UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA Tuscia

Comune di Pesaro

ARPAM AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE

marche multiservizi

Area "Ex-Amga"
Via Morosini - Comune di Pesaro (PU)

Gara d'Appalto Lavoro

D.Lgs. 18 Aprile 2016 n.50

PROGETTO ESECUTIVO

Progetto di Bonifica "Area Ex-Amga" ai sensi del D.Lgs. 152/2006

ELABORATO 21

Calcoli esecutivi delle strutture

Approvato	Ing. Franco Macor *Marche Multiservizi S.p.A.*		
Redatto	Ing. Andrea Amaduccci *POLISTUDIO A.E.S.*		
Rev.	02	**Data**	Aprile 2021
Cod. Doc.	AMG 01 PU AL 01 E1 RC 21.02	**Pagine**	1 di **60**

Progetto di bonifica

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA Tuscia

ARPAM AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE

Comune di Pesaro

SOMMARIO

A DOCUMENTO DI SINTESI 4

B RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE 7

B.1 PREMESSA 7

B.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, ANALISI E VERIFICA 7

B.2.1 Criteri di base per la progettazione sismica delle strutture 7

B.2.2 Vita nominale dell'opera strutturale e classe d'uso strutturale 8

B.2.3 Classe d'uso dell'opera strutturale 8

B.2.4 Parametri per la definizione dell'azione sismica 9

B.3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO 13

B.3.1 Norme di riferimento cogenti 13

B.4 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE 14

B.4.1 Peso proprio delle strutture 14

B.4.2 Carichi permanenti non strutturali 14

B.4.3 Analisi del vento 14

B.5 MODELLO NUMERICO 16

B.5.1 Metodologia di modellazione ed analisi 16

B.5.2 Informazioni sul codice di calcolo 16

B.5.3 Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche 16

B.6 PRINCIPALI RISULTATI 17

B.6.1 Verifiche e sollecitazioni baraccatura nuova recinzione 17

B.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI 21

B.7.1 Verifica delle aste 21

B.7.2 Verifica della piastra di base 21

B.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI 21

C RELAZIONE SUI MATERIALI 22

C.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI 22

C.2 VALORE DI CALCOLO 23

D ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI 24

E PIANO DI MANUTENZIONE 25

F RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICHE 37

F.1 RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO 37

F.2 RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO 37

F.2.1 Verifica dei pali ai carichi verticali 38

F.2.2 Verifica dei pali ai carichi orizzontali 40

F.2.3 Verifica a taglio dei pali 42

F.2.4 Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosita' sismica di base" del sito di costruzione 42

G TABULATO DI CALCOLO 43

A DOCUMENTO DI SINTESI

Il presente progetto esecutivo è relativo al completamento del processo di bonifica dell'area denominata "Ex Amga" rientrante all'interno del comparto edificatorio "PN 5.6 Centro Direzionale Benelli", compreso fra via Morosini, via Del Lazzaretto e via Del Monaco in comune di Pesaro (PS).

La presente pratica sismica ha come oggetto la "*Realizzazione di una baraccatura in acciaio costituita mediante profili HEA140 e scatolari 100x50x3 impostata su di un cordolo di fondazione fondato su pali in c.c.a. di diametro Φ30cm e lunghezza L=3m".*

L'intervento, ai sensi del D.M. 17.01.2018, viene classificato come nuova costruzione.

Vengono di seguito riportate sinteticamente le modalità con cui il Progettista delle Strutture ha elaborato il progetto esecutivo.

a) L'area è ubicata in zona densamente urbanizzata posta a nord ovest del centro storico di Pesaro , in destra idrografica del Fiume Foglia, ad una distanza minima di circa 120 m dall'alveo fluviale nel suo ultimo tratto prima di sfociare, dopo un chilometro circa, nel mare Adriatico.

b) L'intervento prevede la realizzazione di pali di fondazione con sovrastante cordolo di

collegamento di sezione 40x40 cm su cui verrà impostata la baraccatura metallica di sostegno della rete.

c) Il progetto è stato sviluppato ai sensi del D.M. del 17/01/2018 per le nuove costruzioni.

d) La vita nominale prevista per l'opera è pari V_N=50 anni; la classe d'uso prevista è la II; il periodo di riferimento risulta pertanto V_R=50 anni; la categoria del sottosuolo è assunta pari a C; la categoria topografica assunta è pari a T1; la zona sismica del sito è la 2°; le coordinate geografiche del sito sono: Lat.: 43.914767° Nord - Long.: 12.906610° Est. Le azioni considerate sulla costruzione sono le seguenti: peso proprio degli elementi strutturali, pesi propri degli elementi non strutturali e sovraccarichi relativi alle destinazioni d'uso previste per la costruzione, l'azione sismica, vento. Non sono stati previsti scenari di azioni eccezionali.

e) I materiali e i prodotti per uso strutturale adottati sono i seguenti:

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Acciaio tipo S275

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} = 275 N/mm^2

Tensione caratteristica di rottura f_{tk} = 430 N/mm^2

CALCESTRUZZO PER FONDAZIONIE PALI

Classe di resistenza (N/mm2): C25/30

Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206 - UNI 11104): XC2

Dimensione massima degli aggregati d = 25 mm

Classe di consistenza S4 / S5

Rapporto acqua/cemento < 0.6

Minimo contenuto in cemento: > 300Kg/mc

f) La classe di duttilità adottata nella progettazione è CD=B; sono stati sviluppati dei semplici modelli di calcolo della situazione locale che consentano di indagare gli stati limite di seguito elencati. Gli stati limite indagati in condizione statica sono: SLU e SLE.

g) Le verifiche sono state condotte utilizzando le combinazioni delle azioni e relativi coefficienti indicate al punto 2.5.3. delle norme tecniche DM 17/01/2018, per gli SLU e SLE.

h) Vista la tipologia di struttura, l'azione del vento è stato considerata predominante come azione orizzontale rispetto all'azione sismica. E' stata realizzata pertanto un'analisi statica in cui l'azione predominante è il vento.

i) Per i criteri di verifica si rimanda al tabulato di calcolo allegato.

j) La rappresentazione delle caratteristiche di sollecitazione è riportata nei capitoli seguenti.

L'accettabilità dei risultati è implicitamente soddisfatta dato che sono stati esclusivamente svolti

semplici calcoli direttamente derivati dalla scienza delle costruzioni (si riportano nel capitolo delle verifiche i calcoli svolti).

k) Il calcolo della struttura è stato eseguito mediante l'elaboratore "Modest ver. 8.24" della Tecnisoft, periodicamente testato e di comprovata affidabilità.

l) Le nuove strutture verranno impostate su di un nuovo sistema fondazionale costituito da pali di fondazione Φ30 lunghi L=3.00m.

B RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

B.1 PREMESSA

Il presente progetto esecutivo è relativo al completamento del processo di bonifica dell'area denominata "Ex Amga" rientrante all'interno del comparto edificatorio "PN 5.6 Centro Direzionale Benelli", compreso fra via Morosini, via Del Lazzaretto e via Del Monaco in comune di Pesaro (PS).

Di seguito una descrizione delle opere strutturali che interessano l'intervento, classificabile come struttura metallica di nuova realizzazione.

B.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, ANALISI E VERIFICA

La presente pratica sismica ha come oggetto la "*Realizzazione di una baraccatura in acciaio costituita mediante profili HEA140 e scatolari 100x50x3 impostata su di un cordolo di fondazione fondato su pali in c.c.a. di diametro Φ30cm e lunghezza L=3m".*

B.2.1 Criteri di base per la progettazione sismica delle strutture

La progettazione e verifica delle strutture del fabbricato è stata eseguita con riferimento alla Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 (NTC 2018).

Le verifiche sono state eseguite con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite. Questo metodo si basa sulla valutazione della sicurezza in termini di probabilità di crisi della struttura, la quale deve risultare minore di una probabilità di riferimento prevista dalla norma. Le incertezze che si riscontrano nello studio derivano da come vengono valutate le caratteristiche resistenti e sollecitanti e dal modello adottato per il calcolo.
La determinazione delle sollecitazioni a cui è sottoposta la struttura, per effetto del peso proprio e delle altre azioni agenti dovute ai carichi permanenti ed accidentali, è stata effettuata con i metodi classici della Scienza delle Costruzioni.

B.2.2 Vita nominale dell'opera strutturale e classe d'uso strutturale

Il D.M. 2018, al punto 2.4.1, individua la vita nominale di un' opera strutturale sulla base del tipo di costruzione. La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale individuata per la progettazione dell'opera in esame è di 50 anni, in accordo con quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per le opere ordinarie.

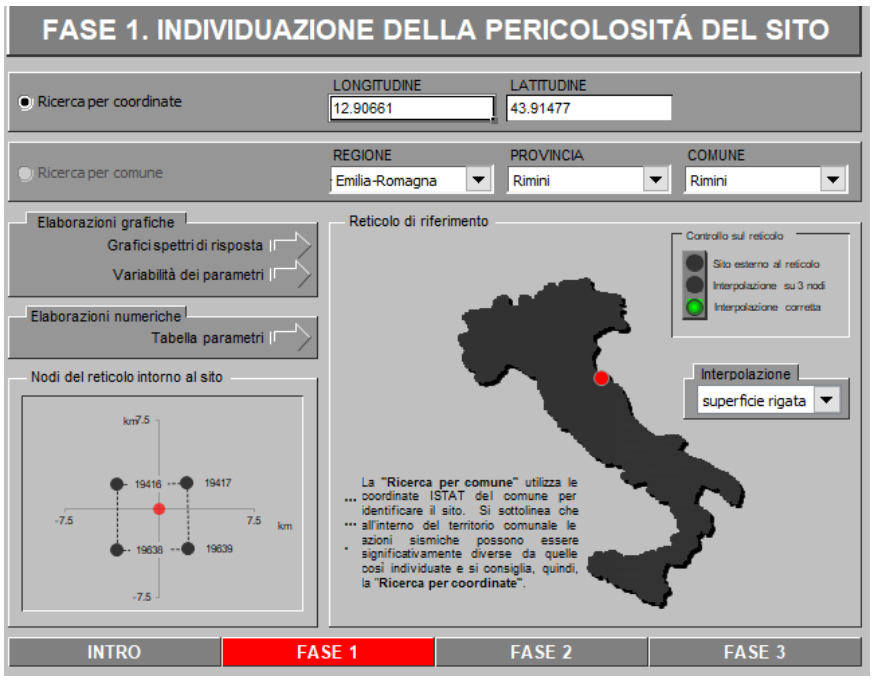
B.2.3 Classe d'uso dell'opera strutturale

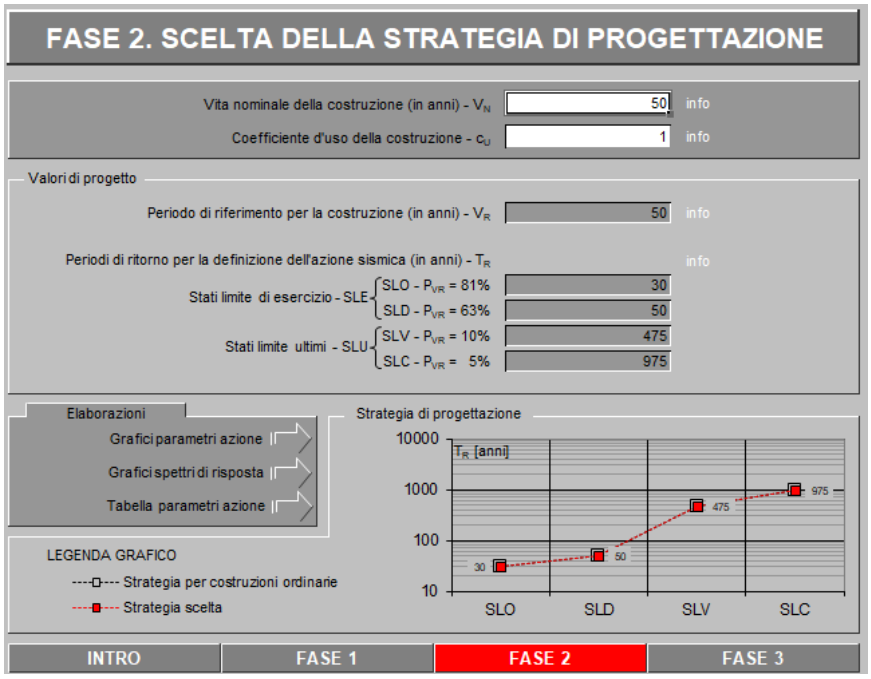
Il D.M. 2018, al punto 2.4.2, suddivide le costruzioni in classi d'uso, in presenza di azione sismica, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso.
In base alla suddetta classificazione, la struttura in esame risulta essere appartenente alle CLASSE II.

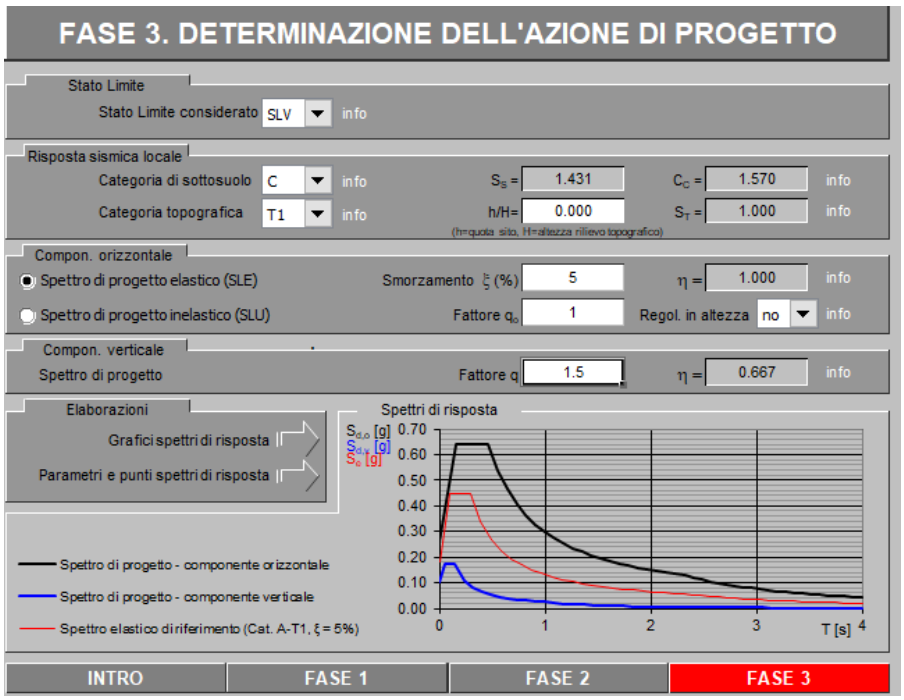
VITA NOMINALE (V_N)	CLASSE D'USO
50 anni	II

Il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica si assume pertanto pari a:
$V_R=V_N x C_U=50$ anni
con $C_U=1.0$ per strutture di classe d'uso II.

B.2.4 Parametri per la definizione dell'azione sismica






FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO
Stato Limite
Stato Limite considerato SLV info
Risposta sismica locale
Categoria di sottosuolo C info
Categoria topografica T1 info
Ss = 1.431
CC = 1.570
h/H= 0.000
ST = 1.000
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)
Compon. orizzontale
Spettro di progetto elastico (SLE)
Spettro di progetto inelastico (SLU)
Smorzamento ξ (%) 5
Fattore q0 1
η = 1.000
Regol. in altezza no
Compon. verticale
Spettro di progetto
Fattore q 1.5
η = 0.667
Elaborazioni
Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta
Spettri di risposta
Sa,o [g]
Sa,v [g]
Se [g]
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
0
1
2
3
T [s] 4
Spettro di progetto - componente orizzontale
Spettro di progetto - componente verticale
Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, ξ = 5%)
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.182 g
F_o	2.470
T_C^*	0.295 s
S_S	1.431
C_C	1.570
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.431
η	1.000
T_B	0.155 s
T_C	0.464 s
T_D	2.327 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

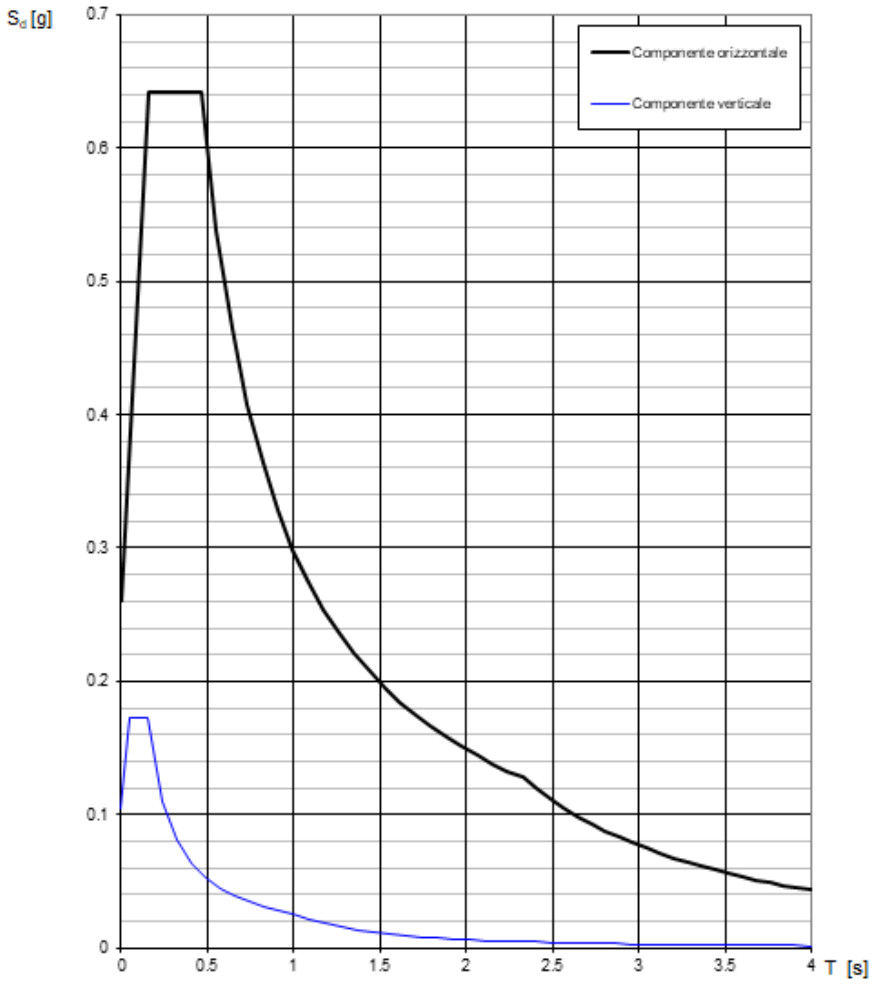
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.260
T_B	0.155	0.642
T_C	0.464	0.642
	0.553	0.539
	0.641	0.464
	0.730	0.408
	0.819	0.364
	0.907	0.328
	0.996	0.299
	1.085	0.275
	1.174	0.254
	1.262	0.236
	1.351	0.220
	1.440	0.207
	1.528	0.195
	1.617	0.184
	1.706	0.175
	1.795	0.166
	1.883	0.158
	1.972	0.151
	2.061	0.145
	2.149	0.139
	2.238	0.133
T_D	2.327	0.128
	2.407	0.120
	2.486	0.112
	2.566	0.105
	2.646	0.099
	2.725	0.093
	2.805	0.088
	2.885	0.083
	2.964	0.079
	3.044	0.075
	3.124	0.071
	3.203	0.068
	3.283	0.064
	3.363	0.061
	3.442	0.058
	3.522	0.056
	3.602	0.053
	3.681	0.051
	3.761	0.049
	3.841	0.047
	3.920	0.045
	4.000	0.043

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



.

B.3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Il quadro normativo di riferimento che si intende adottare per l'espletamento delle verifiche di vulnerabilità sismica è il seguente:

B.3.1 Norme di riferimento cogenti

- D.M. 17.1.2008 – "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- L.R. 30/10/2008 n°19 – "Norme per la riduzione del rischio sismico" e documenti correlati.

B.4 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali in regime statico seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite. Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU).
La normativa fondamentale a cui far riferimento per la preventiva determinazione dei carichi è il D.M. 17 Gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
Il Testo Unico ha l’obiettivo di identificare in modo chiaro i livelli di sicurezza e le prestazioni delle costruzioni, unifica sia le norme relative al comportamento e resistenza dei materiali e delle strutture, sia quelle relative alla definizione delle azioni e dei loro effetti sulle strutture stesse. La valutazione della resistenza e delle azioni può essere così sviluppata in maniera coerente ed armonica, da costituire un sistema completo in cui possa raggiungere significatività, coerenza ed affidabilità, la valutazione della sicurezza delle costruzioni ai fini della Pubblica incolumità.

B.4.1 Peso proprio delle strutture

Il P.P. viene definito in funzione delle dimensioni degli elementi strutturali e del peso specifico del materiale:
γ_{cls} = 25 kN/m^3
γ_{acc} = 78.5 kN/m^3

B.4.2 Carichi permanenti non strutturali

Il peso proprio degli elementi non strutturali viene valutato in modo indipendente e nominalmente applicato alla struttura. Nell’analisi sismica, i sovraccarichi permanenti sono considerati masse applicate agli elementi strutturali e partecipanti alla massa totale dell’edificio.
Il peso della pannellatura è stato assunto pari a:
q = 0.30 kN/mq

B.4.3 Analisi del vento

Calcolo delle azioni del vento

Normativa di riferimento: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019,n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Zona di ubicazione dell'edificio: 3 - Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria)

Classe di rugosità del terreno: B - Area urbana (non di classe A), suburbana, industriale o boschiva (tab. 3.3.III)

Categoria di esposizione del sito: III

Parametri derivati (tab. 3.3.I):
$V_{b,0}$ (velocità base di riferimento al livello del mare): 27.00 <m/sec>
a_0: 500.00 <m>

K_s: 0.37

Parametri derivati (tab. 3.3.II):
K_r: 0.20
z_0: 0.10 <m>
z_{min}: 5.00 <m>

Classificazione della costruzione: Muri e parapetti(paragrafo G.5. CNR-DT 207 R1/2018)

a_s (altitudine sul livello del mare): 1.00 <m>
T_r (tempo di ritorno): 50 anni
V_b (velocità base di riferimento [3.3.1]): 27.00 <m/sec>
c_a (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1.00
V_r (velocità di riferimento [3.3.2]): 27.00 <m/sec>
c_r (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1.00
c_t (coefficiente topografico): 1.00
q_r (pressione cinetica di riferimento): 45.56 <daN/mq>
c_e (coefficiente di esposizione): 1.71
c_d (coefficiente dinamico): 1.00
h (altezza dell'edificio): 3.00 <m>

Coefficienti di pressione C_{pe}:
sopravento: 1.80

Pressioni esterne:
sopravento: 140.00 <daN/mq>

B.5 MODELLO NUMERICO

B.5.1 Metodologia di modellazione ed analisi

La strutture in oggetto sono state modellate mediante la realizzazione un modelli di calcolo agli elementi finiti.
Per descrivere il comportamento elastico degli elementi monodimensionali (travi e pilastri) si utilizzano elementi finiti del tipo “beam” la cui definizione della matrice di rigidezza dell’elemento deriva dalla teoria di Timoshenko per le travi, ove si considera anche il contributo della rigidezza tagliante.
Vista la tipologia di struttura, l’azione del vento è stato considerata predominante come azione orizzontale rispetto all’azione sismica. E’ stata realizzata pertanto un’analisi statica in cui l’azione predominante è il vento.
La recinzione ha una forma a “L” di lati pari a circa 12 e 9 m. Ai fini del calcolo è stato modellata solo la porzione di lunghezza pari a 12 m soggetta all’azione massima del vento ortogonale ad essa. I risultati del calcolo si ritengono estesi alle parti non modellate.

B.5.2 Informazioni sul codice di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con il software “ModeSt 8.24 prodotto da Tecnisoft s.a.s. (Prato). La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti “Xfinest ver. 2020”, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. – Milano
Per le verifiche locali si sono inoltre utilizzati fogli di calcolo Excel, testati nel tempo e di comprovata affidabilità. Il foglio di calcolo è organizzato in modo da evidenziare tutti i passaggi logici e matematici che portano alla soluzione del problema. Le formule si susseguono con lo stesso ordine con cui si eseguirebbero i calcoli manuali.
I programmi vengono utilizzati in forza di regolari licenze d’uso e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, esempi tipo, schemi tipo e strutture risolvibili analiticamente in forma chiusa; tali procedure consentono di verificare l’attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti, individuando eventuali vizi ed anomalie. Per la certificazione e validità dei software di calcolo si vedano i relativi “*verification manual*” allegati ai vari software.

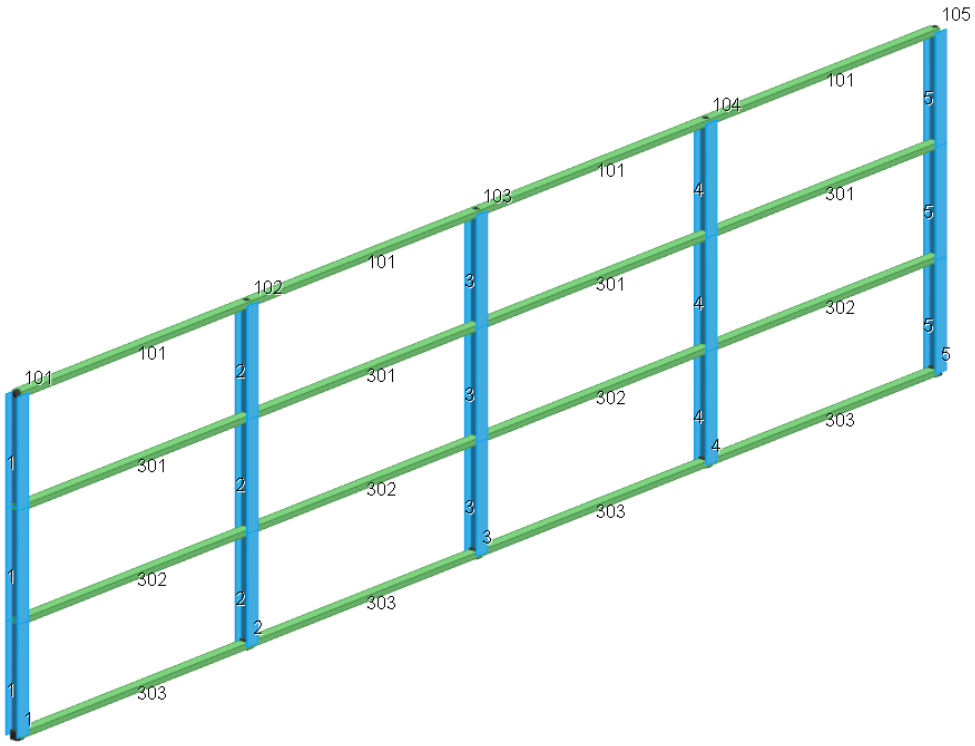
B.5.3 Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Si faccia riferimento agli elaborati grafici per la deduzione della geometria dello stato di fatto e degli elementi in progetto.

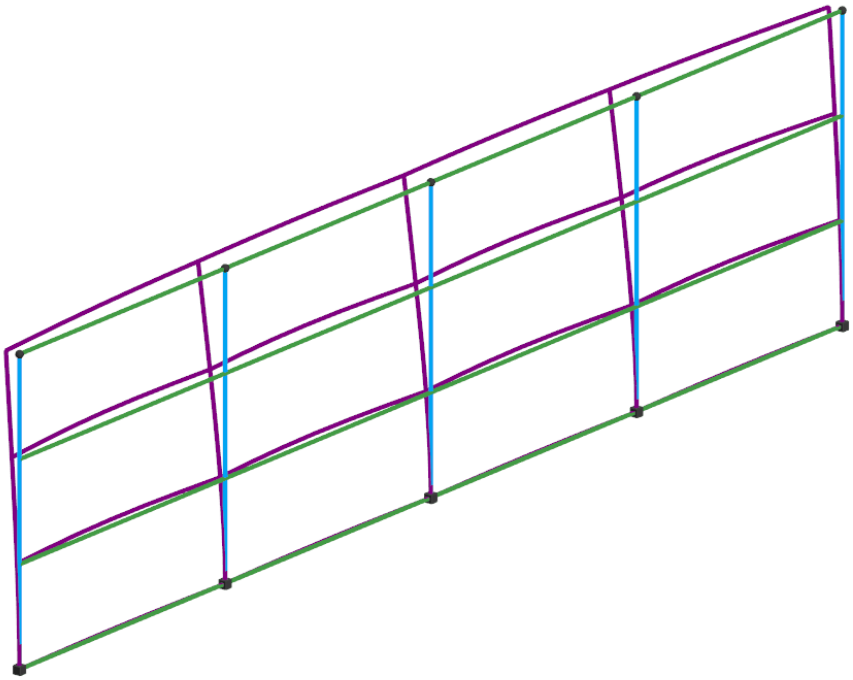
B.6 PRINCIPALI RISULTATI

Di seguito vengono riportati i principali risultati grafici desunti dai modelli di calcolo delle strutture di nuova realizzazione.

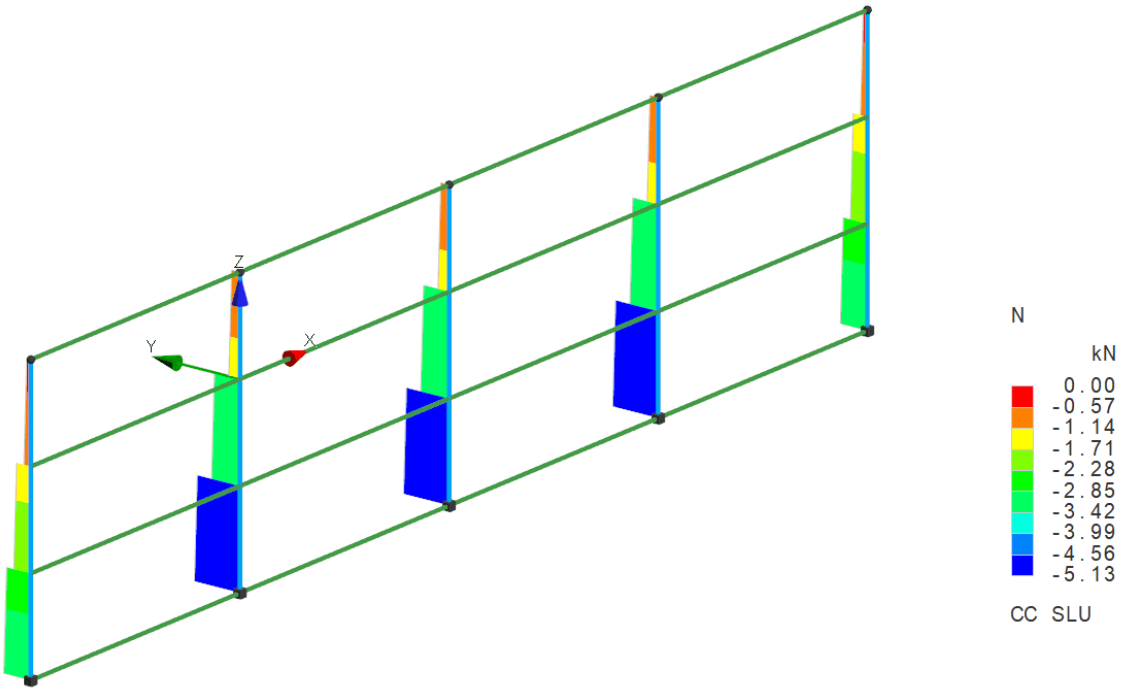
B.6.1 Verifiche e sollecitazioni baraccatura nuova recinzione



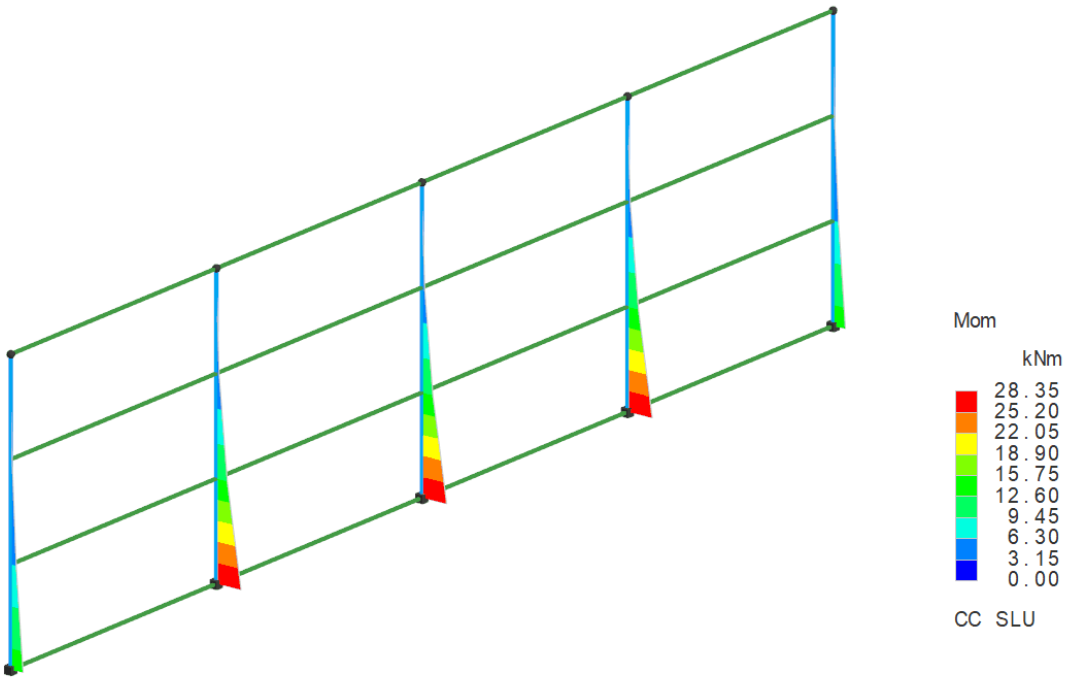
modello di calcolo



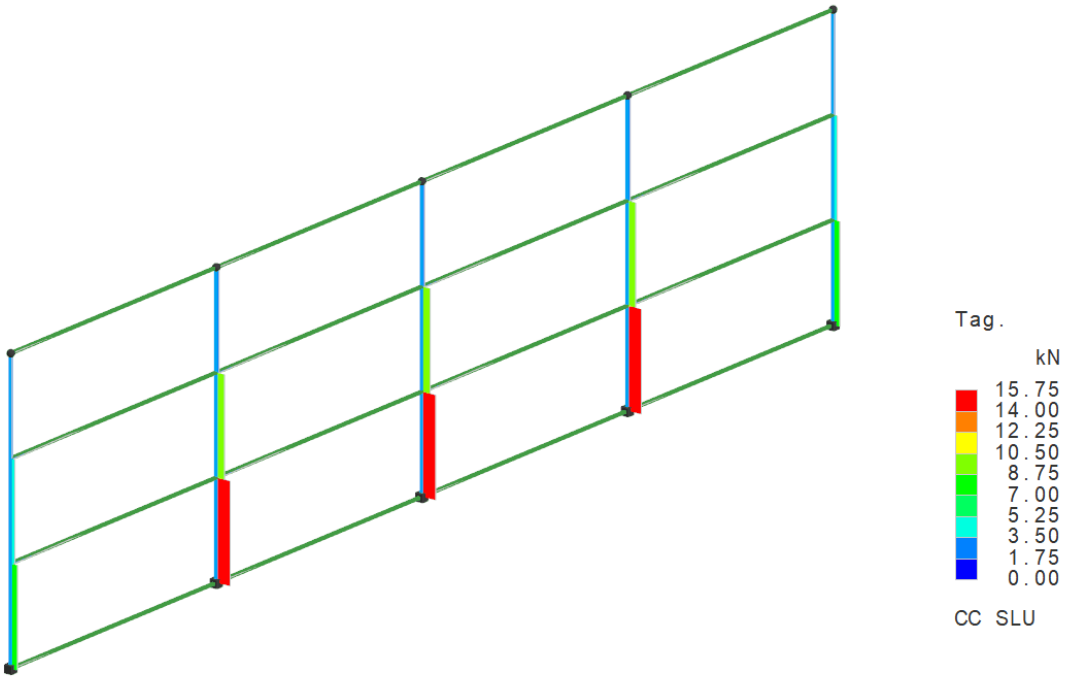
Deformata telaio in condizione di carico allo S.L.U.



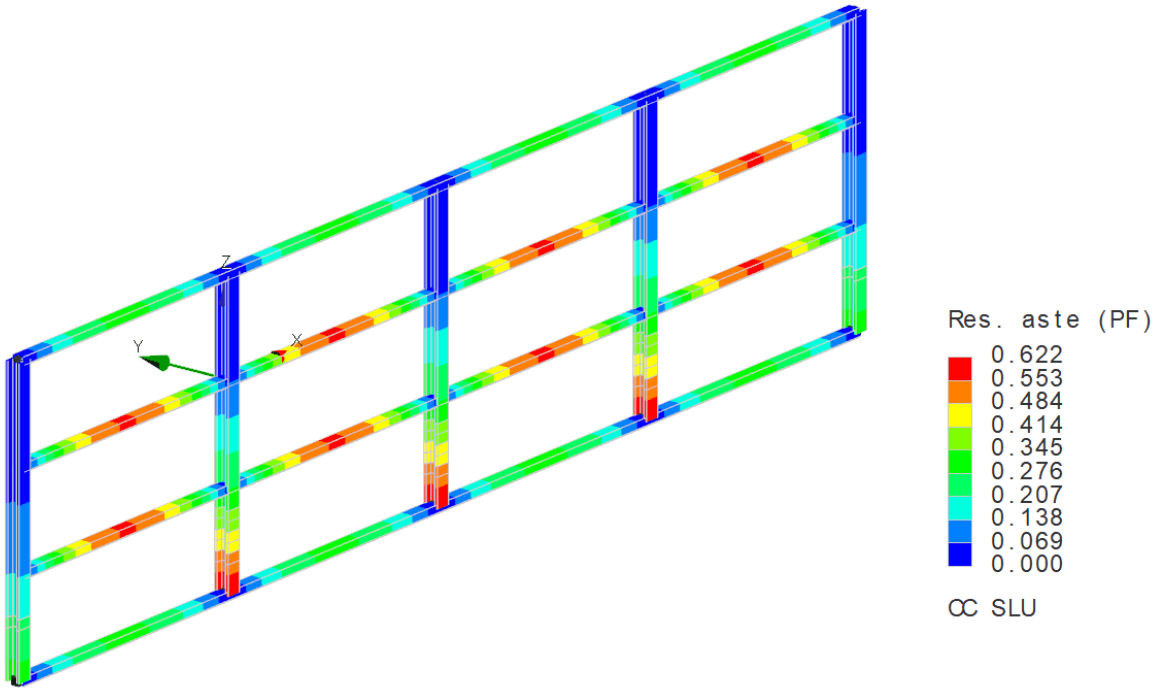
Inviluppo sforzo normale massimo agente sulle aste



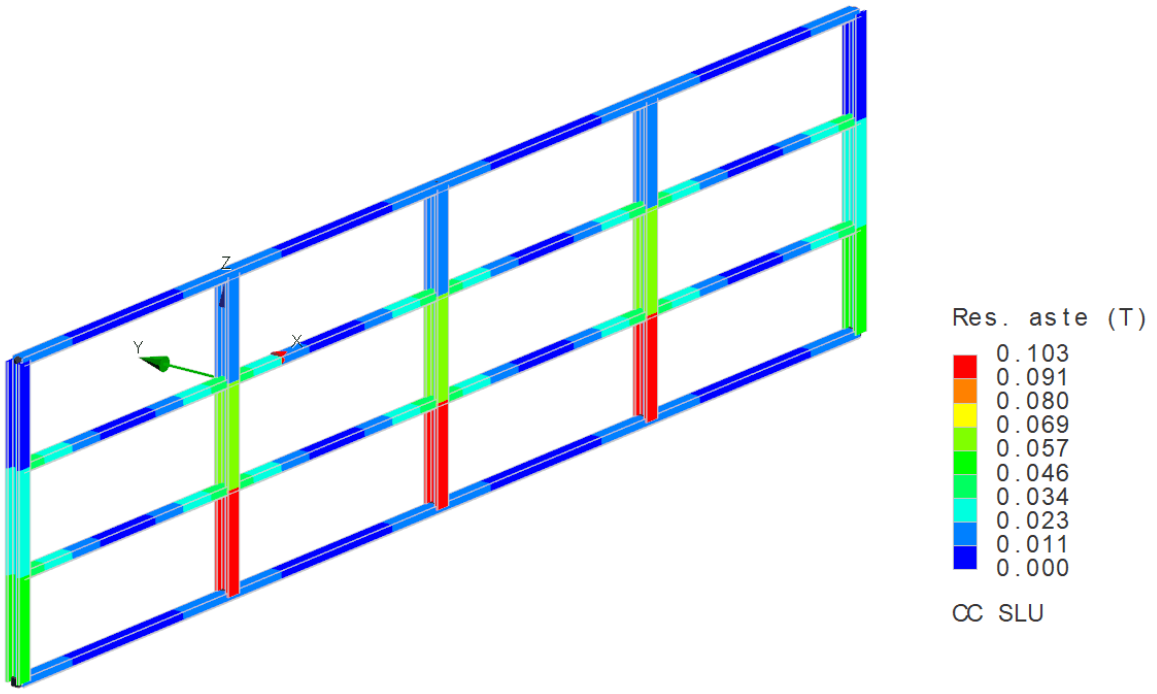
Inviluppo momenti massimi agente sulle aste



Inviluppo tagli massimi agente sulle aste



Tassi di sfruttamento massimi per pressoflessione



Tassi di sfruttamento massimi per taglio

B.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

B.7.1 Verifica delle aste

Si rimanda al paragrafo G “Tabulato di calcolo”.

B.7.2 Verifica della piastra di base

Si rimanda al paragrafo G “Tabulato di calcolo”.

B.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA’ DEI RISULTATI

Gli schemi di calcolo adottati risultano elementari, pertanto non risulta necessaria alcuna verifica dei risultati ottenuti.

C RELAZIONE SUI MATERIALI

C.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI

Si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali per uso strutturale:

MATERIALE	SPECIFICHE TECNICHE
Calcestruzzo fondazioni, pali	Classe di resistenza (N/mmq): C25/30 (UNI EN 206 - UNI 11104): XC2 Dimensione massima degli aggregati d=25 mm Classe di consistenza S4/S5 Rapporto acqua/cemento <0.60 Minimo contenuto in cemento: >300 Kg/mc
Acciaio in barre per c.a.	Acciaio in barre ad aderenza migliorata: B450C impiegabile anche come FeB44K Tensione caratt. snervamento fyk>=fynom=450N/mm^2 Tensione caratt. rottura ftk>=fynom=540N/mm^2 Allungamento (Agt)k>=7.5% (frattile 10%)
Reti di acciaio elettrosaldate	Acciaio in barre ad aderenza migliorata: B450C impiegabile anche come FeB44K
Acciaio per carpenteria (profili, piastre e catene)	Acciaio tipo S275 Tensione caratteristica di snervamento fyk=275N/mmq Tensione caratteristica di rottura ftk=430/mmq Saldature di prima classe
Bulloneria	Viti classe 8.8 (UNI EN ISO 898-1:2013) Dadi classe 8 (UNI EN ISO 898-2:2012) Rosette in acciaio C50 UNI EN 10083-1:2006 (HRC 31-40) (UNI EN 14399-5:2005) (UNI EN 14399-6:2005)
Saldature	Saldature di testa a piena penetrazione di I° classe

C.2 VALORE DI CALCOLO

MATERIALE	VALORI DI CALCOLO
Calcestruzzo Classe di resistenza (N/mm^2): C25/30	- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: f_{ck}=25 N/mm^2 - Coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata: α_{cc}=0.85 - Coeff. parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo: γ_c=1.5 - Resistenza di calcolo a compressione: f_{cd}= (α_{cc}* f_{ck})/ γ_c=14.17 N/mm^2 - Resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo: f_{ctm}=(0.30* $f_{ck}^{2/3}$)=2.56 N/mm^2 - Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo: f_{ctk}=0.7* f_{ctm}=1.80 N/mm^2 - Resistenza di calcolo a trazione: f_{ctd}= f_{ctk}/ γ_c=1.20 N/mm^2
Acciaio in barre per c.a. e reti elettrosaldate B450C	- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq f_{ynom}$=450 N/mm^2 - Coeff. parziale di sicurezza relativo all'acciaio: γ_s=1.15 - Resistenza di calcolo dell'acciaio: f_{yd}= f_{yk}/ γ_s=391.3 N/mm^2 - Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq f_{tnom}$=540 N/mm^2 - $1.15 < (f_t/f_y)_k < 1.35$ - $(f_y/f_{ynom})_k < 1.25$ - Allungamento $(A_{gt})k \geq 7.5\%$ (frattile 10%)

D ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

Per quanto riguarda gli elaborati grafici si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente relazione.

E PIANO DI MANUTENZIONE

Sommario

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione. Art. 23 c. 8 D. Lgs. n. 50/2016 (Nuovo Codice dei contratti pubblici), art. 38 D.P.R. n. 207/2010 (Regolamento di attuazione al Codice dei contratti pubblici).

MANUALE D'USO

Strutture di elevazione

Pilastri in acciaio

Descrizione: Strutture verticali in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire al piano di fondazione le sollecitazioni statiche e sismiche trasmesse dai piani della sovrastruttura.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: I pilastri in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione e taglio nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Travi in acciaio

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Strutture in fondazione

Travi di fondazione

Descrizione: Strutture di fondazione diretta di tipo continuo con sviluppo lineare, che trasmettono le sollecitazioni statiche e sismiche della sovrastruttura al terreno.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi di fondazione sono elementi progettati per resistere: a rotture di taglio lungo superfici di scorrimento nel terreno, ad eccessive variazioni di volume del complesso di terreno interessato, ai cedimenti differenziali nei punti di contatto con il terreno.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

MANUALE DI MANUTENZIONE

Strutture di elevazione

Pilastri in acciaio

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi di fondazione devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

Cause: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifughi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Travi in acciaio

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi di fondazione devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie *riscontrabili*

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

Cause: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifughi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Strutture in fondazione

Travi di fondazione

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi di fondazione devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Cedimenti

Descrizione: Dissesti uniformi e/o differenziali con manifestazioni di abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Cause: Mutamenti delle condizioni del terreno dovuti a cause quali: variazione della falda freatica, rottura di fognature o condutture idriche in prossimità della fondazione, ecc. Mutamenti delle condizioni di carico applicate.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale; riduzione della stabilità a livello globale della struttura; lesioni all'elemento strutturale e/o alla sovrastruttura.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura, georesine, opere di sostegno, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione

Descrizione: Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.

Cause: Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con fessurazioni e crepe.

Cause: Ritiro; cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.

Effetto: Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisionali, sottofondazioni locali.

Esecutore: Ditta specializzata

Non perpendicolarità dell'edificio

Descrizione: L'edificio è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
Sottoprogramma delle prestazioni
Strutture di elevazione
Pilastri in acciaio

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Travi in acciaio

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Ciclo di vita utile: 20

Strutture in fondazione
Travi di fondazione

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi di fondazione devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Ciclo di vita utile: 50

Sottoprogramma dei controlli
Strutture di elevazione
Pilastri in acciaio
Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonchè della perpendicolarità della struttura.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità di controllo: A vista.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Travi in acciaio
Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonchè della perpendicolarità della struttura.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità di controllo: A vista.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Strutture in fondazione
Travi di fondazione
Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle zone di terreno direttamente interessate dalla stessa.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione
Strutture di elevazione
Pilastri in acciaio
Manutenzioni da effettuare

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Travi in acciaio

Manutenzioni da effettuare

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si

dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Strutture in fondazione
Travi di fondazione
Manutenzioni da effettuare

Consolidamento terreno

Descrizione: Opere e/o procedimenti specifici di consolidamento del terreno da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite. Trattamenti di miglioramento della resistenza delle fondazioni anche tramite l'impiego di georesine.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Realizzazione sottofondazioni

Descrizione: Realizzazione di sottofondazioni locali o globali a sostegno del sistema di fondazione e della struttura.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato, tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

F RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICHE

F.1 RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

Per quel che riguarda le indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito, si rimanda all'elaborato di relazione redatto dal Dott. Geol. Marco Brunelli nel gennaio 2021.

F.2 RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

L'area di indagine è ubicata in zona densamente urbanizzata posta a nord-ovest del centro storico di Pesaro, in destra idrografica del Fiume Foglia, ad una distanza minima di circa 120 m dall'alveo fluviale nel suo ultimo tratto prima di sfociare, dopo un chilometro circa, nel mare Adriatica.
Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del sottosuolo oggetto di indagine sono state eseguite le seguenti operazioni:

- Reperimento di dati litostratigrafici da sondaggi a carotaggio eseguiti nelle varie campagne di caratterizzazione ambientale dell'area;
- Svolgimento di 3 prove penetrometriche statiche;
- Prelievo di un campione indisturbato di terreno;
- Analisi geotecniche di laboratorio;
- Indagine sismica;
- Correlazione dei dati litostratigrafici e geomeccanici/geotecnici a disposizione in una sezione litostratigrafica e geomeccanica

L'opera in oggetto verra realizzata in prossimità della prova penetrometrica statica CPT1. Da tale prova si deduce che il primo strato di terreno, all'interno del quale vengono realizzate le strutture di fondazione presenta le seguenti caratteristiche:

(A) ALLUVIONI prevalentemente fini con riporto grossolano, da considerare a prevalente comportamento coesivo alle quali si può attribuire i seguenti principali parametri geotecnici: Cu = 0.6 kg/cm^2 – Eu = 25 kg/cm^2

L'elaborazione congiunta dell'indagine sismica MASW e HVSR ha consentito di stimare una velocità V_{Seq} riferita al piano campagna attuale dell'area di studio pari a 297 m/s, velocità che, in rispetto alla vigente normativa NTC2018 fa ricadere il sottosuolo nella **categoria sismica "C".**

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Le strutture in oggetto sono realizzate mediante struttura metallica impostata su una soletta di fondazione approfondita mediante magrone fino a terreno idoneo; in particolare il Box Uffici è dotato di una soletta di fondazione di spessore s=40cm mentre i restanti due Box per stoccaggio hanno un fondazione di spessore s=25cm. I carichi in gioco sono estremamente contenuti e determinano uno stato di sollecitazione sul terreno estremamente ridotto. Si riportano di seguito le mappe delle tensioni esercitate dalle platee di fondazione sul terreno.

Le nuove strutture verranno impostate su di un nuovo sistema fondazionale costituito da pali di fondazione Φ30 lunghi L=3.00m.

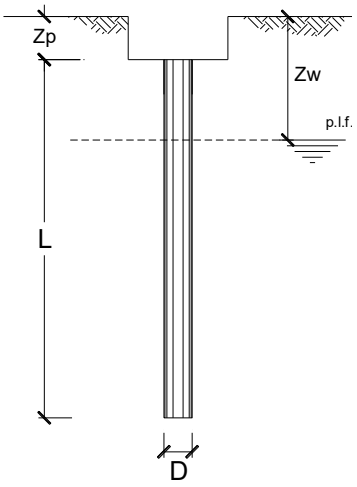
F.2.1 Verifica dei pali ai carichi verticali

Si riporta di seguito la portata verticale del palo.
Si riporta il calcolo dell'azione verticale massima agente sul palo:
- Baraccatura metallica + pannelli → N = 6.07 kN
- Peso cordolo di collegamento → N = 1.3*25*0.4*0.4*3 = 15.6 kN
- Peso palo → N = 1.3*25*π*0.3*0.3/4*3 = 6.89 kN

La massima azione verticale allo SLU vale: 6.07 + 15.6 + 6.89 = 28.56 kN

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI MEDIO DIAMETRO

OPERA: palo f30 L=3,0 m



DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D):	0,30	(m)	Area del Palo (Ap):	0,071	(m^2)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p):	0,40	(m)	Quota falda dal p.c. (z_w):	1,00	(m)
Carico Assiale Permanente (G):	28,56	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):	0	(kN)
Numero di strati	1		Lpalo =	3,00	(m)

coefficienti parziali	azioni		resistenza laterale e di base	
Metodo di calcolo	permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_b	γ_s
Stato limite ultimo	1,00	1,30	1,60	1,30
Tensioni ammissibili	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dall'utente	1,00	1,00	1,35	1,15

n	1	2	3	4	5	7	10	TA	ut
ξ_3	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25	1,00	1,60
ξ_4	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08	1,00	1,48

Strato	Spess	Tipo di terreno	Parametri del terreno						
			γ	c'_{med}	c'_{min}	φ'_{med}	φ'_{min}	$c_{u\,med}$	$c_{u\,min}$
(-)	(m)		(kN/m^3)	(kPa)	(kPa)	(°)	(°)	(kPa)	(kPa)
1	3,00	alluvioni prevalentemente fini	19,00	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	60,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		0,4

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

Strato	Spess	Tipo di terreno
(-)	(m)	
1	3,00	alluvioni prevalentemente fini

media				
Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
67,9	0,00	9,00	604,6	42,7

minima				
Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
67,9	0,00	9,00	604,6	42,7

CARICO ASSIALE AGENTE

$Nd = Ng \cdot \gamma_g + Nq \cdot \gamma_q$

Nd = 28,6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

alla base	$R_{b;cal\ med}$ =	42,7 (kN)
laterale	$R_{s;cal\ med}$ =	67,9 (kN)
totale	$R_{c;cal\ med}$ =	110,6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

alla base	$R_{b;cal\ min}$ =	42,7 (kN)
laterale	$R_{s;cal\ min}$ =	67,9 (kN)
totale	$R_{c;cal\ min}$ =	110,6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = Min(R_{b,cal\ med}/\xi_3 ; R_{b,cal\ min}/\xi_4) =$ **26,7 (kN)**

$R_{s,k} = Min(R_{s,cal\ med}/\xi_3 ; R_{s,cal\ min}/\xi_4) =$ **42,4 (kN)**

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k}$ **= 69,1 (kN)**

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$R_{c,d} = R_{bk}/\gamma b + R_{sk}/\gamma s$

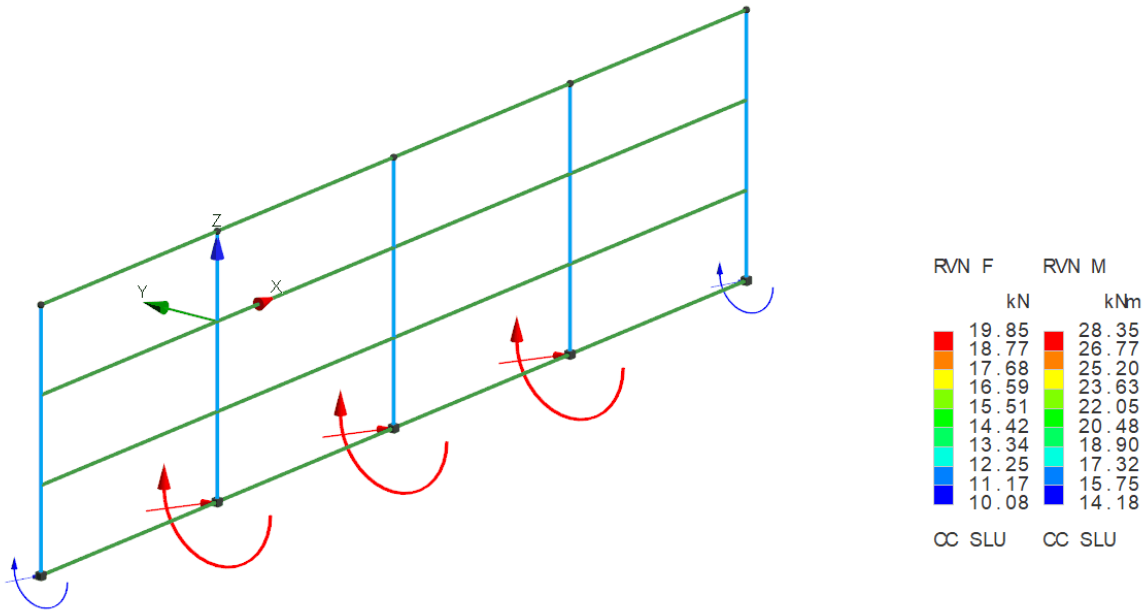
$R_{c,d}$ **= 56,7 (kN)**

Fs = Rc,d / Nd

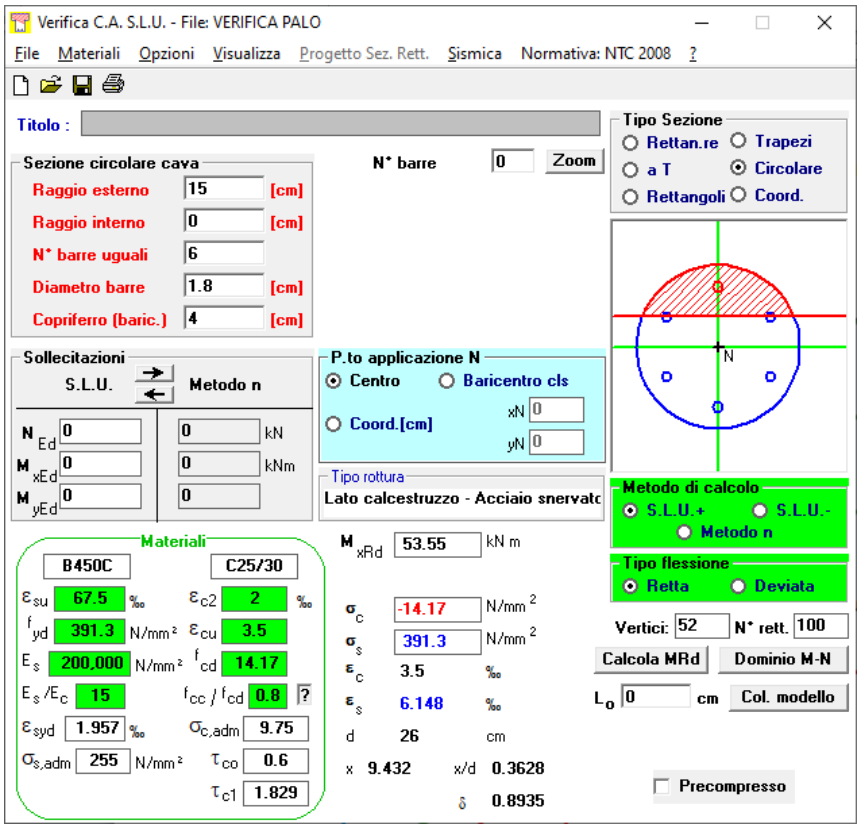
Fs = 1,98

F.2.2 Verifica dei pali ai carichi orizzontali

Si riportano le reazioni vincolari massimi agenti sul sistema di fondazione.



Le reazioni vincolari massime sono pari a:
F_z =6.07 kN
$F_{H=}$ 18.90 kN
Per la determinazione del carico limite orizzontale si è utilizzato lo schema del palo libero di ruotare in testa in terreni coesivi.
Si riporta il calcolo del momento di plasticizzazione del palo.



Si riporta il calcolo del carico limite orizzontale.

Il valore di “e” corrisponde alla distanza della risultante dei carichi orizzontali rispetto alla quota del terreno.

Dati geometrici

Cu =	60	kN/mq	coesione non drenata
d =	0.3	m	diametro del palo
L =	3	m	lunghezza del palo
e=	1.5	m	quota del carico H rispetto alla testa del palo
My =	53.55	kNm	momento di plasticizzazione palo
H=	19	kN	azione orizzontale sollecitante
Fc	1.3		coefficiente di sicurezza

Verifica a carico orizzontale

H =	78.70	kN	PALO CORTO
H =	26.36	kN	PALO LUNGO

Hamm =	**20.28**	**kN**	**>**	**19.00** **kN**

Il palo risulta verificato ai carichi orizzontali.

F.2.3 Verifica a taglio dei pali

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	19	[kN]
§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	8	[mm]
Numero di braccia	n_b	2	[-]
Passo delle staffe	s	140	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	101	[mm^2]
Braccio della coppia interna	z	189	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	1.00	[-]
		1.00	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	**V_{Rsd}**	**53.11**	**[kN]**
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	7.08	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	**V_{Rcd}**	**167.34**	**[kN]**
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	380.14	[mm]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	**V_{Rd}**	**53.11**	**[kN]**
§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE			
Resistenza massima a taglio della trave	**V_{Rd}**	**185.94**	**[kN]**

Il palo risulta verificato a taglio.

F.2.4 Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosita' sismica di base" del sito di costruzione

Vedi paragrafo "B".

G TABULATO DI CALCOLO

Geometria

Elenco vincoli nodi

Simbologia
Comm. = Commento
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler
Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
Lz = Larghezza (dir. Z locale)
RL = Rotazione libera
Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Vn = Numero del vincolo nodo

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly <m>	Lz <m>	Kt <daN/cmc>
1	Libero	L	L	L	L	L	L				

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly <m>	Lz <m>	Kt <daN/cmc>
2	Incastro	B	B	B	B	B	B				

Elenco nodi

Simbologia
Imp. = Numero dell'impalcato
Nodo = Numero del nodo
Vn = Numero del vincolo nodo
X = Coordinata X del nodo
Y = Coordinata Y del nodo
Z = Coordinata Z del nodo

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
-10	0.00	9.00	2.00	0	1
-6	0.00	-3.00	2.00	0	1
-2	0.00	0.00	1.00	0	1
3	0.00	3.00	0.00	0	2
102	0.00	0.00	3.00	0	1

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
-9	0.00	6.00	2.00	0	1
-5	0.00	9.00	1.00	0	1
-1	0.00	-3.00	1.00	0	1
4	0.00	6.00	0.00	0	2
103	0.00	3.00	3.00	0	1

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
-8	0.00	3.00	2.00	0	1
-4	0.00	6.00	1.00	0	1
1	0.00	-3.00	0.00	0	2
5	0.00	9.00	0.00	0	2
104	0.00	6.00	3.00	0	1

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
-7	0.00	0.00	2.00	0	1
-3	0.00	3.00	1.00	0	1
2	0.00	0.00	0.00	0	2
101	0.00	-3.00	3.00	0	1
105	0.00	9.00	3.00	0	1

Elenco materiali

Simbologia
α = Coeff. di dilatazione termica
ν = Coeff. di Poisson
Comm. = Commento
E = Modulo elastico
G = Modulo elastico tangenziale
Mat. = Numero del materiale
P = Peso specifico

Mat.	Comm.	P <daN/mc>	E <daN/cmq>	G <daN/cmq>	ν	α
18	Acciaio	7850	2100000.00	800000.00	0.3	1.000000E-05

Elenco sezioni aste

Simbologia
B = Base
C = Numero del criterio di progetto
Comm. = Commento
Crit. C.F. = Criterio di progetto collegamento finale

Crit. C.I. =Criterio di progetto collegamento iniziale
H =Altezza
Ma =Numero del materiale
Mem. =Membratura
T = Trave
P = Pilastro
Sez. =Numero della sezione
Tipo =Tipologia
Rc = Rettangolare cava
Is = I stondata
Ver. =Verifica prevista
A = Acciaio
a =Spessore anima
r =Raggio raccordo anima-ala
r1 =Raggio in testa ala
s =Spessore ala

Sez.	Comm.	Tipo	Mem.	Ver.	B <cm>	H <cm>	s <cm>	a <cm>	r <cm>	s <cm>	r1 <cm>	Ma	C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
1	P - HEA140	Is	P	A	14.00	13.30	0.85	0.55	1.20		0.00	18	1	1	2
2	Tubo 100x50x3	Rc	T	A	10.00	5.00				0.30		18	1	2	2

Elenco vincoli aste

Simbologia
Comm. =Commento
Kt =Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler
Mxf =Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mxi =Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Myf =Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Myi =Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mzf =Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mzi =Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Nf =Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Ni =Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tipo =Tipologia
SVI = Definizione di vincolamenti interni
ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler
BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione
BIE-RC = Biella resistente solo a compressione
BIE-RT = Biella resistente solo a trazione
Tyf =Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tyi =Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tzf =Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tzi =Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Va =Numero del vincolo asta

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt <daN/cmc>
1	Inc+Inc	SVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Cer+Cer	SVI	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	

Carichi

Elenco tipi CCE

Simbologia
γ max =Coeff. γ_{max}
γ min. =Coeff. $\gamma_{min.}$
ψ_0 =Coeff. ψ_0
$\psi_{0,s}$ =Coeff. ψ_0 sismico (D.M. 96)
ψ_1 =Coeff. ψ_1
ψ_2 =Coeff. ψ_2
Comm. =Commento
Durata =Durata del carico
P = Permanente
L = Lunga
B = Breve
Tipo =Tipologia

G = Permanente
Qv = Variabile vento
Q = Variabile
Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	γ min.	γ max	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{0,s}$
1	D.M. 18 Permanenti strutturali	G	P	1.00	1.30				
11	D.M. 18 Variabili Vento	Qv	B	0.00	1.50	0.60	0.20	0.00	0.00
2	D.M. 18 Permanenti non strutturali	G	L	0.80	1.50				

Condizioni di carico elementari

Simbologia
CCE = Numero della condizione di carico elementare
Comm. = Commento
Dir. = Direzione del vento
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
Sic. = Contributo alla sicurezza
S = a sfavore
Tipo = Tipologia di pressione vento
M = Massimizzata
E = Esterna
I = Interna
Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Var. = Tipo di variabilità
B = di base
s = Coeff. di riduzione (T.A. o S.L. D.M. 96)

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	s	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	PESO PROPRIO	1	S	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	VENTO	11	S	B	1.00	0.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	PESO PANNELLATURA	2	S	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco carichi aste

Condizione di carico n. 1: PESO PROPRIO
Elenco peso proprio aste

Simbologia
A = Area
Comm. = Commento
Mat. = Materiale
P = Peso specifico
PL = Peso specifico a metro lineare
Sez. = Numero della sezione

Sez.	Comm.	A <cmq>	Mat.	P <daN/mc>	PL <daN/m>
1	P - HEA140	31.416900	Acciaio	7850.00	24.66
2	Tubo 100x50x3	8.640000	Acciaio	7850.00	6.78

Condizione di carico n. 2: VENTO
Carichi distribuiti

Simbologia
Asta = Numero dell'asta
DC = Direzione del carico
XG,YG,ZG = secondo gli assi globali
XL,YL,ZL = secondo gli assi locali
E = Elemento provenienza del carico
S = Solaio
T = Tamponatura

N1 =Nodo iniziale
N2 =Nodo finale
NE =Numero elemento di provenienza del carico
Qf =Carico finale
Qi =Carico iniziale
T =Tipo di carico
QA = Primo carico accidentale
QA2 = Secondo carico accidentale
QA3 = Terzo carico accidentale
QPS = Carico permanente strutturale
QPN = Carico permanente non strutturale
VE = Vento
M = Manuale
Xf =Distanza finale
Xi =Distanza iniziale

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
101	101	102	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00
101	103	104	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00
301	-6	-7	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
301	-8	-9	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
302	-1	-2	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
302	-3	-4	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
303	1	2	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00
303	3	4	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
101	102	103	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00
101	104	105	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00
301	-7	-8	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
301	-9	-10	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
302	-2	-3	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
302	-4	-5	-	--	M	XG	0.00	140.00	3.00	140.00
303	2	3	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00
303	4	5	-	--	M	XG	0.00	70.00	3.00	70.00

Condizione di carico n. 3: PESO PANNELLATURA
Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
101	101	102	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00
101	103	104	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00
301	-6	-7	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
301	-8	-9	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
302	-1	-2	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
302	-3	-4	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
303	1	2	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00
303	3	4	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
101	102	103	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00
101	104	105	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00
301	-7	-8	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
301	-9	-10	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
302	-2	-3	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
302	-4	-5	-	--	M	ZG	0.00	30.00	3.00	30.00
303	2	3	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00
303	4	5	-	--	M	ZG	0.00	15.00	3.00	15.00

Risultati del calcolo

Parametri di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:
ModeSt ver. 8.24, licenza n. 5043, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato
La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:
Xfinest ver. 9.2.3, licenza n. 3355, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
Tipo di calcolo: calcolo statico
Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido
Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Lineari: Sì
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

Opzioni di calcolo

- Non sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

Opzioni del solutore

- Tipo di elemento bidimensionale: QF46
- Calcolo sforzo nei nodi: No
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Sì
- Check sequenza di Sturm: Sì
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per buckling: No
- Trascura buckling torsionale: No

Dati struttura

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_N: 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

Ambienti di carico
Simbologia
N = Numero
Comm. = Commento
1 = PESO PROPRIO
2 = VENTO
3 = PESO PANNELLATURA
F = azioni orizzontali convenzionali
SLU = Stato limite ultimo
SLR = Stato limite per combinazioni rare
SLF = Stato limite per combinazioni frequenti
SLQ/D = Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno
S = Sì
N = No

N	Comm.	1	2	3	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo statico	S	S	S	S	S	S	S

Elenco combinazioni di carico simboliche

Simbologia
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Comm. = Commento
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
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

CC	Comm.	TCC	1	2	3
1	Amb. 1 (SLU)	SLU	γ max	γ max	γ max
2	Amb. 1 (SLE R)	SLE R	1	1	1
3	Amb. 1 (SLE F)	SLE F	1	ψ_1	1
4	Amb. 1 (SLE Q)	SLE Q	1	ψ_2	1

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

Combinazioni delle CCE

Simbologia
An. = Tipo di analisi
L = Lineare
NL = Non lineare
Bk = Buckling
S = Sì
N = No
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Comm. = Commento
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
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

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3
1	Amb. 1 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50
2	Amb. 1 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00
3	Amb. 1 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	0.20	1.00
4	Amb. 1 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	0.00	1.00

Verifiche aste in acciaio

Simbologia

Δ	<cm>	= Spostamento relativo membratura
Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
Φ_y		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse y(c)
Φ_z		= Coefficiente Φ per inflessione intorno all'asse z(e)
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
αmy, αmz, αLT		= Coefficienti correttivi per il momento flettente
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
χ_y		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c)
χ_z		= Coefficiente χ di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e)
δ	<cm>	= Spostamento relativo asta
λ^*_y		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c)
λ^*_z		= Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e)
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
λ_y		= Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c)
λ_z		= Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e)
$\sigma_{ID,max}$	<daN/cmq>	= Tensione ideale massima
σ_M	<daN/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
σ_N	<daN/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
τ	<daN/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Area	<cmq>	= Area
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cod.		= Codice
Curva		= Curva di instabilità adottata
D	<cm>	= Distanza
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Jω	<cm6>	= Costante di ingobbamento
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz		= Coefficienti di interazione
L	<m>	= Lunghezza dell'asta
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
MNy,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a pressoflessione intorno all'asse Y
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
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
Mz	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Z
N	<daN>	= Sforzo normale
N,Ed	<daN>	= Forza assiale di calcolo
Nc,Rd	<daN>	= Resistenza a compressione
Ncr,y	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c)
Ncr,z	<daN>	= Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e)
Sez.		= Numero della sezione
Tipo		= Tipologia Rc = Rettangolare cava Is = I stondata
Tp		= Tipo di acciaio
Ty	<daN>	= Taglio in dir. Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
$f_{z,G}$	<cm>	= Freccia in direzione Z globale
$f_{z,L}$	<cm>	= Freccia in direzione Z locale

k_c =Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
1	P - HEA140	Is	--	31.42	31.42	31.42	1033.15	389.32	5.73	3.52	155.36	55.62	S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00
2	Tubo 100x50x3	Rc	--	8.64	8.64	8.64	37.44	112.12	2.08	3.60	14.98	22.42	S275H UNI EN 10210-1	2750.00	4300.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	Jω <cm6>
1	P - HEA140	174.11	84.93	26.36	10.12	15063.70
2	Tubo 100x50x3	17.00	27.80	5.76	2.88	

Asta n. 1 (1 -1) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-787.50
  V,Ed=-787.50 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.05

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-304.61 T_z=-787.50 M_y=-1417.50
  My,Ed=-1417.50 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-304.61 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.31

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.19 (L/536)

Asta n. 1 (-1 -6) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-472.50
  V,Ed=-472.50 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.03

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-191.82 T_z=-472.50 M_y=-630.00
  My,Ed=-630.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-191.82 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.14

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.39 (L/254)

Asta n. 1 (-6 101) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-79.04 T_z=-157.50 M_y=-157.50
  My,Ed=-157.50 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-79.04 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.03

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.45 (L/220)

Asta n. 2 (2 -2) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-1575.00
  V,Ed=-1575.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.10

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-513.04 T_z=-1575.00 M_y=-2835.00
  My,Ed=-2835.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-513.04 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.01 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.62

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.37 (L/268)

Asta n. 2 (-2 -7) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-945.00
  V,Ed=-945.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.06

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-319.52 T_z=-945.00 M_y=-1260.00
  My,Ed=-1260.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-319.52 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.28

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.79 (L/127)

Asta n. 2 (-7 102) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-126.01 T_z=-315.00 M_y=-315.00
  My,Ed=-315.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-126.01 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.07

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.91 (L/110)

Asta n. 3 (3 -3) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-1575.00
  V,Ed=-1575.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.10

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-513.04 T_z=-1575.00 M_y=-2835.00
  My,Ed=-2835.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-513.04 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.01 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.62

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.37 (L/268)

Asta n. 3 (-3 -8) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-945.00
  V,Ed=-945.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.06

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-319.52 T_z=-945.00 M_y=-1260.00
  My,Ed=-1260.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-319.52 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.28

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.79 (L/127)

Asta n. 3 (-8 103) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-126.01 T_z=-315.00 M_y=-315.00
  My,Ed=-315.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-126.01 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.07

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.91 (L/110)

Asta n. 4 (4 -4) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-1575.00
  V,Ed=-1575.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.10

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-513.04 T_z=-1575.00 M_y=-2835.00
  My,Ed=-2835.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-513.04 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.01 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.62

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.37 (L/268)

Asta n. 4 (-4 -9) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-945.00
  V,Ed=-945.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.06

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-319.52 T_z=-945.00 M_y=-1260.00
  My,Ed=-1260.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-319.52 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.28

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.79 (L/127)

Asta n. 4 (-9 104) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-126.01 T_z=-315.00 M_y=-315.00
  My,Ed=-315.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-126.01 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.07

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.91 (L/110)

Asta n. 5 (5 -5) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-787.50
  V,Ed=-787.50 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.05

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-304.61 T_z=-787.50 M_y=-1417.50
  My,Ed=-1417.50 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-304.61 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.31

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.19 (L/536)

Asta n. 5 (-5 -10) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-472.50
  V,Ed=-472.50 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.03

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-191.82 T_z=-472.50 M_y=-630.00
  My,Ed=-630.00 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-191.82 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.14

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.39 (L/254)

Asta n. 5 (-10 105) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=15309.60 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica a presso o tenso-flessione retta YY (4.2.4.1.2.7) - CC 1 SLU Xl=0.00 - Classe 1
  Sollecitazioni: N=-79.04 T_z=-157.50 M_y=-157.50
  My,Ed=-157.50 My,V,c,Rd=4560.12
  N,Ed=-79.04 Nc,Rd=-82282.30 YY n=N,Ed/Nc,Rd=0.00 MNy,c,Rd=4560.12 My,Ed/MNy,c,Rd=0.03

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 2
  δ=0.45 (L/220)

Asta n. 101 (101 102) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,G}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 101 (102 103) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 101 (103 104) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 101 (104 105) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 301 (-6 -7) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=80.73
  V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,G}$=0.49 (L/607)

Asta n. 301 (-7 -8) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=80.73
  V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 301 (-8 -9) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=80.73
  V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3

Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
$f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 301 (-9 -10) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_y=-315.00
V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_z=80.73
V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
$f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 302 (-1 -2) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_y=-315.00
V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_z=80.73
V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
$f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 302 (-2 -3) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_y=-315.00
V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_z=80.73
V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
$f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 302 (-3 -4) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
Sollecitazioni: T_y=-315.00

V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=80.73
  V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 302 (-4 -5) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-315.00
  V,Ed=-315.00 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.04

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=80.73
  V,Ed=80.73 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-60.54 M_z=-236.25
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 σ_{max}=1457.85 (sfrut=0.56)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=1457.85 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=1457.85 (sfrut=0.56)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.49 (L/608)

Asta n. 303 (1 2) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 303 (2 3) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 303 (3 4) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Asta n. 303 (4 5) - Sez. 2 (Tubo 100x50x3) - Crit. 1

- Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_y=-157.50
  V,Ed=-157.50 Vc,Rd=8710.00 V,Ed/Vc,Rd=0.02

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU Xl=0.00
  Sollecitazioni: T_z=46.98
  V,Ed=46.98 Vc,Rd=4355.00 V,Ed/Vc,Rd=0.01

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU Xl=1.50 - Classe 3
  Sollecitazioni: M_y=-35.23 M_z=-118.13
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 σ_{max}=762.04 (sfrut=0.29)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=0.00 τ=0.00 τ_{max}=0.00 (sfrut=0.00)
  Tensioni: σ_N=0.00 $\sigma_{m,d}$=762.04 τ=0.00 $\sigma_{ID,max}$=762.04 (sfrut=0.29)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{Z,L}$=0.29 (L/1026)

Membratura
Asta n. 1 (1 -1 -6 101) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SLU - Classe 1
  Sollecitazioni: N,Ed=-304.61 My,Ed=1417.50 L=3.00
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=3.00 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=16049.90 λ_{LT}=0.55
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.64 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.97
  λ_y=104.63 Ncr,y=59481.40 λ^*_y=1.21 Curva b: Φ_y=1.40 χ_y=0.48
  λ_z=170.44 Ncr,z=22414.30 λ^*_z=1.96 Curva c: Φ_z=2.86 χ_z=0.20
  Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.58, 0.00, 0.97
  Verifica YY: 0.00+0.31=0.31
  Verifica ZZ: 0.00=0.00

- Verifica spostamento relativo membratura - CC 2
  Δ=1.03 (L/290)

Membratura
Asta n. 2 (2 -2 -7 102) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SLU - Classe 1
  Sollecitazioni: N,Ed=-513.04 My,Ed=2835.00 L=3.00
  αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
  L_{cr}=3.00 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=16049.90 λ_{LT}=0.55
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.64 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.97
  λ_y=104.63 Ncr,y=59481.40 λ^*_y=1.21 Curva b: Φ_y=1.40 χ_y=0.48
  λ_z=170.44 Ncr,z=22414.30 λ^*_z=1.96 Curva c: Φ_z=2.86 χ_z=0.20

Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.59, 0.00, 0.99
Verifica YY: 0.01+0.62=0.62
Verifica ZZ: 0.01=0.01

- Verifica spostamento relativo membratura - CC 2
Δ=2.06 (L/145)

Membratura
Asta n. 3 (3 -3 -8 103) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: N,Ed=-513.04 My,Ed=2835.00 L=3.00
αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
L_{cr}=3.00 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=16049.90 λ_{LT}=0.55
$\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.64 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.97
λ_y=104.63 Ncr,y=59481.40 λ^*_y=1.21 Curva b: Φ_y=1.40 χ_y=0.48
λ_z=170.44 Ncr,z=22414.30 λ^*_z=1.96 Curva c: Φ_z=2.86 χ_z=0.20
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.59, 0.00, 0.99
Verifica YY: 0.01+0.62=0.62
Verifica ZZ: 0.01=0.01

- Verifica spostamento relativo membratura - CC 2
Δ=2.06 (L/145)

Membratura
Asta n. 4 (4 -4 -9 104) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: N,Ed=-513.04 My,Ed=2835.00 L=3.00
αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
L_{cr}=3.00 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=16049.90 λ_{LT}=0.55
$\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.64 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.97
λ_y=104.63 Ncr,y=59481.40 λ^*_y=1.21 Curva b: Φ_y=1.40 χ_y=0.48
λ_z=170.44 Ncr,z=22414.30 λ^*_z=1.96 Curva c: Φ_z=2.86 χ_z=0.20
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.59, 0.00, 0.99
Verifica YY: 0.01+0.62=0.62
Verifica ZZ: 0.01=0.01

- Verifica spostamento relativo membratura - CC 2
Δ=2.06 (L/145)

Membratura
Asta n. 5 (5 -5 -10 105) - Sez. 1 (P - HEA140) - Crit. 1

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 1 SLU - Classe 1
Sollecitazioni: N,Ed=-304.61 My,Ed=1417.50 L=3.00
αmy, αmz, αLT=0.95, 0.95, 0.95
L_{cr}=3.00 Curva b: α_{imp}=0.34 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=16049.90 λ_{LT}=0.55
$\lambda_{LT,0}$=0.40 Φ_{LT}=0.64 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.97
λ_y=104.63 Ncr,y=59481.40 λ^*_y=1.21 Curva b: Φ_y=1.40 χ_y=0.48
λ_z=170.44 Ncr,z=22414.30 λ^*_z=1.96 Curva c: Φ_z=2.86 χ_z=0.20
Kyy, Kyz, Kzy, Kzz=0.96, 0.58, 0.00, 0.97
Verifica YY: 0.00+0.31=0.31
Verifica ZZ: 0.00=0.00

- Verifica spostamento relativo membratura - CC 2
Δ=1.03 (L/290)

Verifiche collegamenti

Simbologia
Σ_T <daN/cmq> = Somma tensioni nel cordone di saldatura
σ <daN/cmq> = Tensione normale
σ_{ID} <daN/cmq> = Tensione ideale nel cordone di saldatura

σ_O <daN/cmq> = Tensione normale ortogonale all'asse del cordone di saldatura
σ_c <daN/cmq> = Tensione nel calcestruzzo
τ <daN/cmq> = Tensione tangenziale
τ_O <daN/cmq> = Tensione tangenziale ortogonale all'asse del cordone di saldatura
τ_P <daN/cmq> = Tensione tangenziale parallela all'asse del cordone di saldatura
At <mq> = Area a taglio
Bb,Rd,p <daN> = Punzonamento
Bnetta <mm> = Larghezza sezione al netto di eventuali fori
Bp,Ed,p <daN> = Azione di punzonamento di progetto lato piastra
CB = Classe del bullone
Fb,Ed,p <daN> = Rifollamento lato piastra
Fb,Rd,p <daN> = Resistenza a rifollamento lato piastra
Ft,Ed <daN> = Trazione nei bulloni
Ft,Rd <daN> = Resistenza a trazione del bullone
Ftb <daN/cmq> = Tensione di rottura dei bulloni
Fv,Ed <daN> = Taglio nei bulloni
Fv,Rd <daN> = Resistenza a taglio del bullone
Fyb <daN/cmq> = Tensione di snervamento dei bulloni
Fyk <daN/cmq> = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt <daN/cmq> = Tensione caratteristica di rottura
Hnetta <mm> = Altezza sezione al netto di eventuali fori
Int. V-T = Controllo interazione taglio/trazione [4.2.71]
LT <m> = Lunghezza tirafondi
Mx_1 <daNm> = Momento flettente intorno all'asse X locale
My <daNm> = Momento flettente intorno all'asse Y del collegamento
My_1 <daNm> = Momento flettente intorno all'asse Y locale
N <daN> = Sforzo normale agente sul collegamento
N_1 <daN> = Sforzo normale in direzione Z locale
NO <daN> = Azione che genera tensione normale ortogonale
RT <daN> = Resistenza tirafondi
TO <daN> = Azione che genera tensione tangenziale ortogonale
TP <daN> = Azione che genera tensione tangenziale parallela
Tp = Tipo di acciaio
Ty_1 <daN> = Taglio in direzione Y locale
Tz <daN> = Taglio in direzione Z agente sul collegamento
W <cmc> = Modulo di resistenza della piastra irrigidita

Piastra di base

Piastra 280.00 x 279.00 s=20.00 - 8 Tirafondi ϕ 16 - Profondità di infissione: 350.00
3 righe ad interasse 105.00
3 colonne ad interasse 105.00
Altezza di gola saldature: anima 5.66 - ala 7.07
Irrigidimenti:
Laterali parallele all'anima s=10.00
Trasversali s=10.00

Caratteristiche meccaniche

Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>	CB	Fyb <daN/cmq>	Ftb <daN/cmq>
S275 UNI EN 10025-2	2750.00	4300.00	8.8	6400.00	8000.00

Tirafondi e calcestruzzo
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=1575.00 N_1=-511.43 Mx_1=2756.25
Taglio nei bulloni: Fv,Ed=196.88 Fv,Rd=7720.78
Rifollamento lato piastra: Fb,Ed,p=196.88 Fb,Rd,p=18886.30
Trazione nei bulloni: Ft,Ed=3956.43 Ft,Rd=9043.20
Azione di punzonamento di progetto lato piastra: Bp,Ed,p=3956.43 Bb,Rd,p=41499.20
Int. V-T=0.34
Tirafondi:LT=0.62 (0.50) RT=7493.27
Compressione nel calcestruzzo: σ_c=97.98

Saldatura profilo-piastra
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=1575.00 N_1=-511.43 Mx_1=-2756.25

Azioni sul cordone: TP=0.00 TO=332.63 NO=-108.01
Tensioni nel cordone: τ_P=0.00 τ_O=39.21 σ_O=1437.44 σ_{ID}=1437.97 Σ_T=1476.65

Flessione attacco superiore piastra
At=0.00140 irrigidita W=42.62440000
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=-12953.50 Mx_1=-557.69
Tensioni nella sezione: σ=1308.39 τ=925.25

Verifica superiore come trave su due appoggi
Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=41192.80 My_1=443.62
Tensioni nella sezione: σ=665.42 τ=205.96

Flessione attacco inferiore piastra
At=0.00140 irrigidita W=42.62440000
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=11869.30 Mx_1=456.97
Tensioni nella sezione: σ=1072.08 τ=847.81

Flessione attacco destro piastra
At=0.00140 irrigidita W=42.60760000
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=1442.75 My_1=48.77
Tensioni nella sezione: σ=114.46 τ=103.05

Verifica destra come trave su due appoggi
Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=11046.80 My_1=206.72
Tensioni nella sezione: σ=310.08 τ=55.23

Flessione attacco sinistro piastra
At=0.00140 irrigidita W=42.60760000
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=1442.75 My_1=48.77
Tensioni nella sezione: σ=114.46 τ=103.05

Verifica sinistra come trave su due appoggi
Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Ty_1=11046.80 My_1=206.72
Tensioni nella sezione: σ=310.08 τ=55.23

Flessione locale inferiore
Bullone in x=0.00 y=-105.00
Bnetta=93.00 Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: Mx_1=152.32
Tensioni nella sezione: σ=2456.81

Flessione locale sinistra
Bullone in x=-105.00 y=0.00
Bnetta=66.00 Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: My_1=24.86
Tensioni nella sezione: σ=564.97

Flessione locale destra

Bullone in x=105.00 y=0.00
Bnetta=66.00 Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: My_1=24.86
Tensioni nella sezione: σ=564.97

Flessione locale angolo inferiore sinistro
Bullone in x=-105.00 y=-105.00
Bnetta=66.00 Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: My_1=98.91
Tensioni nella sezione: σ=2247.97

Flessione locale angolo inferiore destro
Bullone in x=105.00 y=-105.00
Bnetta=66.00 Hnetta=20.00
CC 1 SLU Asta n. 2 (2 -2)
Azioni sul collegamento: N=-511.43 Tz=1575.00 My=2756.25
Sollecitazioni agenti localmente: My_1=98.91
Tensioni nella sezione: σ=2247.97