.00$ - Classe 1

Sollecitazioni: $T_z = 1057.41$

$V, Ed = 1057.41$ $V_c, Rd = 34665.30$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.03$

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 10 SLU $X_l = 1.71$ - Classe 1

Sollecitazioni: $N = -199.28$ $M_y = -633.07$

Tensioni: $\sigma_N = -6.09$ $\sigma_{m,d} = -323.57$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -329.66$ (sfrut=0.10)

Tensioni: $\sigma_N = 0.00$ $\sigma_{m,d} = 0.00$ $\tau = 0.00$ $\tau_{max} = 0.00$ (sfrut=0.00)

Tensioni: $\sigma_N = -6.09$ $\sigma_{m,d} = -323.57$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 329.66$ (sfrut=0.10)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 9 SLU - Classe 3

Sollecitazioni: $N, Ed = -795.33$ $M_{y,eq}, Ed = -486.75$ $M_{z,eq}, Ed = 0.24$

$L = 2.99$

$\lambda_y = 38.64$ $N_{cr,y} = 454070.00$ $\lambda_y^* = 0.51$ Curva c: $\Phi_y = 0.70$ $\chi_y = 0.84$

$\lambda_z = 132.20$ $N_{cr,z} = 38787.40$ $\lambda_z^* = 1.73$ Curva c: $\Phi_z = 2.37$ $\chi_z = 0.25$

$\chi_{min} = 0.25$

Verifica: $0.01 + 0.07 + 0.00 = 0.08$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15

$f_{z,L} = 0.09$ (L/3206) $f_{z,G} = 0.08$ (L/3585)

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15

$f_{z,L} = 0.07$ (L/4303) $f_{z,G} = 0.06$ (L/4744)

Asta n. 205 (106 206) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l = 1.90$ - Classe 3

Sollecitazioni: $N = -221.88$ $T_z = 93.31$ $M_y = 342.69$ $T_y = -7.43$ $M_z = -12.35$ $M_x = 1.87$

Tensioni: $\sigma_N = -6.78$ $\sigma_{m,d} = -214.64$ $\tau = 17.93$ $\sigma_{max} = -221.43$ (sfrut=0.07)

Tensioni: $\sigma_N = -6.78$ $\sigma_{m,d} = 15.95$ $\tau = 19.90$ $\tau_{max} = 19.90$ (sfrut=0.01)

Tensioni: $\sigma_N = -6.78$ $\sigma_{m,d} = -214.64$ $\tau = 17.93$ $\sigma_{ID,max} = 223.59$ (sfrut=0.07)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X_l = 0.00$ - Classe 1

Sollecitazioni: $T_z = -1057.41$

$V, Ed = -1057.41$ $V_c, Rd = 34665.30$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.03$

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 10 SLU $X_l = 1.63$ - Classe 1

Sollecitazioni: $N = -229.39$ $T_z = -49.63$ $M_y = 631.01$

Tensioni: $\sigma_N = -7.01$ $\sigma_{m,d} = -322.52$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -329.53$ (sfrut=0.10)

Tensioni: $\sigma_N = -7.01$ $\sigma_{m,d} = -0.00$ $\tau = 3.54$ $\tau_{max} = 3.54$ (sfrut=0.00)

Tensioni: $\sigma_N = -7.01$ $\sigma_{m,d} = -322.52$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 329.53$ (sfrut=0.10)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 9 SLU - Classe 3

Sollecitazioni: $N, Ed = -795.33$ $M_{y,eq}, Ed = 486.75$ $M_{z,eq}, Ed = 0.24$

$L = 2.99$

$\lambda_y = 38.64$ $N_{cr,y} = 454070.00$ $\lambda_y^* = 0.51$ Curva c: $\Phi_y = 0.70$ $\chi_y = 0.84$

$\lambda_z = 132.20$ $N_{cr,z} = 38787.40$ $\lambda_z^* = 1.73$ Curva c: $\Phi_z = 2.37$ $\chi_z = 0.25$

$\chi_{min} = 0.25$

Verifica: $0.01 + 0.07 + 0.00 = 0.08$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15

$f_{z,L} = 0.09$ (L/3205) $f_{z,G} = 0.08$ (L/3584)

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15

$f_{z,L} = 0.07$ (L/4303) $f_{z,G} = 0.06$ (L/4744)

Asta n. 207 (4 203) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 1 SLV $X_l = 0.00$ - Classe 1

Sollecitazioni: $N = 164.06$

Verifica a trazione [4.2.5]

$N, Ed = 164.06$ $N_{pl}, Rd = 35889.70$ $N_{u}, Rd = 42425.50$ $N, Ed/N_t, Rd = 0.00$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15

$f_{z,G} = 0.01$ (L/21091)

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15

$f_{z,G} = 0.01$ (L/23278)

Asta n. 209 (205 203) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l = 0.60$ - Classe 3

Sollecitazioni: $N = -152.64$ $T_z = -753.51$ $M_y = 286.30$ $T_y = -192.85$ $M_z = -99.43$ $M_x = 8.78$

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Tensioni: $\sigma_N = -4.67$ $\sigma_{m,d} = -464.18$ $\tau = 84.18$ $\sigma_{max} = -468.85$ (sfrut=0.14)
Tensioni: $\sigma_N = -4.67$ $\sigma_{m,d} = 77.80$ $\tau = 115.94$ $\tau_{max} = 115.94$ (sfrut=0.06)
Tensioni: $\sigma_N = -4.67$ $\sigma_{m,d} = -464.18$ $\tau = 84.18$ $\sigma_{ID,max} = 491.00$ (sfrut=0.15)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 10 SLU Xl=0.60 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = -1259.21$
 $V, Ed = -1259.21$ $Vc, Rd = 34665.30$ $V, Ed/Vc, Rd = 0.04$

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 12 SLU Xl=0.60 - Classe 1
Sollecitazioni: $N = -216.20$ $T_z = -1241.74$ $M_y = 519.01$
Tensioni: $\sigma_N = -6.61$ $\sigma_{m,d} = -265.27$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -271.88$ (sfrut=0.08)
Tensioni: $\sigma_N = -6.61$ $\sigma_{m,d} = -0.00$ $\tau = 88.52$ $\tau_{max} = 88.52$ (sfrut=0.05)
Tensioni: $\sigma_N = -6.61$ $\sigma_{m,d} = -265.27$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 271.88$ (sfrut=0.08)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -152.64$ $Myeq, Ed = 242.85$ $Mzeq, Ed = -76.23$
 $L = 0.68$
 $\lambda_y = 8.79$ $Ncr, y = 8769630.00$ $\lambda^*_y = 0.12$ Curva c: $\Phi_y = 0.49$ $\chi_y = 1.00$
 $\lambda_z = 30.08$ $Ncr, z = 749116.00$ $\lambda^*_z = 0.39$ Curva c: $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.90$
 $\chi_{min} = 0.90$
Verifica: $0.00 + 0.04 + 0.07 = 0.11$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 16
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/24991)

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 16
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/36219)

Asta n. 209 (203 207) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=0.08 - Classe 3
Sollecitazioni: $N = -29.07$ $T_z = 312.05$ $M_y = 109.85$ $T_y = 128.68$ $M_z = -76.03$
Tensioni: $\sigma_N = -0.89$ $\sigma_{m,d} = -299.18$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -300.07$ (sfrut=0.09)
Tensioni: $\sigma_N = -0.89$ $\sigma_{m,d} = 59.48$ $\tau = 22.26$ $\tau_{max} = 22.26$ (sfrut=0.01)
Tensioni: $\sigma_N = -0.89$ $\sigma_{m,d} = -299.18$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 300.07$ (sfrut=0.09)

- Verifica a taglio dir. Y [4.2.16] - CC 9 SLU Xl=0.08 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_y = 1.52$
 $V, Ed = 1.52$ $Vc, Rd = 38296.10$ $V, Ed/Vc, Rd = 0.00$

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU Xl=0.08 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = 552.30$
 $V, Ed = 552.30$ $Vc, Rd = 34665.30$ $V, Ed/Vc, Rd = 0.02$

- Verifica a flessione e taglio YY[4.2.32] - CC 9 SLU Xl=0.08 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = 552.30$ $M_y = 188.71$ $T_y = 1.52$
 $My, Ed = 188.71$ $My, V, c, Rd = 7876.29$ $My, Ed/My, V, c, Rd = 0.02$

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -29.07$ $Myeq, Ed = 82.39$ $Mzeq, Ed = -57.02$
 $L = 0.68$
 $\lambda_y = 8.73$ $Ncr, y = 8900030.00$ $\lambda^*_y = 0.11$ Curva c: $\Phi_y = 0.49$ $\chi_y = 1.00$
 $\lambda_z = 29.86$ $Ncr, z = 760256.00$ $\lambda^*_z = 0.39$ Curva c: $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.90$
 $\chi_{min} = 0.90$
Verifica: $0.00 + 0.01 + 0.05 = 0.07$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/55071)

Asta n. 210 (206 204) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND Xl=0.60 - Classe 3
Sollecitazioni: $N = -152.64$ $T_z = 753.51$ $M_y = -286.30$ $T_y = -192.85$ $M_z = -99.43$ $M_x = -8.78$
Tensioni: $\sigma_N = -4.67$ $\sigma_{m,d} = -464.18$ $\tau = 84.18$ $\sigma_{max} = -468.85$ (sfrut=0.14)
Tensioni: $\sigma_N = -4.67$ $\sigma_{m,d} = 77.80$ $\tau = 115.94$ $\tau_{max} = 115.94$ (sfrut=0.06)
Tensioni: $\sigma_N = -4.67$ $\sigma_{m,d} = -464.18$ $\tau = 84.18$ $\sigma_{ID,max} = 491.00$ (sfrut=0.15)

- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 10 SLU Xl=0.60 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = 1259.21$
 $V, Ed = 1259.21$ $Vc, Rd = 34665.30$ $V, Ed/Vc, Rd = 0.04$

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 12 SLU Xl=0.60 - Classe 1
Sollecitazioni: $N = -216.20$ $T_z = 1241.74$ $M_y = -519.01$
Tensioni: $\sigma_N = -6.61$ $\sigma_{m,d} = -265.27$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -271.88$ (sfrut=0.08)
Tensioni: $\sigma_N = -6.61$ $\sigma_{m,d} = 0.00$ $\tau = 88.52$ $\tau_{max} = 88.52$ (sfrut=0.05)

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Tensioni: $\sigma_N = -6.61$ $\sigma_{m,d} = -265.27$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 271.88$ (sfrut=0.08)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -152.64$ $My, Ed = -242.85$ $Mz, Ed = -76.23$
 $L = 0.68$

$\lambda_y = 8.79$ $Ncr, y = 8769630.00$ $\lambda^*_y = 0.12$ Curva c: $\Phi_y = 0.49$ $\chi_y = 1.00$
 $\lambda_z = 30.08$ $Ncr, z = 749116.00$ $\lambda^*_z = 0.39$ Curva c: $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.90$
 $\chi_{min} = 0.90$
Verifica: $0.00 + 0.04 + 0.07 = 0.11$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 16
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/24991) $f_{z,G} = 0.00$ (L/24991)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 16
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/35702) $f_{z,G} = 0.00$ (L/36219)

Asta n. 210 (204 208) Sez. 12 UPN200 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X1 = 0.08$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N = -29.07$ $T_z = -312.05$ $M_y = -109.85$ $T_y = 128.68$ $M_z = -76.03$
Tensioni: $\sigma_N = -0.89$ $\sigma_{m,d} = -299.18$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{max} = -300.07$ (sfrut=0.09)
Tensioni: $\sigma_N = -0.89$ $\sigma_{m,d} = 59.48$ $\tau = 22.26$ $\tau_{max} = 22.26$ (sfrut=0.01)
Tensioni: $\sigma_N = -0.89$ $\sigma_{m,d} = -299.18$ $\tau = 0.00$ $\sigma_{ID,max} = 300.07$ (sfrut=0.09)
- Verifica a taglio dir. Y [4.2.16] - CC 9 SLU $X1 = 0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_y = 1.52$
 $V, Ed = 1.52$ $V_c, Rd = 38296.10$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.00$
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 9 SLU $X1 = 0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = -552.30$
 $V, Ed = -552.30$ $V_c, Rd = 34665.30$ $V, Ed/V_c, Rd = 0.02$
- Verifica a flessione e taglio YY [4.2.32] - CC 9 SLU $X1 = 0.08$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z = -552.30$ $M_y = -188.71$ $T_y = 1.52$
 $M_y, Ed = -188.71$ $M_y, V, c, Rd = 7876.29$ $M_y, Ed/M_y, V, c, Rd = 0.02$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SND - Classe 3
Sollecitazioni: $N, Ed = -29.07$ $My, Ed = -82.39$ $Mz, Ed = -57.02$
 $L = 0.68$
 $\lambda_y = 8.73$ $Ncr, y = 8900030.00$ $\lambda^*_y = 0.11$ Curva c: $\Phi_y = 0.49$ $\chi_y = 1.00$
 $\lambda_z = 29.86$ $Ncr, z = 760256.00$ $\lambda^*_z = 0.39$ Curva c: $\Phi_z = 0.62$ $\chi_z = 0.90$
 $\chi_{min} = 0.90$
Verifica: $0.00 + 0.01 + 0.05 = 0.07$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,L} = 0.00$ (L/56322) $f_{z,G} = 0.00$ (L/56322)

Asta n. 212 (3 204) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 1 SLV $X1 = 0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N = 164.06$
Verifica a trazione [4.2.5]
 $N, Ed = 164.06$ $Npl, Rd = 35889.70$ $Nu, Rd = 42425.50$ $N, Ed/Nt, Rd = 0.00$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 15
 $f_{z,G} = 0.01$ (L/21057)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 15
 $f_{z,G} = 0.01$ (L/23196)

10 RAMPA DI ACCESSO CARRABILE

L'accesso carrabile all'impalcato del parcheggio è consentito da due rampe metalliche strutturalmente indipendenti dalla struttura metallica principale.

Analogamente alla struttura del parcheggio, le rampe sono realizzate mediante profilati metallici aventi sezioni IPE300 e IPE270. Il solaio carrabile è realizzato da campi di soletta in cemento armato gettati su lamiera grecata collaborante e presenta uno spessore totale $H = 120$ mm mentre la soletta avrà spessore 65 mm (lamiera grecata di altezza $h = 55$ mm).

Le colonne verticali saranno realizzate con profili circolari cavi (ϕ 170 e spessore 5 mm) e risultano incastrate alle piastre di fondazione.

I controventi orizzontali di piano saranno realizzati con piatti in acciaio disposti all'intradosso dell'impalcato secondo uno schema a croce che rappresenta le diagonali dei diversi moduli; i controventi verticali saranno realizzati con profili UPN 100 seguendo sempre lo schema a croce tipico dei controventi concentrici.

10.1 Modello di calcolo.

Nella Figura 10.1 è rappresentato il modello di calcolo della rampa realizzato con il programma Modest.

Per quanto riguarda l'analisi dei carichi si faccia riferimento a quanto riportato al capitolo 6.

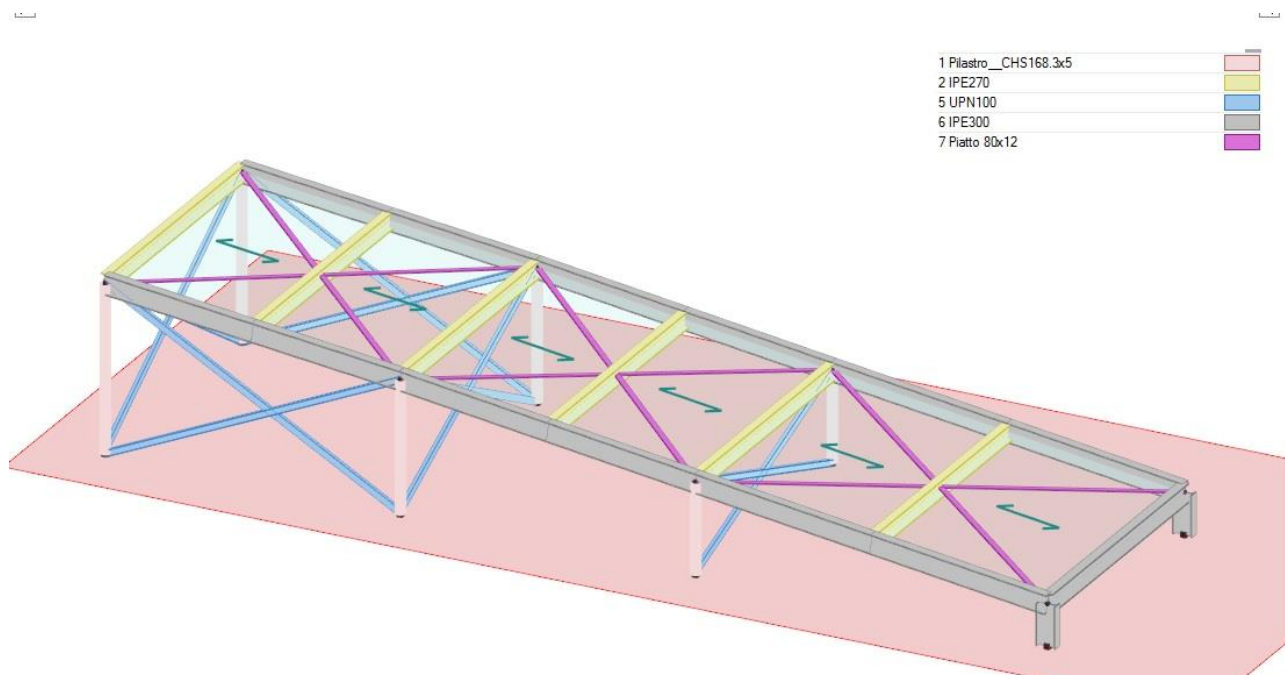


Figura 10.1 – Rampa carrabile di accesso al parcheggio

10.2 Sollecitazioni e verifiche

Si riportano di seguito le sollecitazioni derivanti dall'analisi strutturale.

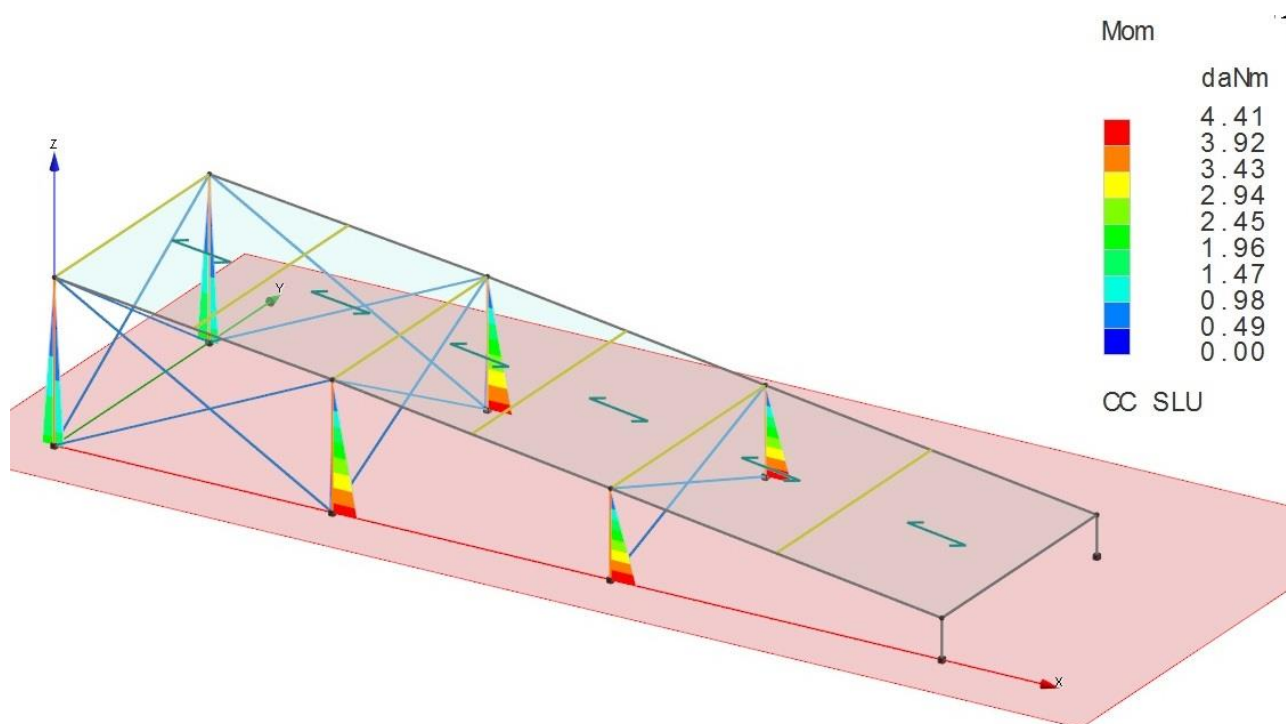


Figura 10.2 Momento flettente sui pilastri (SLU)

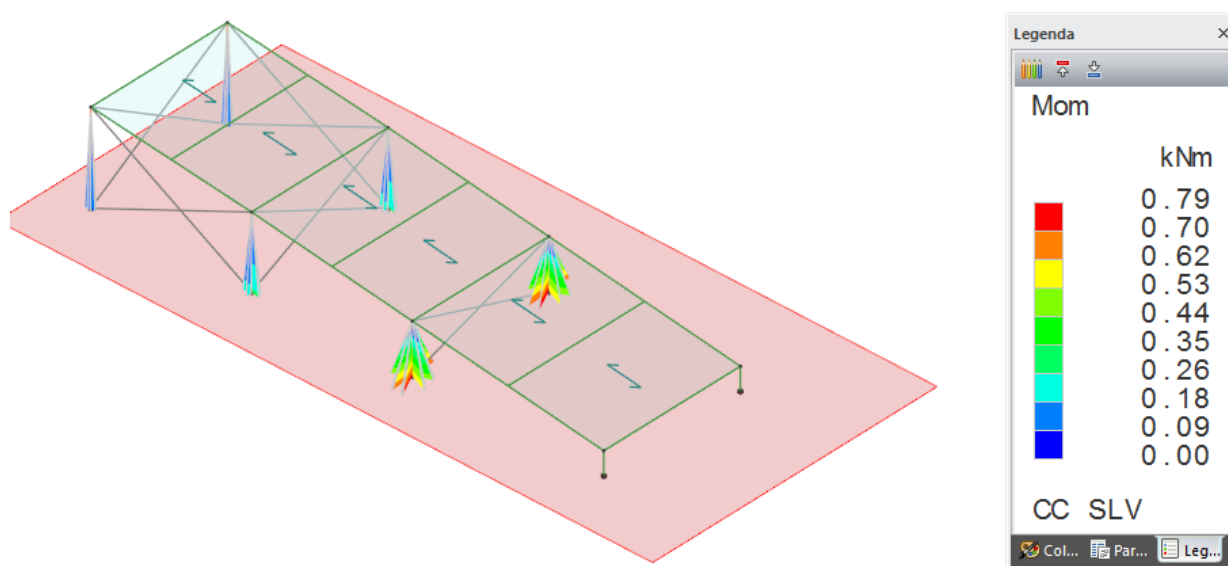


Figura 10.3 Momento flettente sui pilastri (SLV)

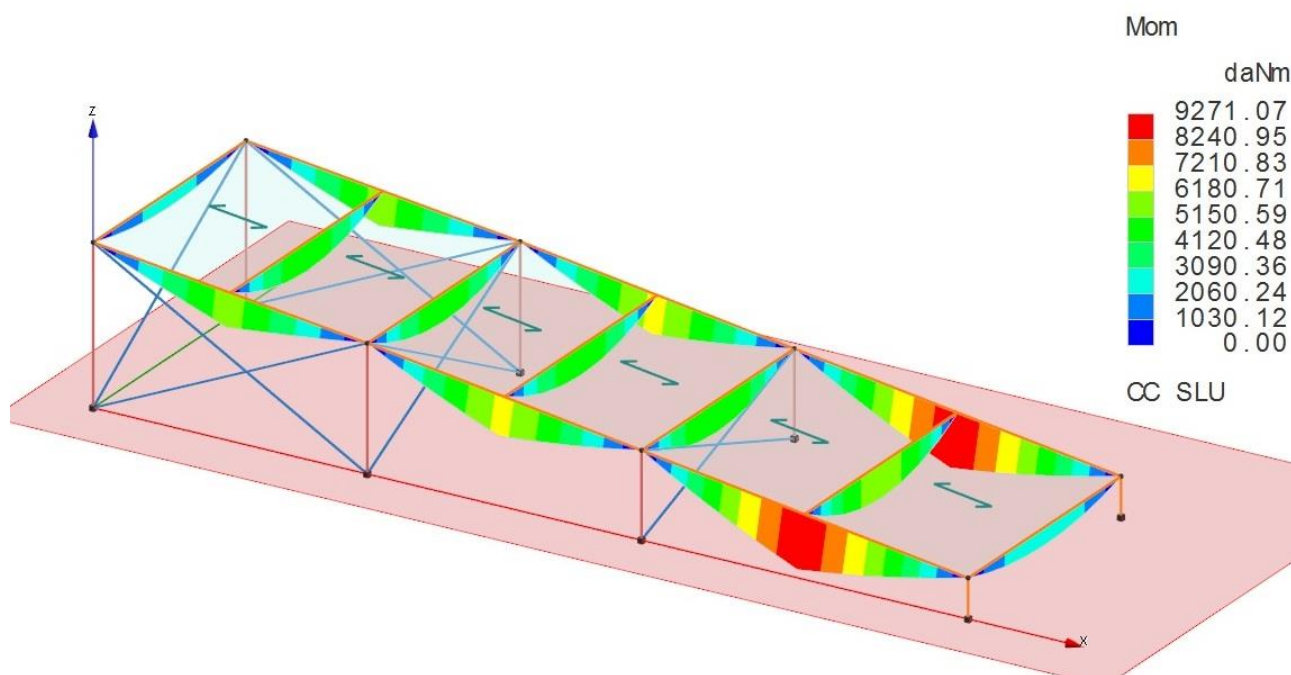


Figura 10.4 Momento flettente sulle travi (SLU)

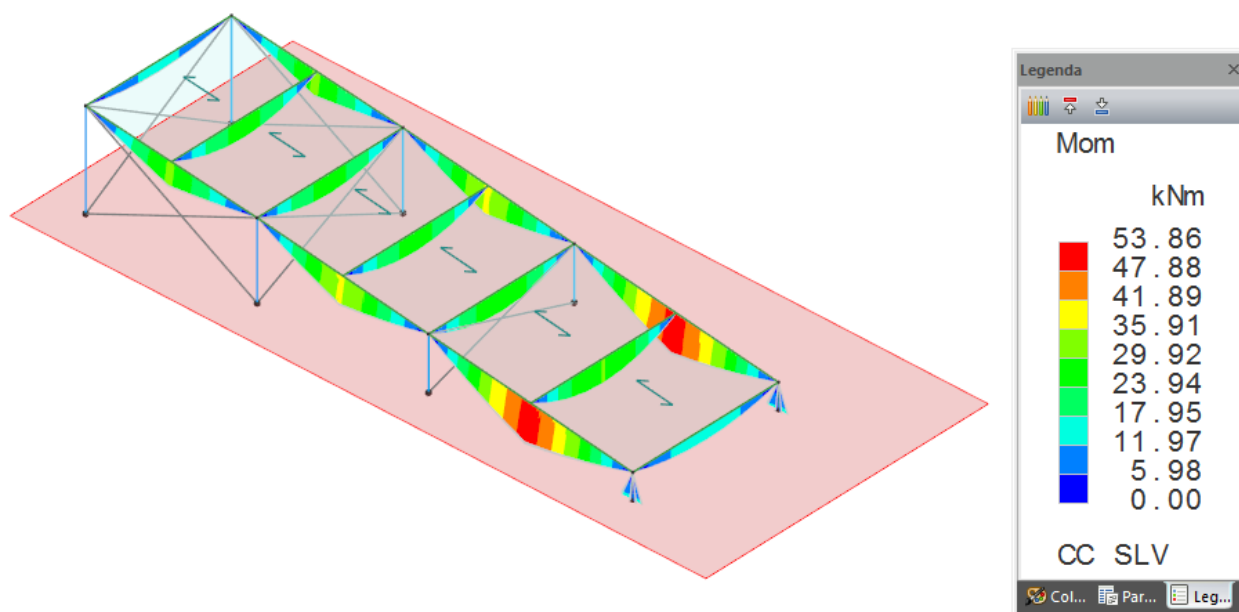


Figura 10.5 Momento flettente sulle travi (SLV)

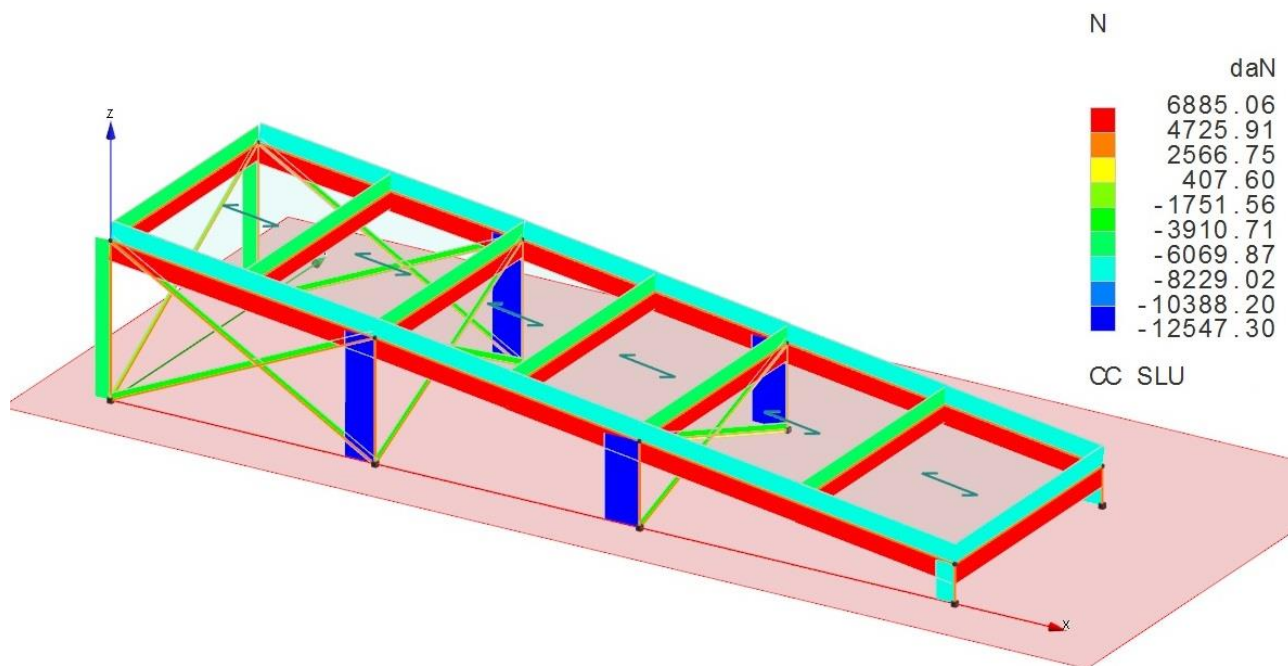


Figura 10.6 Sforzo Normale (SLU)

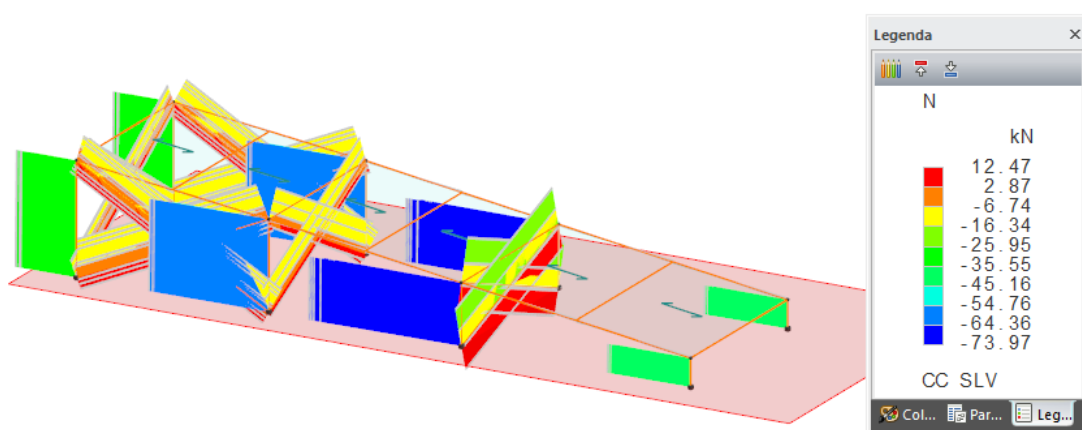


Figura 10.7 Sforzo Normale (SLV)

10.2.1 IPE300

Sez.	=	Numero della sezione
Cod.	=	Codice
Tipo	=	Tipologia
		2C = Doppia C lato labbri
		2Cdx = Doppia C lato costola
		2I = Doppia I
		2L = Doppia L lato labbri
		2Ldx = Doppia L lato costole
		C = Sezione a C
		Cdx = C destra
		Cir. = Circolare
		Cir.c = Circolare cava
		I = Sezione a I
		L = Sezione a L
		Ldx = L destra
		Om. = Omega
		Pg = Pi greco
		Pr = Poligono regolare
		Prc = Poligono regolare cavo
		Pc = Per coordinate
		Ia = Inerzie assegnate
		R = Rettangolare
		Rc = Rettangolare cava
		T = Sezione a T
		U = Sezione a U
		Ur = U rovescia
		V = Sezione a V
		Vr = V rovescia
		Z = Sezione a Z
		Zdx = Z destra
		Ts = T stondata
		Ls = L stondata
		Cs = C stondata
		Is = I stondata
		Dis. = Disegnata
D	<cm>	= Distanza
Area	<cmq>	= Area
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Tp		= Tipo di acciaio
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
J ₀	<cm6>	= Costante di ingobbamento
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<daN>	= Sforzo normale
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
$\sigma_{TD,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	= Resistenza a compressione
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,V,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio intorno all'asse Y
MNy,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
L _{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
k _c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
M _{cr}	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
My,b,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per stabilità laterale membrature inflesse
Mz,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Z
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}$		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
N _{cr,y}	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_y^*		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
Curva		= Curva di instabilità adottata
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
N _{cr,z}	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_z^*		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Kyy, Kyz, Kzy, Kzz = Coefficienti di interazione
f_{z,L} <cm> = Freccia in direzione Z locale
f_{z,G} <cm> = Freccia in direzione Z globale

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wymin	Wzmin	TP	Fyk	Fyt
			<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm4>	<cm4>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm>	<daN/cm>
6	IPE300	Is	--	53.81	53.81	53.81	8356.33	603.78	12.46	3.35	557.09	80.50	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas	Wz, plas	Atag, y	Atag, z	Jw
		<cm>	<cm>	<cmq>	<cmq>	<cm6>
6	IPE300	630.77	125.38	36.16	25.68	125934.00

Asta n. 716 (-1 303) Sez. 6 IPE300 Crit. 2

-
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SND Xl=0.00 - Classe 3
Sollecitazioni: N=-66.22 T_z=-1457.07 M_y=-5460.52 T_y=1.39 M_z=-1.03
Tensioni: σ_N=-1.23 σ_{m,d}=-981.46 τ=0.00 σ_{max}=-982.69 (sfrut=0.29)
Tensioni: σ_N=-1.23 σ_{m,d}=-0.06 τ=81.36 τ_{max}=81.36 (sfrut=0.04)
Tensioni: σ_N=-1.23 σ_{m,d}=-981.46 τ=0.00 σ_{ID,max}=982.69 (sfrut=0.29)
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU Xl=2.83 - Classe 1
Sollecitazioni: T_z=-4028.59
V,Ed=-4028.59 Vc,Rd=50134.20 V,Ed/Vc,Rd=0.08
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU Xl=0.00 - Classe 1
Sollecitazioni: N=6675.86 T_z=-2529.98 M_y=-9271.07
My,Ed=-9271.07 My,V,c,Rd=21326.00
N,Ed=6675.86 Nc,Rd=181940.00 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.04 MNy,c,Rd=21326.00 My,Ed/MNy,c,Rd=0.43
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 18 SLU - Classe 3
Sollecitazioni: N,Ed=-6883.60 My,Ed=-8951.34 Mz,Ed=-0.01 L=2.83
α_{my}, α_{mz}, α_{LT}=0.95, 0.95, 0.95
L_{cr}=2.83 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M_{cr}=47581.00 λ_{LT}=0.69
λ_{LT,0}=0.40 Φ_{LT}=0.73 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.90
λ_y=22.69 Ncr,y=2166890.00 λ_y^{*}=0.30 Curva a: Φ_y=0.55 χ_y=0.98
λ_z=84.40 Ncr,z=156567.00 λ_z^{*}=1.10 Curva b: Φ_z=1.26 χ_z=0.53
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.99, 0.77, 0.99
Verifica YY: 0.04+0.44=0.48
Verifica ZZ: 0.07+0.36=0.43
 - Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
f_{z,L}=0.22 (L/1297) f_{z,G}=0.22 (L/1310)
 - Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
f_{z,L}=0.08 (L/3451)

Asta n. 716 (104 -1) Sez. 6 IPE300 Crit. 2

-
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SND Xl=2.83 - Classe 3
Sollecitazioni: N=66.22 T_z=1457.08 M_y=-5460.52
Tensioni: σ_N=1.23 σ_{m,d}=980.19 τ=0.00 σ_{max}=981.42 (sfrut=0.29)
Tensioni: σ_N=1.23 σ_{m,d}=0.00 τ=81.36 τ_{max}=81.36 (sfrut=0.04)
Tensioni: σ_N=1.23 σ_{m,d}=980.19 τ=0.00 σ_{ID,max}=981.42 (sfrut=0.29)
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU Xl=0.00 - Classe 1
Sollecitazioni: T_z=4028.60
V,Ed=4028.60 Vc,Rd=50134.20 V,Ed/Vc,Rd=0.08
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU Xl=2.83 - Classe 1
Sollecitazioni: N=6885.06 T_z=2530.00 M_y=-9271.06
My,Ed=-9271.06 My,V,c,Rd=21326.00
N,Ed=6885.06 Nc,Rd=181940.00 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.04 MNy,c,Rd=21326.00 My,Ed/MNy,c,Rd=0.43
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 18 SLU - Classe 3
Sollecitazioni: N,Ed=-6883.59 My,Ed=-8951.34 Mz,Ed=0.01 L=2.83
α_{my}, α_{mz}, α_{LT}=0.95, 0.95, 0.95
L_{cr}=2.83 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M_{cr}=47581.30 λ_{LT}=0.69
λ_{LT,0}=0.40 Φ_{LT}=0.73 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.90
λ_y=22.69 Ncr,y=2166900.00 λ_y^{*}=0.30 Curva a: Φ_y=0.55 χ_y=0.98
λ_z=84.40 Ncr,z=156567.00 λ_z^{*}=1.10 Curva b: Φ_z=1.26 χ_z=0.53
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.99, 0.77, 0.99

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Verifica YY: $0.04+0.44=0.48$
Verifica ZZ: $0.07+0.36=0.43$

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
 $f_{z,L}=0.22$ (L/1297) $f_{z,G}=0.22$ (L/1311)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
 $f_{z,L}=0.08$ (L/3451)

Asta n. 717 (307 -2) Sez. 6 IPE300 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_1=2.83$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N=-66.22$ $T_z=1457.07$ $M_y=-5460.51$
Tensioni: $\sigma_N=-1.23$ $\sigma_{m,d}=-980.19$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=-981.42$ (sfrut=0.29)
Tensioni: $\sigma_N=-1.23$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=81.36$ $\tau_{max}=81.36$ (sfrut=0.04)
Tensioni: $\sigma_N=-1.23$ $\sigma_{m,d}=-980.19$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=981.42$ (sfrut=0.29)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU $X_1=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=4028.59$
 $V_{Ed}=4028.59$ $V_{c,Rd}=50134.20$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.08$
- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU $X_1=2.83$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=6675.86$ $T_z=2529.98$ $M_y=-9271.05$
 $M_{y,Ed}=-9271.05$ $M_{y,V,c,Rd}=21326.00$
 $N_{Ed}=6675.86$ $N_{c,Rd}=181940.00$ YY $n=N_{Ed}/N_{c,Rd}=0.04$ $MN_{y,c,Rd}=21326.00$ $M_{y,Ed}/MN_{y,c,Rd}=0.43$
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 1
 $L_{cr}=2.83$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=47581.10$ $\lambda_{LT}=0.69$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=0.73$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.90$
 $M_{y,Ed}=-9271.05$ $M_{y,b,Rd}=19256.40$ $M_{y,Ed}/M_{y,b,Rd}=0.48$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 18 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: $N_{Ed}=-6883.59$ $M_{y,Ed}=-8951.32$ $L=2.83$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=2.83$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=47581.10$ $\lambda_{LT}=0.69$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.73$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.90$
 $\lambda_y=22.69$ $N_{cr,y}=2166890.00$ $\lambda^*_{y,0.30}$ Curva a: $\Phi_y=0.55$ $\chi_y=0.98$
 $\lambda_z=84.40$ $N_{cr,z}=156567.00$ $\lambda^*_{z,1.10}$ Curva b: $\Phi_z=1.26$ $\chi_z=0.53$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.63, 0.00, 1.04$
Verifica YY: $0.04+0.44=0.48$
Verifica ZZ: $0.07=0.07$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
 $f_{z,L}=0.22$ (L/1298) $f_{z,G}=0.22$ (L/1309)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
 $f_{z,L}=0.08$ (L/3454)

Asta n. 717 (-2 108) Sez. 6 IPE300 Crit. 2

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_1=0.00$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N=66.22$ $T_z=-1457.08$ $M_y=-5460.52$ $T_y=-5.02$ $M_z=3.54$
Tensioni: $\sigma_N=1.23$ $\sigma_{m,d}=984.59$ $\tau=0.00$ $\sigma_{max}=985.82$ (sfrut=0.29)
Tensioni: $\sigma_N=1.23$ $\sigma_{m,d}=0.21$ $\tau=81.36$ $\tau_{max}=81.36$ (sfrut=0.04)
Tensioni: $\sigma_N=1.23$ $\sigma_{m,d}=984.59$ $\tau=0.00$ $\sigma_{ID,max}=985.82$ (sfrut=0.29)
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU $X_1=2.83$ - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=-4028.60$
 $V_{Ed}=-4028.60$ $V_{c,Rd}=50134.20$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.08$
- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU $X_1=0.00$ - Classe 1
Sollecitazioni: $N=6885.06$ $T_z=-2530.00$ $M_y=-9271.07$
 $M_{y,Ed}=-9271.07$ $M_{y,V,c,Rd}=21326.00$
 $N_{Ed}=6885.06$ $N_{c,Rd}=181940.00$ YY $n=N_{Ed}/N_{c,Rd}=0.04$ $MN_{y,c,Rd}=21326.00$ $M_{y,Ed}/MN_{y,c,Rd}=0.43$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 18 SLU - Classe 3
Sollecitazioni: $N_{Ed}=-6883.60$ $M_{y,Ed}=-8951.34$ $M_z,Ed=0.00$ $L=2.83$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=2.83$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=47581.30$ $\lambda_{LT}=0.69$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=0.73$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.90$
 $\lambda_y=22.69$ $N_{cr,y}=2166900.00$ $\lambda^*_{y,0.30}$ Curva a: $\Phi_y=0.55$ $\chi_y=0.98$
 $\lambda_z=84.40$ $N_{cr,z}=156567.00$ $\lambda^*_{z,1.10}$ Curva b: $\Phi_z=1.26$ $\chi_z=0.53$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.96, 0.99, 0.77, 0.99$
Verifica YY: $0.04+0.44=0.48$
Verifica ZZ: $0.07+0.36=0.43$

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
 $f_{z,L}=0.22$ (L/1298) $f_{z,G}=0.22$ (L/1310)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
 $f_{z,L}=0.08$ (L/3454)

10.2.2 IPE270

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cm>	Fyt <daN/cm>
2	IPE270	Is	--	45.95	45.95	45.95	5789.96	419.87	11.23	3.02	428.89	62.20	S355 UNI EN 10025-2	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cm>	Atag, z <cm>	Jw <cm6>
2	IPE270	486.15	97.11	31.45	22.14	70577.90

Asta n. 208 (-1 -2) Sez. 2 IPE270 Crit. 2

- Verifica a flessione YY [4.2.13] - CC 1 SND Xl=2.17 - Classe 3
Sollecitazioni: $M_y=-3008.54$
 $M_y, Ed=-3008.54$ $M_y, c, Rd=14500.40$ $M_y, Ed/M_y, c, Rd=0.21$
- Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU Xl=4.35 - Classe 1
Sollecitazioni: $T_z=-5109.04$
 $V, Ed=-5109.04$ $V_c, Rd=43217.20$ $V, Ed/V_c, Rd=0.12$
- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU Xl=2.17 - Classe 1
Sollecitazioni: $N=5789.22$ $M_y=-5556.08$
 $M_y, Ed=-5556.08$ $M_y, c, Rd=16436.40$
 $N, Ed=5789.22$ $N_c, Rd=155342.00$ YY $n=N, Ed/N_c, Rd=0.04$ $MN_y, c, Rd=16436.40$ $M_y, Ed/MN_y, c, Rd=0.34$
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 17 SLU - Classe 1
 $L_{cr}=4.35$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=16434.80$ $\lambda_{LT}=1.02$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\beta_{LT}=0.75$ $\Phi_{LT}=1.00$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.70$
 $M_y, Ed=-5556.08$ $M_y, b, Rd=11562.90$ $M_y, Ed/M_y, b, Rd=0.48$
- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 18 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: $N, Ed=-5789.22$ $M_y, Ed=-5330.78$ $L=4.35$
 $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$
 $L_{cr}=4.35$ Curva b: $\alpha_{imp}=0.34$ $k_c=0.94$ $\psi=1.75$ $M_{cr}=16434.80$ $\lambda_{LT}=1.02$
 $\lambda_{LT,0}=0.40$ $\Phi_{LT}=1.00$ $\beta_{LT}=0.75$ $f=0.97$ $\chi_{LT}=0.70$
 $\lambda_y=38.75$ $N_{cr,y}=634185.00$ $\lambda_y^*=0.51$ Curva a: $\Phi_y=0.66$ $\chi_y=0.92$
 $\lambda_z=143.90$ $N_{cr,z}=45989.10$ $\lambda_z^*=1.88$ Curva b: $\Phi_z=2.56$ $\chi_z=0.23$
 $K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.96, 0.70, 0.00, 1.16$
Verifica YY: $0.04+0.44=0.48$
Verifica ZZ: $0.16=0.16$
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
 $f_{z,G}=0.63$ (L/686)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
 $f_{z,G}=0.29$ (L/1488)

10.2.3 CONTROVENTI UPN100

Sez. = Numero della sezione
Cod. = Codice
Tipo = Tipologia
2C = Doppia C lato labbri
2Cdx = Doppia C lato costola
2I = Doppia I
2L = Doppia L lato labbri
2Ldx = Doppia L lato costole
C = Sezione a C

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli

Progetto Definitivo

		Cdx = C destra
		Cir. = Circolare
		Cir.c = Circolare cava
		I = Sezione a I
		L = Sezione a L
		Ldx = L destra
		Om. = Omega
		Pg = Pi greco
		Pr = Poligono regolare
		Prc = Poligono regolare cavo
		Pc = Per coordinate
		Ia = Inerzie assegnate
		R = Rettangolare
		Rc = Rettangolare cava
		T = Sezione a T
		U = Sezione a U
		Ur = U rovescia
		V = Sezione a V
		Vr = V rovescia
		Z = Sezione a Z
		Zdx = Z destra
		Ts = T stondata
		Ls = L stondata
		Cs = C stondata
		Is = I stondata
		Dis. = Disegnata
D	<cm>	=Distanza
Area	<cmq>	=Area
Anet	<cmq>	=Area netta per compressione
Aeff	<cmq>	=Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>	=Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>	=Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
TP		=Tipo di acciaio
Fyk	<daN/cm>	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cm>	=Tensione caratteristica di rottura
Wy,plas	<cmc>	=Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	=Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Atag,y	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Z
J ₀	<cm6>	=Costante di ingobbamento
CC		=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m>	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<daN>	=Sforzo normale
N,Ed	<daN>	=Forza assiale di calcolo
Npl,Rd	<daN>	=Resistenza plastica a trazione per sezione lorda
Nu,Rd	<daN>	=Resistenza a rottura di trazione per sezione netta
Nt,Rd	<daN>	=Resistenza a trazione ultima
f _{z,g}	<cm>	=Freccia in direzione Z globale

Asta n. 322 (7 303) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 13 SLV Xl=0.00 - Classe 1
Sollecitazioni: N=2493.82
Verifica a trazione [4.2.5]
N,Ed=2493.82 Npl,Rd=35889.70 Nu,Rd=42425.50 N,Ed/Nt,Rd=0.07
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
f_{z,g}=0.00 (L/162160)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
f_{z,g}=0.00 (L/305016)

Asta n. 337 (3 307) Sez. 5 UPN100 Crit. 3

- Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1) - CC 5 SLV Xl=0.00 - Classe 1
Sollecitazioni: N=2493.82
Verifica a trazione [4.2.5]
N,Ed=2493.82 Npl,Rd=35889.70 Nu,Rd=42425.50 N,Ed/Nt,Rd=0.07
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 19
f_{z,g}=0.00 (L/158810)
- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 19
f_{z,g}=0.00 (L/300250)

10.2.4 PILASTRO

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli **Progetto Definitivo**

Simbologia

Sez.		=Numero della sezione
Cod.		=Codice
Tipo		=Tipologia
		2C = Doppia C lato labbri
		2Cdx = Doppia C lato costola
		2I = Doppia I
		2L = Doppia L lato labbri
		2Ldx = Doppia L lato costole
		C = Sezione a C
		Cdx = C destra
		Cir. = Circolare
		Cir.c = Circolare cava
		I = Sezione a I
		L = Sezione a L
		Ldx = L destra
		Om. = Omega
		Pg = Pi greco
		Pr = Poligono regolare
		Prc = Poligono regolare cavo
		Pc = Per coordinate
		Ia = Inerzie assegnate
		R = Rettangolare
		Rc = Rettangolare cava
		T = Sezione a T
		U = Sezione a U
		Ur = U rovescia
		V = Sezione a V
		Vr = V rovescia
		Z = Sezione a Z
		Zdx = Z destra
		Ts = T stondata
		Ls = L stondata
		Cs = C stondata
		Is = I stondata
		Dis. = Disegnata
D	<cm>	=Distanza
Area	<cmq>	=Area
Anet	<cmq>	=Area netta per compressione
Aeff	<cmq>	=Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cm>	=Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cm>	=Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Tp		=Tipo di acciaio
Fyk	<daN/cm>	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cm>	=Tensione caratteristica di rottura
Wy,plas	<cm>	=Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz,plas	<cm>	=Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Atag,y	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Z
Jw	<cm6>	=Costante di ingobbamento
CC		=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m>	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<daN>	=Sforzo normale
T	<daN>	=Taglio agente
M	<daNm>	=Momento agente
σ_N	<daN/cm>	=Tensione normale per sforzo normale
σ_M	<daN/cm>	=Tensione normale per momento flettente
τ	<daN/cm>	=Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
$\sigma_{TD,max}$	<daN/cm>	=Tensione ideale massima
V,Ed	<daN>	=Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	=Resistenza a taglio
N,Ed	<daN>	=Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	=Resistenza a compressione
M,Ed	<daNm>	=Momento flettente di calcolo
M,V,c,Rd	<daNm>	=Resistenza di calcolo a flessione ridotta per taglio
MN,c,Rd	<daNm>	=Resistenza di calcolo a pressoflessione
Npl,Rd	<daN>	=Resistenza plastica a trazione per sezione lorda
L	<m>	=Lunghezza dell'asta
λ		=Snellezza per inflessione
Ncr	<daN>	=Sforzo normale critico euleriano
λ^*		=Snellezza adimensionale
Curva		=Curva di instabilità adottata
Φ		=Coefficiente Φ
χ_{min}		=Coefficiente χ di riduzione per instabilità
Mx	<daNm>	=Momento torcente intorno all'asse X
δ	<cm>	=Spostamento relativo asta

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>	
1	Pilastro	CHS168.3x5	Cir.c	--	25.65	25.65	25.65	855.85	855.85	5.78	5.78	101.70	101.70	S355H UNI EN 10210-1	3550.00	5100.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cm>	Wz,plas <cm>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jw <cm6>
1	Pilastro	CHS168.3x5	130.11	130.11	16.33	16.33

Parcheggio a servizio della Stazione FS Villa Bonelli
Progetto Definitivo

Asta n. 2 (2 502) Sez. 1 Pilastro__CHS168.3x5 Crit. 1

-
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 9 SND $X_l=0.00$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N=-5994.40$ $T=18.93$ $M=39.55$ $M_x=-1.08$
Tensioni: $\sigma_N=-233.69$ $\sigma_{m,d}=-38.89$ $\tau=0.53$ $\sigma_{max}=-272.58$ (sfrut=0.08)
Tensioni: $\sigma_N=-233.69$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=2.01$ $\tau_{max}=2.01$ (sfrut=0.00)
Tensioni: $\sigma_N=-233.69$ $\sigma_{m,d}=-38.89$ $\tau=0.53$ $\sigma_{ID,max}=272.58$ (sfrut=0.08)
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU $X_l=0.00$ - Classe 2
Sollecitazioni: $T=2.02$
 $V_{Ed}=2.02$ $V_c,Rd=31877.00$ $V_{Ed}/V_c,Rd=0.00$
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU $X_l=0.00$ - Classe 2
Sollecitazioni: $N=-10842.10$ $T=2.02$ $M=4.23$
 $M_{Ed}=4.23$ $M_{V,c,Rd}=4399.03$
 $N_{Ed}=-10842.10$ $N_{c,Rd}=-86725.20$ YY $n=N_{Ed}/N_{c,Rd}=0.13$ $MN_{c,Rd}=3849.08$ $M_{Ed}/MN_{c,Rd}=0.00$
 - Verifiche di duttilità [7.5.3]:
 $q_0=4.00$ $N_{Ed}=-10842.10$ $N_{pl,Rd}=86725.20$ $N_{Ed}/N_{pl,Rd}=0.13$ (sfrut=0.42)
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 17 SLU - Classe 2
Sollecitazioni: $N_{Ed}=-10842.10$ $M_{Ed}=4.23$ $L=2.09$
 α_{my} , α_{mz} , $\alpha_{LT}=0.95$, ----, ----
 $\lambda=36.25$ $N_{cr}=404575.00$ $\lambda^*=0.47$
Curva a: $\Phi=0.64$ $\chi_{min}=0.93$
 K_{yy} , K_{yz} , K_{zy} , $K_{zz}=0.98$, ----, ----, ----
Verifica: $0.13+0.00=0.13$
 - Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 19
 $\delta=0.00$ (L/89984)

Asta n. 6 (6 506) Sez. 1 Pilastro__CHS168.3x5 Crit. 1

-
- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SND $X_l=0.00$ - Classe 3
Sollecitazioni: $N=-5994.40$ $T=18.93$ $M=39.55$ $M_x=1.08$
Tensioni: $\sigma_N=-233.69$ $\sigma_{m,d}=-38.89$ $\tau=0.53$ $\sigma_{max}=-272.58$ (sfrut=0.08)
Tensioni: $\sigma_N=-233.69$ $\sigma_{m,d}=0.00$ $\tau=2.01$ $\tau_{max}=2.01$ (sfrut=0.00)
Tensioni: $\sigma_N=-233.69$ $\sigma_{m,d}=-38.89$ $\tau=0.53$ $\sigma_{ID,max}=272.58$ (sfrut=0.08)
 - Verifica a taglio dir. Z [4.2.16] - CC 17 SLU $X_l=0.00$ - Classe 2
Sollecitazioni: $T=2.02$
 $V_{Ed}=2.02$ $V_c,Rd=31877.00$ $V_{Ed}/V_c,Rd=0.00$
 - Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 17 SLU $X_l=0.00$ - Classe 2
Sollecitazioni: $N=-10842.10$ $T=2.02$ $M=4.23$
 $M_{Ed}=4.23$ $M_{V,c,Rd}=4399.03$
 $N_{Ed}=-10842.10$ $N_{c,Rd}=-86725.20$ YY $n=N_{Ed}/N_{c,Rd}=0.13$ $MN_{c,Rd}=3849.08$ $M_{Ed}/MN_{c,Rd}=0.00$
 - Verifiche di duttilità [7.5.3]:
 $q_0=4.00$ $N_{Ed}=-10842.10$ $N_{pl,Rd}=86725.20$ $N_{Ed}/N_{pl,Rd}=0.13$ (sfrut=0.42)
 - Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 17 SLU - Classe 2
Sollecitazioni: $N_{Ed}=-10842.10$ $M_{Ed}=4.23$ $L=2.09$
 α_{my} , α_{mz} , $\alpha_{LT}=0.95$, ----, ----
 $\lambda=36.25$ $N_{cr}=404575.00$ $\lambda^*=0.47$
Curva a: $\Phi=0.64$ $\chi_{min}=0.93$
 K_{yy} , K_{yz} , K_{zy} , $K_{zz}=0.98$, ----, ----, ----
Verifica: $0.13+0.00=0.13$
 - Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 19
 $\delta=0.00$ (L/89984)