

OGGETTO:

I CHIOSTRI DEL CORREGGIO

DISTRETTO DELLA CULTURA D'ECCELLENZA
AGROALIMENTARE:

Intervento di restauro e valorizzazione
socio-culturale del complesso monumentale di
San Paolo come polo culturale d'eccellenza

Riqualificazione spazi adiacenti al laboratorio
aperto del monastero

FASE: PROGETTO ESECUTIVO

CUP: I97H21001870004

CUI: L00162210348202100047

**OPERE IN VARIANTE AUTORIZZAZIONE
SABAP-PR N. 2993 DEL 14/11/2022**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Marco Ferrari
Parma Infrastrutture S.p.A.

PROGETTO DI RESTAURO ARCHITETTONICO:



Studio Architetto
Elena Bonelli
via Farini 29 - 43121 Parma
tel 0521 061421
elena.bonelli@bmnarchiteti.it

PROGETTO STRUTTURALE:



Studio Ar.Tec
ingegneria e architettura s.r.l.
via Po 136/a - 43125 Parma
tel 0521 292918 fax 0521 290195
studio@studioartecsrl.it

PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO:



Comastri Mirco
Studio Tecnico
Progettazione consulenze misure elettriche
via emilio salgari - 42123 Reggio Emilia
tel 0522 520154 fax 0521 290195
studio@comastri.eu

PROGETTO IMPIANTO MECCANICO:



via Martiri di Cervarolo 191/1 - Reggio Emilia
tel 0522 323270 - info@studiosla.it

**COORDINAMENTO SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE:**

Arch. Nicola Simboli
Parma Infrastrutture S.p.A.

**OPERE DI COMPLETAMENTO
CANTIERE 4 - SCALA INTERNA**

Relazioni di calcolo e piano di
manutenzione della parte strutturale

TITOLO:

TAVOLA:

S4_2

DATA:

SCALA:

Febbraio 2026

CODICE:

REVISIONI:

1

3

2

4

Questo elaborato è di proprietà riservata e non può essere utilizzato
diversamente dagli scopi per cui è stato fornito. La sua riproduzione parziale
e integrale deve essere autorizzata dai legittimi proprietari in forma scritta.

Relazione di calcolo

Progetto di consolidamento statico e miglioramento sismico del complesso monumentale di San Paolo (PR)

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	IL NUOVO PROGETTO.....	3
3	VERIFICA NUOVA SCALA METALLICA	5
3.1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA, MODELLAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE	5
3.2	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI CALCOLO	8
3.3	PRINCIPALI RISULTATI.....	13
3.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	16
4	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	21
5	PIANO DI MANUTENZIONE.....	23
6	RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA.....	37
7	VALUTAZIONE DI SICUREZZA	40
7.1	COEFFICIENTE DI SICUREZZA DELLA NUOVA SCALA IN ACCIAIO	40

1 Premessa

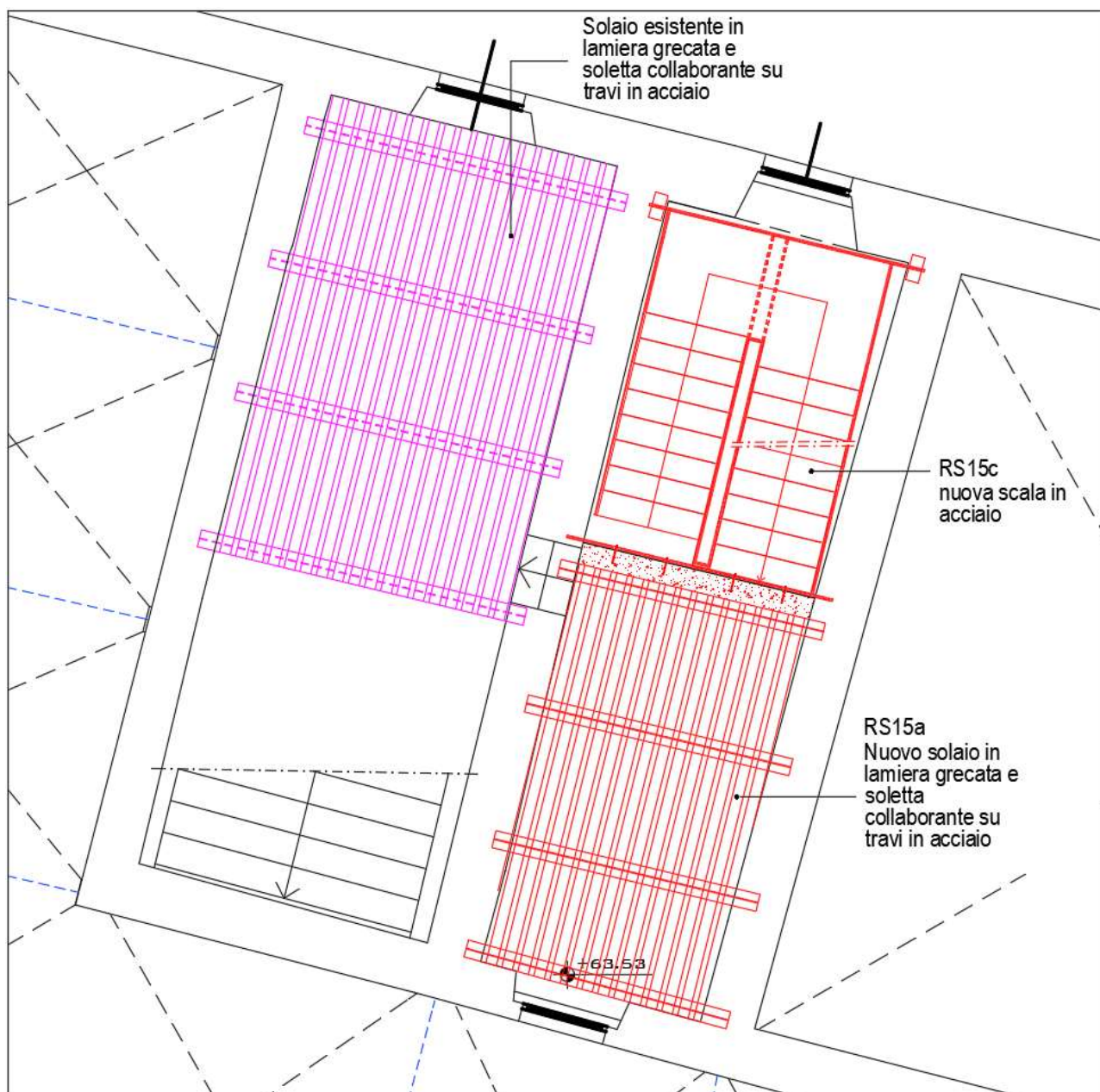
La presente relazione riguarda un nuovo stralcio al progetto di consolidamento statico e miglioramento sismico del complesso monumentale di San Paolo. Nel seguito saranno illustrate le principali differenze che hanno interessato il progetto strutturale originario, in particolare saranno eseguite le verifiche locali previste dalla normativa per i nuovi elementi strutturali introdotti e saranno descritti i nuovi modelli di calcolo necessari a tali verifiche. Per tutto quanto riguarda invece le caratteristiche e le descrizioni generali nonché i risultati dei modelli di calcolo globali dello stato di fatto e di progetto, non essendo questi interessati dalle limitate varianti locali introdotte con la presente, si rimanda a quanto contenuto all'interno della relazione di calcolo.

2 Il nuovo progetto

Come descritto in precedenza questa relazione si è resa necessaria in seguito ad alcune modifiche, rispetto al progetto esecutivo, inserite in fase realizzativa. Per il dettaglio di queste modifiche si rimanda a quanto contenuto all'interno degli elaborati grafici allegati alla presente. Per completezza sono riportati alcuni schemi di riferimento all'interno di ognuno dei paragrafi descrittivi delle varianti introdotte. Le principali modifiche introdotte rispetto a quanto depositato sono rappresentate da:

- Realizzazione di nuova scala metallica interna al corpo A

Si riporta di seguito l'individuazione in pianta della nuova scala metallica, salvo rimandare agli elaborati progettuali per ulteriori dettagli.



Nei successivi paragrafi saranno analizzati e verificati nel dettaglio gli interventi individuati.

3 Verifica nuova scala metallica

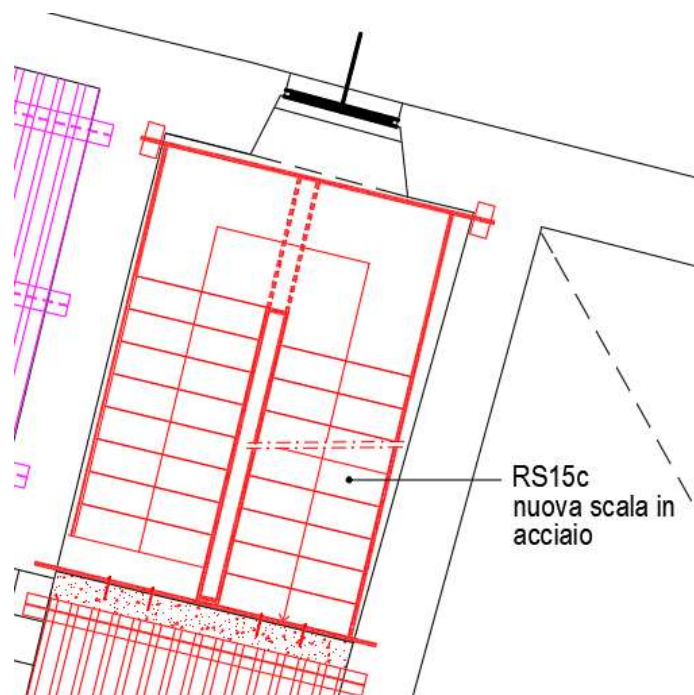
3.1 Descrizione della struttura, modellazione e criteri di progettazione

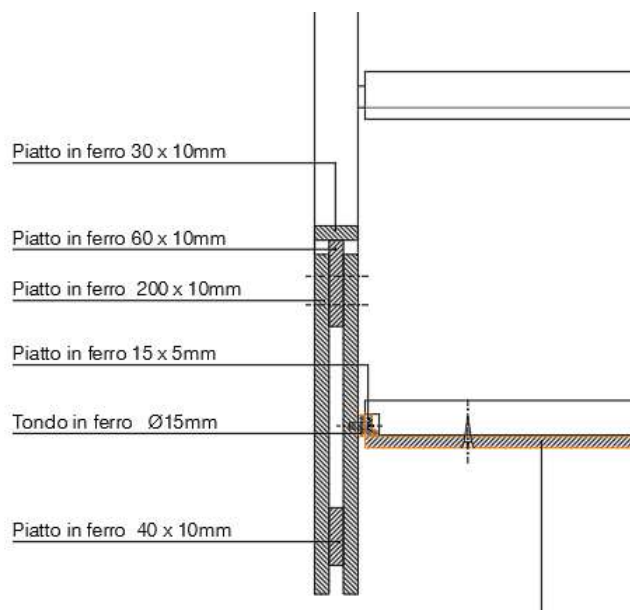
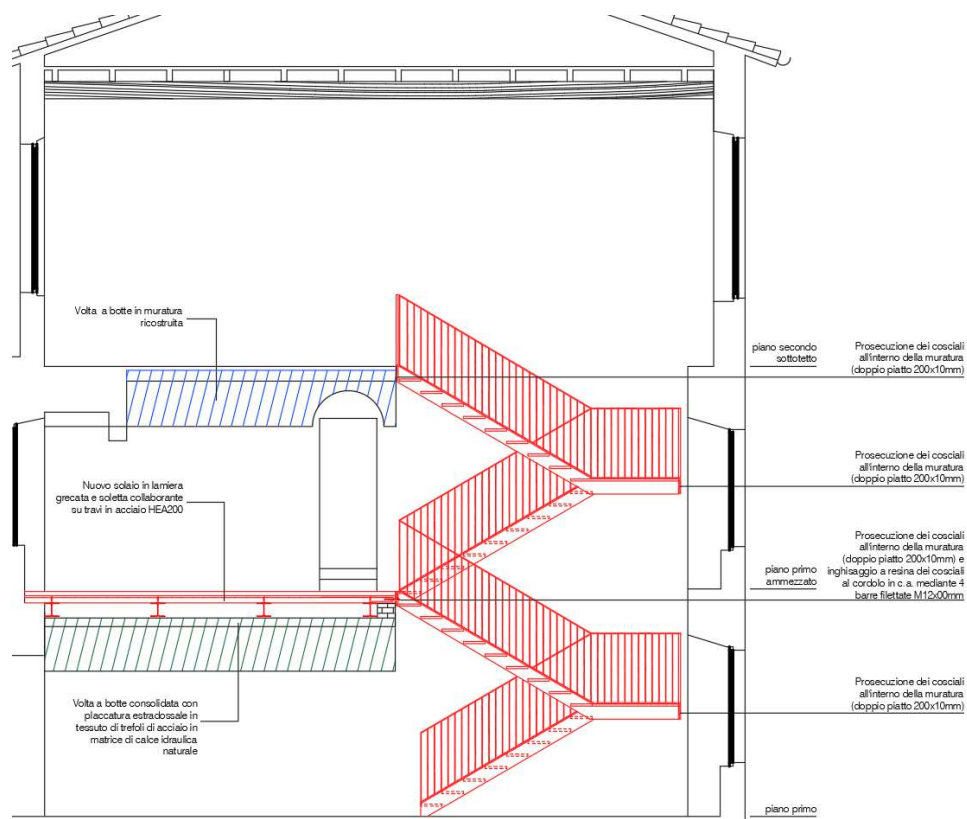
- *Caratteristiche della costruzione e criteri di progettazione*

La presente parte di relazione attiene la progettazione della scala metallica interna al corpo A come visto in precedenza. E' necessario sin d'ora chiarire che la scala posizionandosi all'interno dell'edificio ed essendo appoggiata alla struttura esistente e controventata dalla stessa si è verificata nei soli confronti dell'azione statica.

- *Descrizione generale dell'opera*

La struttura metallica in progetto verrà realizzata con struttura in acciaio. I cosciali saranno realizzati da doppio piatto 200x10mm. Le mensole di appoggio dei pianerottoli sono realizzate sempre con doppio profilo piatto 200x10mm. L'acciaio utilizzato nell'opera appartiene alla classe S235. Le unioni tra i diversi profili saranno realizzate mediante connessioni a squadretta con relativa bullonatura. Per una migliore comprensione del progetto stesso si rimanda a quanto contenuto all'interno degli elaborati grafici di progetto ed agli schemi di seguito riportati:





- *Criteri generali di analisi e verifica*

Metodo di calcolo agli stati limite

In generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare, sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio.

Verifica struttura in elevazione

Per l'analisi e la verifica della struttura si è costruito un modello di calcolo tridimensionale in grado di descrivere e cogliere correttamente il comportamento della struttura nonché di eseguire correttamente analisi e verifiche secondo quanto contenuto all'interno delle normative tecniche di riferimento. Sono riportate le verifiche di resistenza allo SLU per i profilati ed i nodi principali e le deformate per gli elementi in acciaio nello SLE. I carichi, i vincoli così come i risultati sono pertanto del tutto analoghi a quanto riportato di seguito.

Quadro normativo di riferimento adottato.

OPCM 20 marzo 2003 n° 3274 "Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale (...)".

D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

Circolare 21 febbraio 2019, n.617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

- *Azioni di progetto sulla costruzione.*

Le azioni applicate al modello strutturale sono le seguenti:

G2: peso dei gradini e del ballatoio 0.8kN/m^2

Q: peso da affollamento per scale 4kN/m^2

- *Modello numerico.*

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d'appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson.

- *Metodologia di modellazione ed analisi.*

Per la risoluzione completa della struttura si è utilizzata la versione 2025 del programma agli elementi finiti Mastersap (prodotto dalla AMV srl di Ronchi dei Legionari – GO). Il modello viene generalmente utilizzato per la verifica delle membrature monodimensionali in elevazione (travi e pilastri in acciaio) e bidimensionali (platea di fondazione in c.a.) e per la verifica sismica, utilizzando l'analisi dinamica modale, sia per le deformazioni che per le sollecitazioni. In generale le geometrie utilizzate (interassi delle membrature e sezioni) coincidono con quelle reali dei corrispondenti elementi, i carichi applicati (come lineari uniformemente distribuiti lungo gli elementi monodimensionali) sono quelli dedotti dalla tabella di analisi dei carichi, mentre i pesi propri vengono sempre messi in conto automaticamente dal programma. Per completezza si riportano in apposito allegato i tabulati di input (comprendenti geometrie, materiali, carichi e condizioni di carico), di output (spostamenti nodali, sollecitazioni, deformazioni). L'azione statica è stata applicata alla struttura in conformità alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018). L'azione statica è stata calcolata attraverso un'analisi statica lineare. Le verifiche verranno eseguite con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

3.2 Descrizione e caratteristiche del modello di calcolo

- *Informazioni e caratteristiche di progetto*

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Scala San Paolo
Intestazione del lavoro	
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unità di misura delle forze	kN
Unità di misura delle lunghezze	m

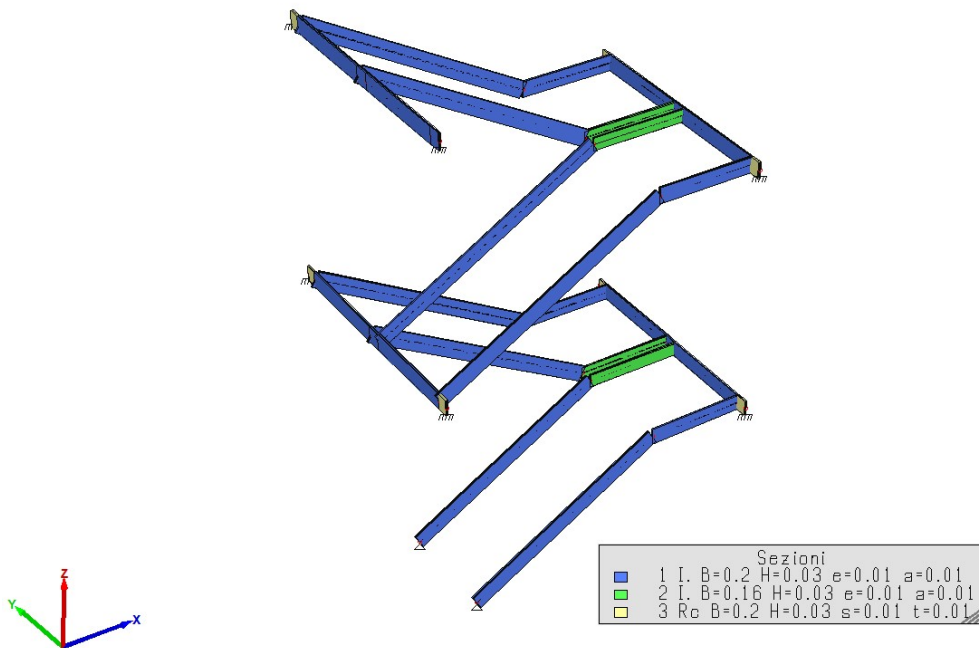
- *Sezioni utilizzate nel modello strutturale*

SEZIONE RETTANGOLARE CAVA

Codice	B	H	s	t
3	0.200	0.030	0.010	0.010

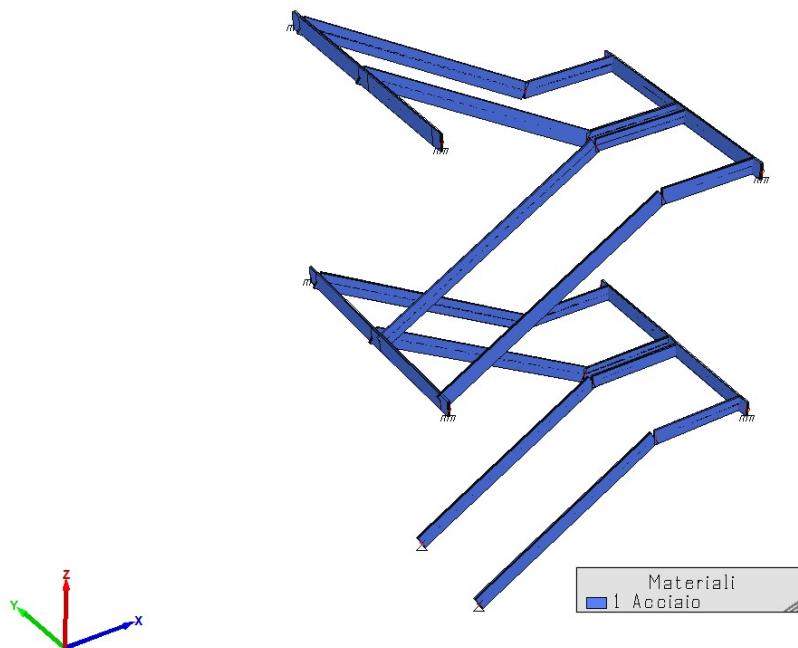
SEZIONI A I

Codice	B	H	a	e
1	0.200	0.030	0.010	0.010
2	0.160	0.030	0.010	0.010



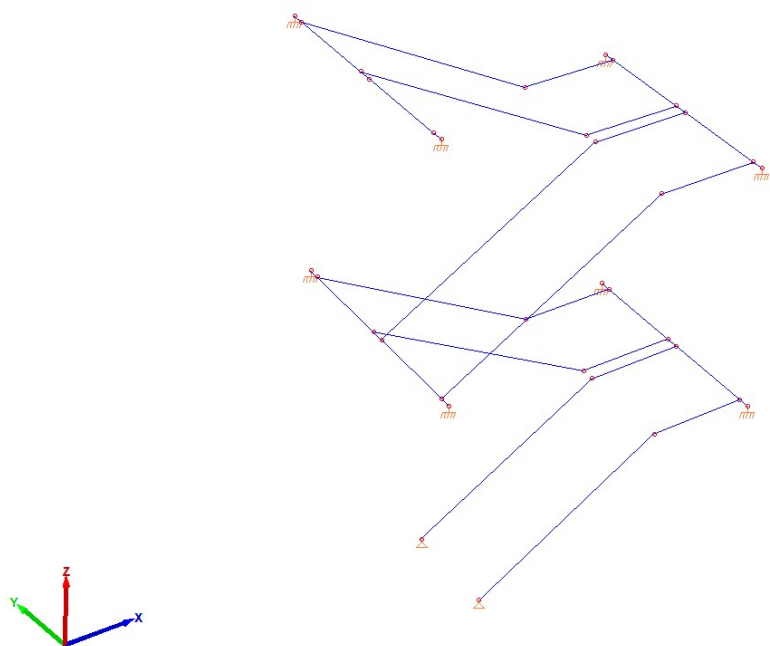
- *Lista Materiali Utilizzati*

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Acciaio	+2.06e+008	0.300	77.00850	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000



- *Vincoli adottati nel modello strutturale*

I vincoli esterni sono rappresentati da cerniere sferiche in partenza della prima rampa, mentre i pianerottoli risultano incastrati nella muratura, come si evince dall'immagine riportata di seguito.



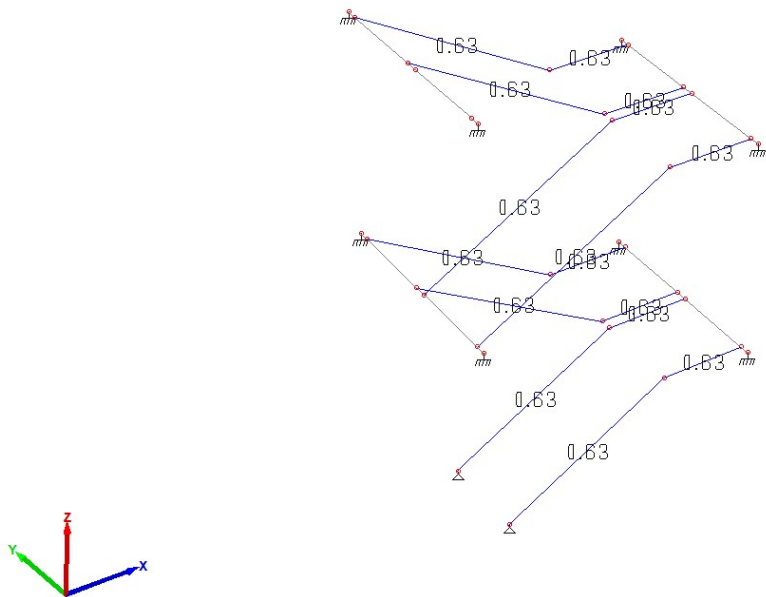
I vincoli interni tra gli elementi sono invece modellati, in accordo al comportamento reale della struttura come incastri.

- *Modellazione delle azioni*

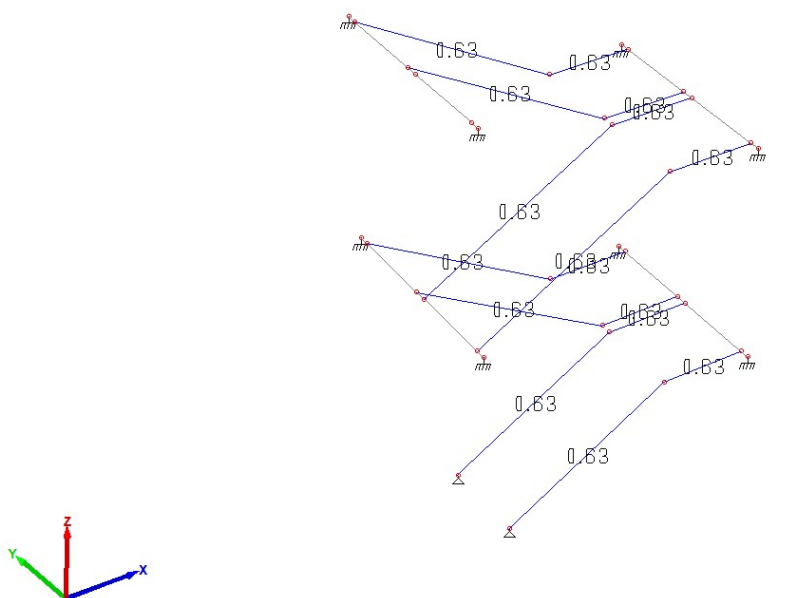
Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso lamiera e gradini in cotto	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.800000	0.000	-0.800000	0.000	1.0000	1.0000
Sovraccarico variabile scale	2	Condizione 2	Variabile: Aree di acquisto e congresso	-4.000000	0.000	-4.000000	0.000	1.0000	1.0000

Di seguito si riportano gli schemi che rappresentano graficamente I casi di carico sopra descritti:



Carico portato G2



Carico variabile da affollamento

- *Combinazioni e/o percorsi di carico.*

Le combinazioni di carico SLU statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante la combinazione dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la sicurezza della struttura ($\gamma_{g1}=\gamma_{g2}=1.3$, $\gamma_{q1}=1.5$).

Le combinazioni di carico SLE statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante la combinazione dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante i coefficienti parziali di sicurezza unitari ed i coeff. di combinazione per i casi rara, frequente e quasi permanente.

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme e specificato nel paragrafo sulle azioni. In particolare, gli stati limite ultimi analizzati saranno lo "Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)".

Verranno allegati gli spettri utilizzati sia per gli stati limite d'esercizio che per gli stati limiti ultimi.

In sede di dimensionamento vengono analizzate tutte le combinazioni, anche sismiche, impostate ai fini della verifica s.l.u.; vengono anche processate le specifiche combinazioni di

carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità).

Oltre all'impostazione spaziale delle situazioni di carico potenzialmente più critiche, in sede di dimensionamento vengono ulteriormente valutate, per le varie travate, tutte le condizioni di lavoro statico derivanti dall'alternanza dei carichi variabili, i cui effetti si sovrappongono a quelli dei pesi propri e dei carichi permanenti. Vengono anche imposte delle sollecitazioni flettenti di sicurezza in campata e risultano controllate le deformazioni in luce degli elementi.

Le combinazioni di carico per le fondazioni allo SLE statico sono analoghe a quelle della struttura in elevazione; lo stesso vale per lo SLU statico seguendo l'approccio 2 indicato nelle NTC.

Allo SLD le combinazioni di carico sono analoghe a quelle della struttura in elevazione.

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Carichi totali	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
2	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.000
3	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.700
4	Quasi permanente	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600

3.3 Principali risultati

- *Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative*

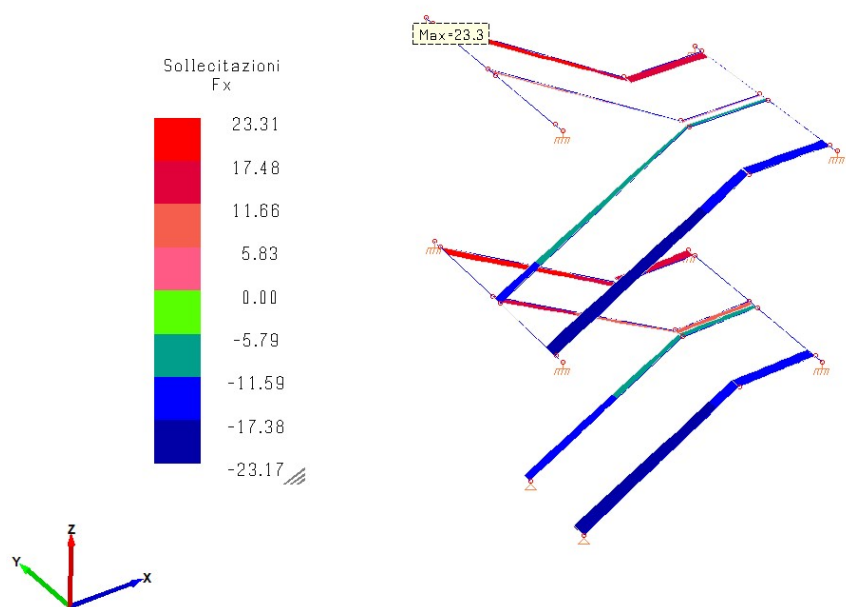


Diagramma sforzo normale F_x – Involuppo SLU statico

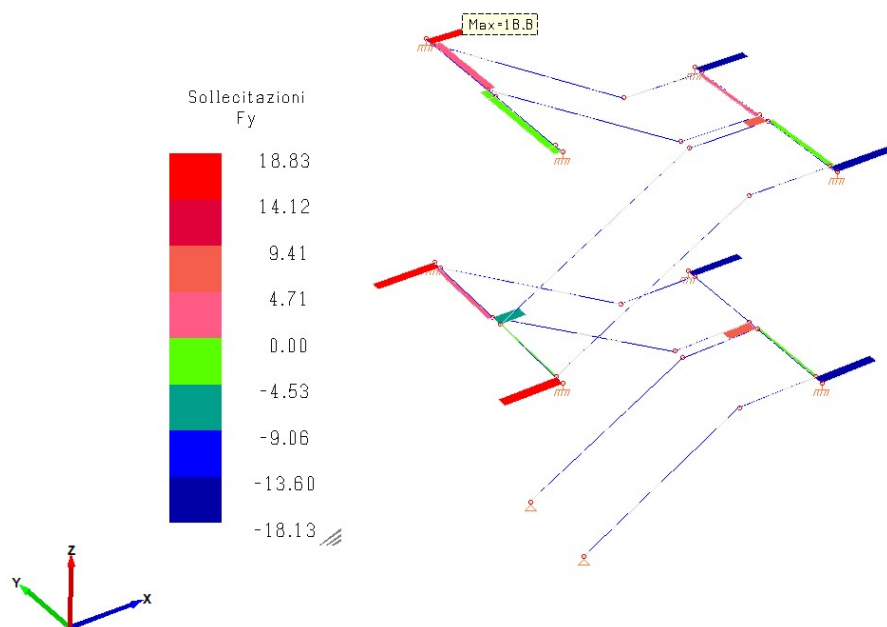


Diagramma sforzo di taglio F_y – Involuppo SLU statico

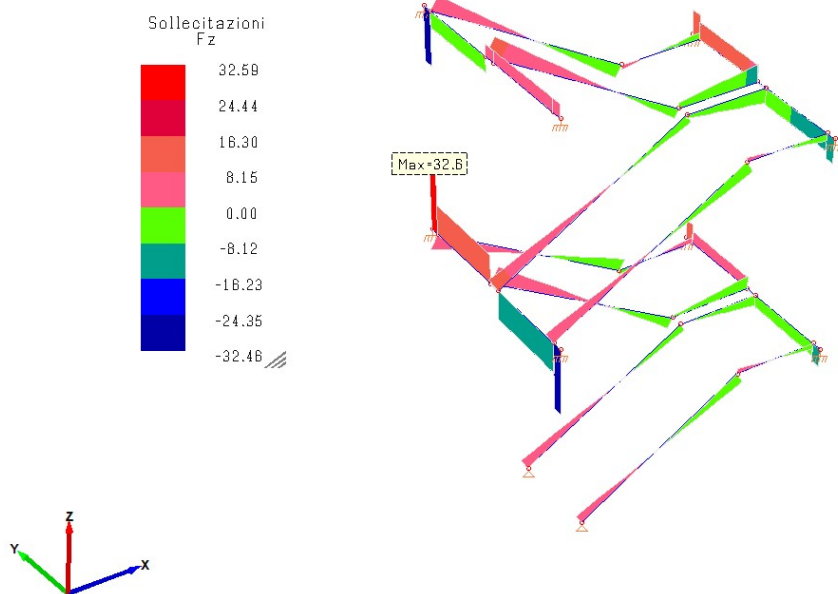


Diagramma sforzo di taglio Fz – Involuppo SLU statico

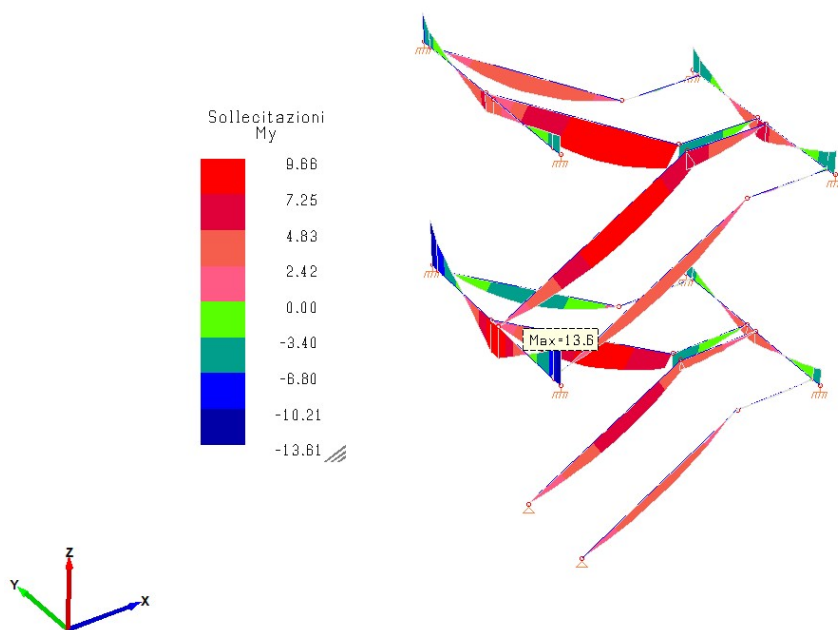


Diagramma momento flettente My – Involuppo SLU statico

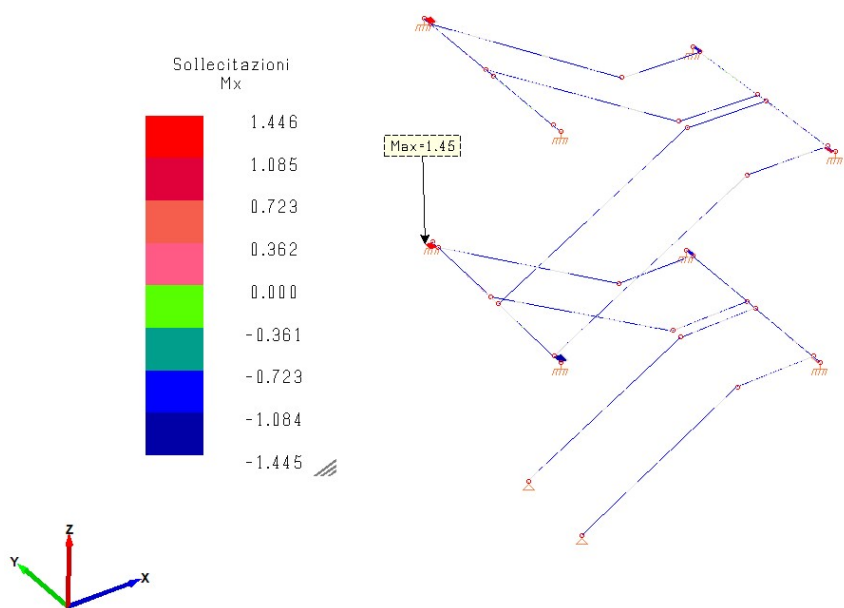


Diagramma momento torcente Mx – Inviluppo SLU statico

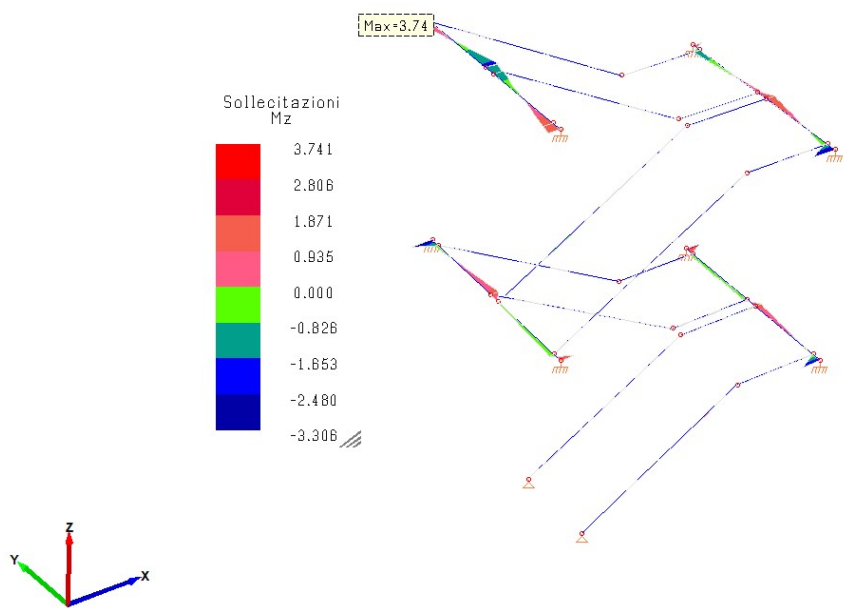
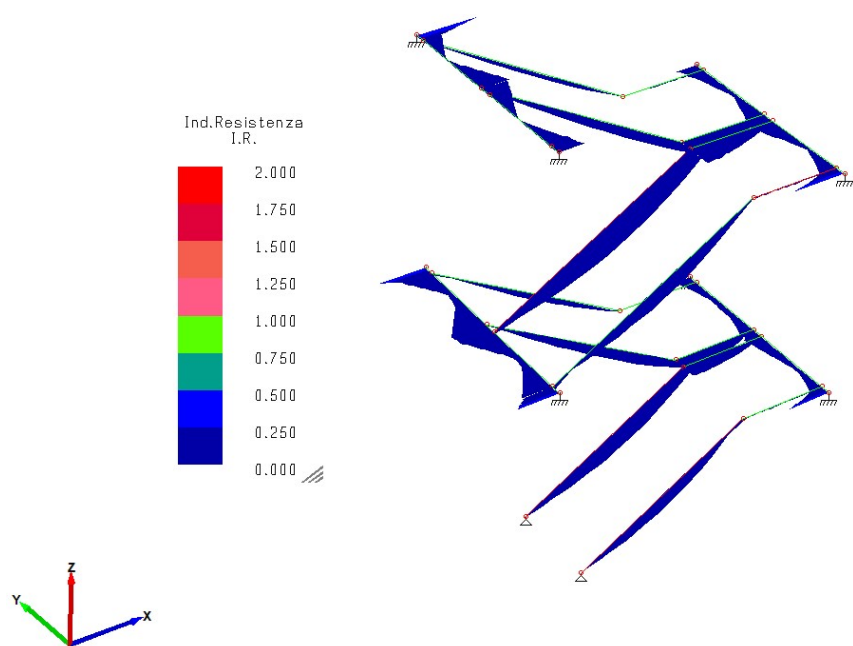


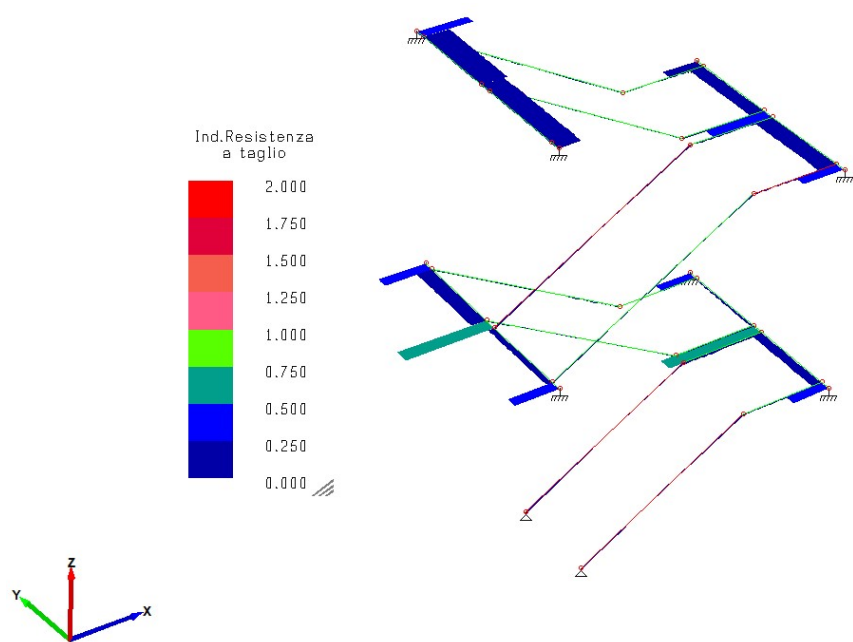
Diagramma momento flettente Mz – Inviluppo SLU statico

3.4 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

- *Elementi in acciaio – Travi e pilastri e controventi*



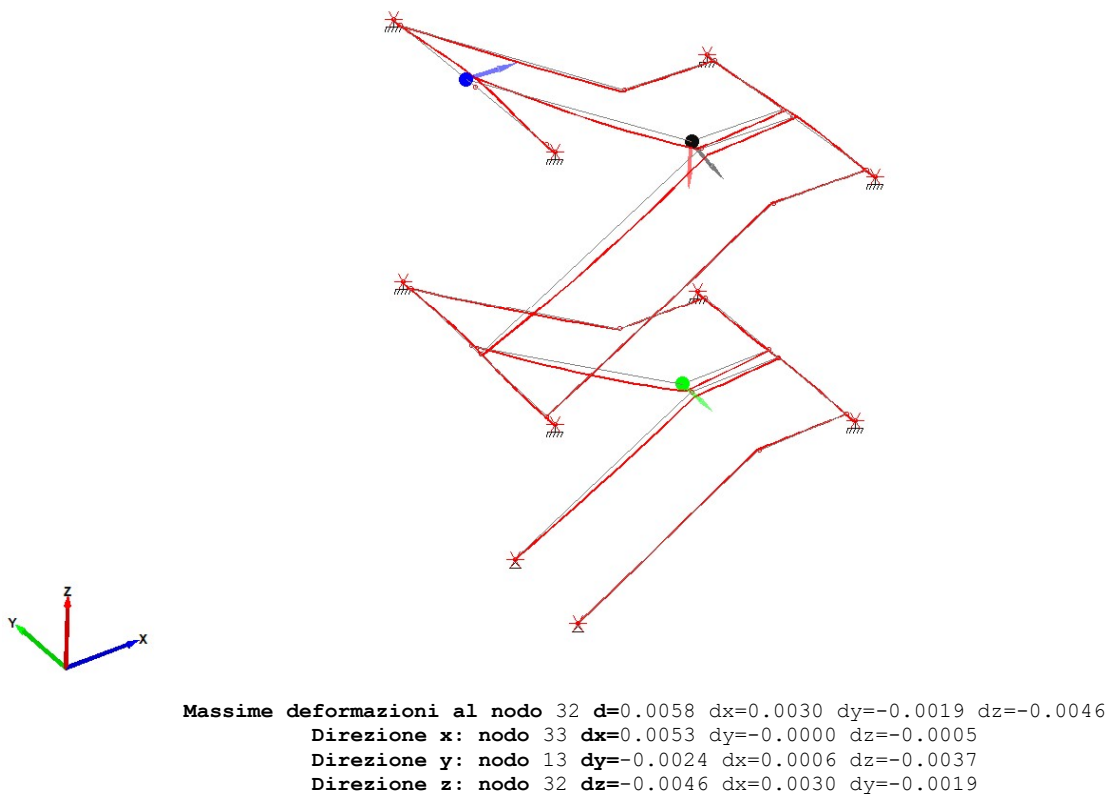
Inviluppo SLU-SLV – Indice di resistenza a pressoflessione



Inviluppo SLU-SLV – Indice di resistenza a taglio-torsione

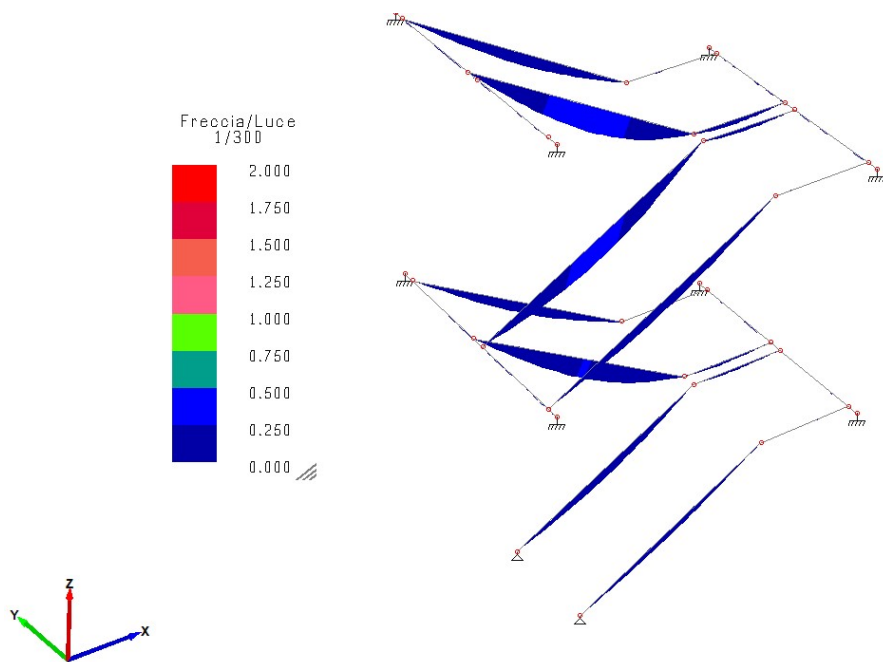
- *Verifiche SLE*

Si procede nel seguito alla verifica nei confronti degli stati lite di esercizio, in particolare sarà verificata la deformazione dei diversi elementi che costituiscono la struttura così come la deformazione dell'intera struttura. Le deformazioni per la combinazione rara sono le seguenti:



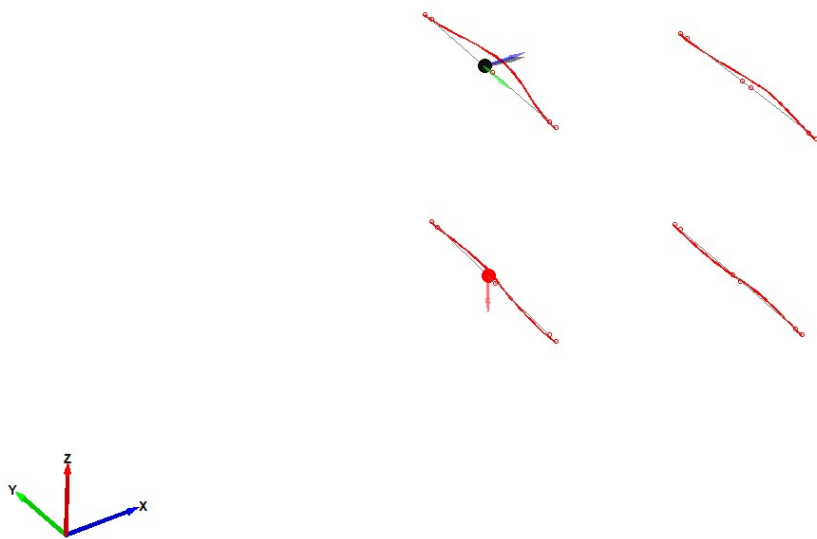
Si procede ora con la verifica degli elementi più significativi considerando la verifica soddisfatta se quest'ultima rimane inferiore a 1/300 della luce dell'elemento:

Cosciali:



Traversi

La deformazione massima per i traversi letta direttamente dal modello d calcolo è pari a

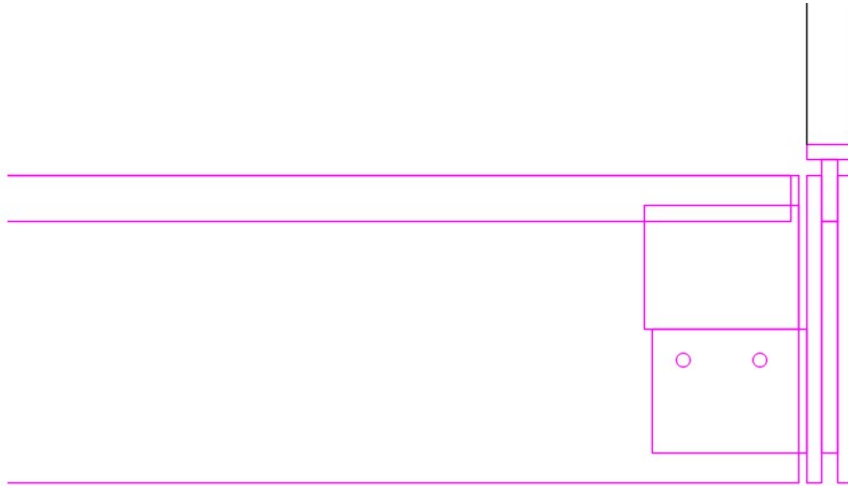


Massime deformazioni al nodo 33 $d=0.0053$ $dx=0.0053$ $dy=-0.0000$ $dz=-0.0005$
 Direzione x: nodo 33 $dx=0.0053$ $dy=-0.0000$ $dz=-0.0005$
 Direzione y: nodo 33 $dy=-0.0000$ $dx=0.0053$ $dz=-0.0005$
 Direzione z: nodo 10 $dz=-0.0011$ $dx=0.0022$ $dy=0.0000$

$0.0053\text{m} \rightarrow 5.3\text{mm}$ considerando che la luce libera di inflessione dei traversi è pari a 2850mm la deformazione limite è pari a $2850/300=9.5\text{mm}$, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

- *Verifica unione bullonata*

L'unione bullonata tra i cosciali e il traverso del pianerottolo sarà realizzata mediante appoggio e collegamento bullonato. In particolare, sarà saldato inferiormente al traverso del pianerottolo un fazzoletto sp. 10mm con doppio foro d13mm sul quale verrà appoggiato il fazzoletto centrale del cosciale. L'azione di taglio verrà pertanto trasmessa tramite l'appoggio. L'unione bullonata dovrà invece trasmettere le massima sollecitazioni di trazione sul cosciale e momento flettente. Si riporta di seguito un'immagine del collegamento.



Unione bullonata

La massima sollecitazione di trazione agente sul cosciale vale $N_{ed}=23.31\text{kN}$, mentre il massimo momento sollecitante l'unione vale $M_{ed}=1.41\text{kNm}$. Il braccio b tra i due bulloni è di 5cm

Considerando la presenza di due bulloni, sul singolo bullone agisce una sollecitazione tagliante pari a $\sqrt{(N/2)^2 + (M/b)^2} = 30.51\text{kN}$.

Considerando che data la presenza di due piatti esterni sp. 10mm ed un fazzoletto interno sp. 10mm i piani di taglio sono 2, la sollecitazione risultante sul singolo bullone vale $V_{ed}=15.25$.

Si riporta la verifica della singola vite a testa svasata M12.

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	15250
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	12
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	113
A_{res} (mm ²)	84

Piastra di collegamento	
Acciaio	S235
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	13
f_{tk} (N/mm ²)	360

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.71

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.473
--	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------

Le verifiche risultano soddisfatte.

4 Relazione sui materiali

I materiali nuovi utilizzati nell'intervento in progetto sono i seguenti:

- Acciaio in profilati S235JR
- Bulloneria appartenente alla categoria 8.8

Si riportano di seguito le caratteristiche dei materiali considerate nei calcoli precedentemente esposti:

➤ Acciaio in profilati S235JR

Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Modulo Elastico: $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$ (210.000 N/mm^2)

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$

Modulo di elasticità trasversale: $G = E / [2 \cdot (1 + \nu)]$ (N/mm^2)

Coefficiente di espansione termica lineare: $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (per $T < 100^{\circ}\text{C}$)

Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S235	S275	S355	S355
tensione di rottura	360 N/mm ²	430 N/mm ²	510 N/mm ²	550 N/mm ²
tensione di snervamento	235 N/mm ²	275 N/mm ²	355 N/mm ²	440 N/mm ²

➤ Bulloneria classe 8.8

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

STATO DI TENSIONE					
CLASSE VITE	f_{tb} (N/mm ²)	f_{yb} (N/mm ²)	$f_{k,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,V}$ (N/mm ²)
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

Legenda:

$f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0.7 f_t$ ($f_{k,N} = 0.6 f_t$ per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$ essendo f_{tb} ed f_{yb} le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$ = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$ = resistenza di calcolo a taglio

5 Piano di manutenzione

Corpo d'Opera: 01

Nuova scala metallica

UNITÀ TECNOLOGICHE:

- 01.01 Strutture di collegamento
- 01.02 Unioni

Strutture di collegamento

Si tratta di strutture di collegamento inclinate costituite da strutture a piano inclinato e da strutture gradonate o a gradini la cui funzione è quella di raggiungere piani posti a quote diverse. Le strutture inclinate si possono dividere in: rampe a piano inclinato (con una pendenza fino all'8%), rampe gradonate, costituite da elementi a gradoni (con una pendenza fino a 20°), scale, formate da gradini con pendenze varie in rapporto alla loro funzione (scale esterne, scale di servizio, scale di sicurezza, ecc.). Le scale possono assumere morfologie diverse: ad una o più rampe, scale curve, scale ellittiche a pozzo, scale circolari a pozzo e scale a chiocciola. Le scale e rampe possono essere realizzate secondo molteplici conformazioni strutturali e in materiali diversi. Si possono avere strutture in acciaio, in legno, in murature, in c.a., prefabbricate, ecc..

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.01.R01 Resistenza all'usura

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Durabilità

I materiali di rivestimento di gradini e pianerottoli dovranno presentare caratteristiche di resistenza all'usura.

Prestazioni:

I materiali di rivestimento di gradini e pianerottoli dovranno presentare caratteristiche di resistenza all'usura dovute al traffico pedonale, alle abrasioni, agli urti, a perdite di materiale, a depositi, macchie, ecc..

Livello minimo della prestazione:

I rivestimenti dovranno possedere una resistenza all'usura corrispondente alla classe U3 (ossia di resistenza all'usura per un tempo non inferiore ai 10 anni) della classificazione UPEC.

01.01.R02 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi strutturali costituenti le strutture di collegamento devono contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

Prestazioni:

Gli elementi strutturali costituenti le strutture di collegamento e quelli accessori devono essere idonei a contrastare in modo efficace eventuali rotture e/o deformazioni rilevanti in seguito ad azioni e sollecitazioni meccaniche, garantendo la durata e la funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza degli utenti. Si considerano le azioni dovute a: carichi di peso proprio e carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti. Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle scale devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

Livello minimo della prestazione:

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti i rivestimenti si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

01.01.R03 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi strutturali costituenti le strutture di collegamento devono contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

Prestazioni:

Gli elementi strutturali costituenti le strutture di collegamento e quelli accessori devono essere idonei a contrastare in modo efficace eventuali rotture e/o deformazioni rilevanti in seguito ad azioni e sollecitazioni meccaniche, garantendo la durata e la funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza degli utenti. Si considerano le azioni dovute a: carichi di peso proprio e carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti. Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle scale devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

Livello minimo della prestazione:

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti i rivestimenti si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

01.01.R04 Resistenza all'usura

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Durabilità

I materiali di rivestimento di gradini e pianerottoli dovranno presentare caratteristiche di resistenza all'usura.

Prestazioni:

I materiali di rivestimento di gradini e pianerottoli dovranno presentare caratteristiche di resistenza all'usura dovute al traffico pedonale, alle abrasioni, agli urti, a perdite di materiale, a depositi, macchie, ecc..

Livello minimo della prestazione:

I rivestimenti dovranno possedere una resistenza all'usura corrispondente alla classe U3 (ossia di resistenza all'usura per un tempo non inferiore ai 10 anni) della classificazione UPEC.

01.01.R05 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi strutturali costituenti le strutture di collegamento devono contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

Prestazioni:

Gli elementi strutturali costituenti le strutture di collegamento e quelli accessori devono essere idonei a contrastare in modo efficace eventuali rotture e/o deformazioni rilevanti in seguito ad azioni e sollecitazioni meccaniche, garantendo la durata e la funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza degli utenti. Si considerano le azioni dovute a: carichi di peso proprio e carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti. Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle scale devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

Livello minimo della prestazione:

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti i rivestimenti si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

01.01.R06 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità

Prestazioni:

Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

Livello minimo della prestazione:

Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

01.01.R07 Utilizzo di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo razionale delle risorse attraverso la selezione di tecniche costruttive che rendano agevole il disassemblaggio alla fine del ciclo di vita

Prestazioni:

Nella fase di progettazione fare prevalere la scelta su sistemi costruttivi che facilitano la smontabilità dei componenti ed i successivi processi di demolizione e recupero dei materiali

Livello minimo della prestazione:

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di sistemi costruttivi che facilitano il disassemblaggio alla fine del ciclo di vita

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.01.01 Scale in acciaio

Scale in acciaio

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture di collegamento

Le scale in acciaio possono essere realizzate con molteplici conformazioni strutturali impiegando profilati, sezioni scatolari, tubolari o profili piatti assemblati mediante saldature e/o collegamenti tramite chiodatura, bullonatura, ecc.. I gradini vengono generalmente realizzati con lamiere metalliche traforate o con lamiere ad elementi in rilievo oppure con elementi grigliati.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Controllo periodico delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie (fenomeni di corrosione, disgregazioni, ecc.). Interventi mirati al mantenimento dell'efficienza e/o alla sostituzione degli elementi costituenti quali: rivestimenti dei piani di calpestio, balaustre, corrimano, sigillature, vernici protettive, saldature, connessioni, bullonature, ecc..

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.01.A01 Corrosione

Corrosione degli elementi metallici per perdita del requisito di resistenza agli agenti aggressivi chimici e/o per difetti del materiale.

01.01.01.A02 Deformazione

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali (travi principali, travetti, gradini di lamiera ed eventuali irrigidimenti e nervature) o comunque non più affidabili sul piano statico.

01.01.01.A03 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.01.A04 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.01.01.A05 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.01.01.A06 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.01.A07 Difficoltà nelle operazioni di disassemblaggio

Difficoltà nelle operazioni di disassemblaggio dei vari componenti ed elementi interessati.

CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

01.01.01.C01 Controllo balaustre e corrimano

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo periodico delle condizioni estetiche delle superfici delle balaustre e dei corrimano (macchie, sporco, abrasioni, ecc.). Verifica della loro stabilità e del corretto serraggio.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza all'usura*; 2) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione*; 2) *Deformazione*; 3) *Deformazioni e spostamenti*.

01.01.01.C02 Controllo rivestimenti pedate e alzate

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo periodico delle condizioni estetiche delle superfici dei rivestimenti costituenti pedate ed alzate. Verifica di eventuale presenza di macchie, sporco, efflorescenze, abrasioni, ecc..

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza all'usura*; 2) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione*; 2) *Deformazione*; 3) *Deformazioni e spostamenti*.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.C01 Controllo strutture

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo periodico delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione*; 2) *Deformazione*; 3) *Deformazioni e spostamenti*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

01.01.01.C02 Controllo del grado di riciclabilità

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Controllo

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

01.01.01.C03 Controllo delle tecniche di disassemblaggio

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Verifica

Verificare che gli elementi ed i componenti costituenti siano caratterizzati da tecniche di agevole disassemblaggio.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difficoltà nelle operazioni di disassemblaggio*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.I01 Ripresa coloritura

Cadenza: quando occorre

Ritinteggiature delle parti previa rimozione delle parti deteriorate mediante preparazione del fondo. Le modalità di ritinteggiatura, i prodotti, le attrezzature variano comunque in funzione delle superfici e dei materiali costituenti.

- Ditte specializzate: *Pittore*.

01.01.01.I02 Ripristino puntuale pedate e alzate

Cadenza: quando occorre

Ripristino e/o sostituzione degli elementi rotti delle pedate e delle alzate con elementi analoghi.

- Ditte specializzate: *Pavimentista, Muratore*.

01.01.01.I03 Ripristino stabilità corrimano e balaustre

Cadenza: quando occorre

Ripristino e/o sostituzione degli elementi di connessione dei corrimano e delle balaustre e verifica del corretto serraggio degli stessi e sostituzioni di eventuali parti mancanti. Riparazione della protezione antiruggine degli elementi metallici mediante rimozione della ruggine ed applicazione di vernici protettive. Riparazione di eventuali corrosioni o fessurazioni mediante saldature in loco con elementi di raccordo.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore, Specializzati vari*.

01.01.01.I04 Sostituzione degli elementi degradati

Cadenza: quando occorre

Sostituzione degli elementi usurati o rotti con altri analoghi. Sostituzione e verifica dei relativi ancoraggi.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

01.01.01.I05 Ripristino serraggi bulloni e connessioni metalliche

Cadenza: ogni 2 anni

Ripristino e/o sostituzione degli elementi di connessione e verifica del corretto serraggio degli stessi e sostituzioni di quelli mancanti. Riparazione della protezione antiruggine degli elementi metallici mediante rimozione della ruggine ed applicazione di vernici protettive. Riparazione di eventuali corrosioni o fessurazioni mediante saldature in loco con elementi di raccordo.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

Unioni

Le unioni sono costituite da elementi che per materiale e tecniche diverse consentono la realizzazione di collegamenti tra elementi delle strutture nel rispetto delle normative vigenti. Le unioni rappresentano una caratteristica fondamentale nelle costruzioni in legno, acciaio, miste, ecc.. Esse hanno lo scopo di unire le parti, definite in sede progettuale, per realizzare strutture complete che devono rispondere a requisiti precisi.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.02.R01 Resistenza alla corrosione

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Durabilità

Gli elementi di unione utilizzati non devono decadere in processi di corrosione.

Prestazioni:

Gli elementi metallici utilizzati per le unioni non devono decadere in processi di corrosione se sottoposti all'azione dell'acqua e del gelo.

Livello minimo della prestazione:

I materiali utilizzati per le unioni devono soddisfare i requisiti indicati dalle norme vigenti.

01.02.R02 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi utilizzati per realizzare unioni diverse devono garantire resistenza meccanica alle sollecitazioni ad essi trasmessi

Prestazioni:

Le unioni devono essere realizzate con materiali idonei a resistere a fenomeni di trazione che potrebbero verificarsi durante il ciclo di vita.

Livello minimo della prestazione:

I materiali utilizzati per le unioni devono soddisfare i requisiti indicati dalle norme vigenti.

01.02.R03 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

Prestazioni:

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

Livello minimo della prestazione:

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.02.01 Saldature per acciaio
- 01.02.02 Bullonature per acciaio

Elemento Manutenibile: 01.02.01

Saldature per acciaio

Unità Tecnologica: 01.02

Unioni

Le saldature sono collegamenti di parti solide che realizzano una continuità del materiale fra le parti che vengono unite. Le saldature, in genere, presuppongono la fusione delle parti che vengono unite. Attraverso le saldature viene garantita anche la continuità delle caratteristiche dei materiali delle parti unite. Esse si basano sul riscaldamento degli elementi da unire (definiti pezzi base) fino al raggiungimento del rammollimento e/o la fusione per ottenere il collegamento delle parti con o senza materiale d'apporto che fondendo forma un cordone di saldatura.

Tra le principali unioni saldate:

- a piena penetrazione;
- a parziale penetrazione;
- unioni realizzate con cordoni d'angolo.

Tra le principali tecniche di saldature si elencano:

- saldatura a filo continuo (mig-mag);
- saldatura per fusione (tig);
- saldatura con elettrodo rivestito;
- saldatura a fiamma ossiacetilenica;
- saldatura in arco sommerso;
- saldatura narrow-gap;
- saldatura a resistenza;
- saldatura a punti;
- saldatura a rilievi;
- saldatura a rulli;
- saldatura per scintillio;
- saldatura a plasma;
- saldatura laser;
- saldatura per attrito.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Verificare il grado di saldabilità tra metalli diversi in base alle caratteristiche intrinseche degli stessi. Effettuare controlli visivi per verificare lo stato delle saldature e la presenza di eventuali anomalie.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e

le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

01.02.01.R01 Certificazione delle saldature

Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Controllabilità

Le saldature degli acciai dovrà avvenire mediante i procedimenti codificati previsti dalla normativa vigente.

Prestazioni:

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30. Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473 almeno di secondo livello.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di norme vigenti in materia. In particolare al D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.01.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.02.01.A02 Cricca

Fenditura sottile e profonda del materiale costituente alla saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

01.02.01.A03 Interruzione

Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.02.01.A04 Rottura

Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

01.02.01.A05 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.01.C01 Controllo generale

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Revisione

Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione*; 2) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione*; 2) *Interruzione*; 3) *Rottura*; 4) *Cricca*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

01.02.01.C02 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Verifica

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.01.I01 Ripristino

Cadenza: quando occorre

Rimozione della saldatura difettosa e realizzazione di una nuova.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

01.02.01.I02 Rimozione ossidazioni

Cadenza: quando occorre

Rimozione di eventuali ossidazioni che interessano le saldature.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.02.02

Bullonature per acciaio

Unità Tecnologica: 01.02

Unioni

Si tratta di elementi di giunzione tra parti metalliche. Le tipologie e caratteristiche dei prodotti forniti dal mercato variano a secondo dell'impiego.

L'impiego di bulloni è indicato quando vi è la necessità di collegare elementi con spessori notevoli e/o nei casi in cui i collegamenti devono essere realizzati in cantiere. Essi possono essere stampati o torniti. Sono formati da:

- viti, con testa (definita bullone) con forma esagonale e gambo in parte o completamente filettato. generalmente il diametro dei bulloni utilizzati per le carpenterie varia tra i 12-30 mm;
- dadi, sempre di forma esagonale, che svolgono la funzione di serraggio del bullone;
- rondelle, in genere di forma circolare, che svolgono la funzione di rendere agevole il serraggio dei dadi;
- controdadi, si tratta di rosette elastiche, bulloni precaricati, e/o altri sistemi, con funzione di resistenza ad eventuali vibrazioni.

I bulloni sono in genere sottoposti a forze perpendicolari al gambo (a taglio) e/o a forze parallele al gambo (a trazione).

Le unioni bullonate si dividono in due categorie:

- a flangia, usate tipicamente nei casi in cui il bullone è sottoposto prevalentemente a trazione.
- a coprigiunto, usate tipicamente nei casi in cui il bullone è sottoposto a taglio.

REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

01.02.02.R01 Durabilità

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Durabilità

Le bullonature per acciaio devono garantire adeguata resistenza durante il loro ciclo di vita.

Prestazioni:

Le bullonature per acciaio dovranno garantire adeguata resistenza secondo i valori tabellati della norma UNI EN 20898.

Livello minimo della prestazione:

Le bullonature utilizzate in carpenteria tabellati per classi, secondo UNI EN 20898. , dovranno rispettare i seguenti parametri:

- Classe 4.6: Resistenza a taglio (f_k, V) = 170 MPa, Resistenza a snervamento (f_y) = 240 MPa, Res.a trazione/compressione (f_k, N) = 240 MPa, Resistenza ultima (f_t) = 400 Mpa, Allungamento % ($A\%$) = 22;
- Classe 5.6: Resistenza a taglio (f_k, V) = 212 MPa, Resistenza a snervamento (f_y) = 300 MPa, Res.a trazione/compressione (f_k, N) = 300 MPa, Resistenza ultima (f_t) = 500 Mpa, Allungamento % ($A\%$) = 20;
- Classe 6.8: Resistenza a taglio (f_k, V) = 255 MPa, Resistenza a snervamento (f_y) = 360 MPa, Res.a trazione/compressione (f_k, N) = 480 MPa, Resistenza ultima (f_t) = 600 Mpa, Allungamento % ($A\%$) = 16;

- Classe 8.8: Resistenza a taglio ($f_{k,V}$) = 396 MPa, Resistenza a snervamento (f_y) = 560 MPa, Res.a trazione/compressione ($f_{k,N}$) = 640 MPa, Resistenza ultima (f_t) = 800 Mpa, Allungamento % ($A\%$) = 12;
- Classe 10.9: Resistenza a taglio ($f_{k,V}$) = 495 MPa, Resistenza a snervamento (f_y) = 700 MPa, Res.a trazione/compressione ($f_{k,N}$) = 900 MPa, Resistenza ultima (f_t) = 1000 Mpa, Allungamento % ($A\%$) = 9;
- Classe 12.9: Resistenza a taglio ($f_{k,V}$) = 594 MPa, Resistenza a snervamento (f_y) = 840 MPa, Res.a trazione/compressione ($f_{k,N}$) = 1080 MPa, Resistenza ultima (f_t) = 1200 Mpa, Allungamento % ($A\%$) = 8.

Questi valori caratteristici andranno divisi per un coefficiente di modello e uno di sicurezza del materiale per i calcoli di progetto. Le classi 8.8, 10.9 e 12.9 sono dette ad alta resistenza e per esse viene effettuata solamente la verifica ad attrito tra le superfici di contatto della lamiera e del bullone, ovvero si verifica che la forza di serraggio dei bulloni renda efficace l'unione. Per tutte le altre classi si considera il tranciamento del bullone, lo strappo e il rifollamento della lamiera.

I diametri dei bulloni in genere variano dai 12 ai 30 mm (a due a due fino a 24 mm, poi 27 e 30); nel dimensionamento, a causa della loro filettatura, si considera un'area equivalente e non quella effettiva ricavabile dal diametro.

MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Verificare che i bulloni siano adeguatamente serrati. L'accoppiamento tra bulloni e rosette dovrà essere conforme alla normativa vigente. E' opportuno posizionare i fori per bulloni in modo tale da prevenire eventuali fenomeni di corrosione e di instabilità degli stessi.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.02.A01 Allentamento

Allentamento delle bullonature rispetto alle tenute di serraggio.

01.02.02.A02 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.02.02.A03 Rifollamento

Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

01.02.02.A04 Strappamento

Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.02.02.A05 Tranciamento

Rottura dell'elemento dovute a sollecitazioni taglienti che superano la capacità di resistenza del materiale.

01.02.02.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.02.C01 Controllo generale

Cadenza: ogni 2 anni

Tipologia: Revisione

Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.

Per la corretta messa in opera delle unioni bullonate occorre fare 4 tipi di verifica:

- verifica di resistenza a taglio o a tranciamento;
- verifica della pressione del foro o a rifollamento;
- verifica a rottura per trazione della piastra o a strappamento;
- verifica a rottura per trazione dei fori o a strappamento.
- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione*; 2) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Allentamento*; 2) *Corrosione*; 3) *Rifollamento*; 4) *Strappamento*; 5) *Tranciamento*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

01.02.02.C02 Controllo impiego di materiali durevoli

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Verifica

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.02.I01 Ripristino

Cadenza: ogni 2 anni

Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

6 Relazione sulla modellazione sismica

Per quanto concerne la classificazione sismica del terreno su cui sorge l'edificio oggetto di intervento si è scelto, in assenza di relazione geologica, di attribuire cautelativamente al terreno la categoria C con topografia T1. Pertanto, lo spettro di riferimento adottato nelle analisi numeriche è il seguente:

Pericolosità sismica di base

☒ **da coordinate geografiche (§All. B, Tab. 1)**

Longitudine

Latitudine

Interpolazione: ☐ Media ponderata (§All. A) ☒ Superficie rigata (§CA)

☐ **per isole (§All. B, Tab. 2)**

T,R	a.g	F.o	T,C*
30	0.045	2.493	0.240
50	0.056	2.504	0.258
72	0.065	2.494	0.270
101	0.075	2.489	0.270
140	0.086	2.478	0.274
201	0.100	2.471	0.280
475	0.139	2.462	0.284
975	0.179	2.464	0.291
2475	0.236	2.492	0.304

Vertici della maglia del reticolo di riferimento:

1: ID 15384, Long. 10.321480, Lat. 44.792810, distanza 1.587 km

2: ID 15162, Long. 10.318830, Lat. 44.842770, distanza 4.397 km

3: ID 15163, Long. 10.389260, Lat. 44.844620, distanza 6.291 km

4: ID 15385, Long. 10.391800, Lat. 44.794650, distanza 4.769 km

Risulta 1 Comune compreso nella maglia:
Parma (PR): 10.328889, 44.801667

Comune più vicino al sito:
Parma (PR): 10.328889, 44.801667

Risposta sismica locale

☒ **Approccio semplificato secondo Normativa**
☐ Approccio rigoroso con Analisi RSL

Categoria di sottosuolo

Categoria topografica

Quota sito/Altezza rilievo $[0 \leq (h/H) \leq 1]$

Amplificazione topografica S_T §3.2.3.2.1: $S_T = 1.000$

T,R	Orizzontale			Verticale		
	a,max	F,o	T,C	a,max	F,v	T,C
30	0.068	2.493	0.404	0.045	0.714	0.150
50	0.084	2.504	0.424	0.056	0.800	0.150
72	0.098	2.494	0.437	0.065	0.858	0.150
101	0.113	2.489	0.437	0.075	0.920	0.150
140	0.129	2.478	0.441	0.086	0.981	0.150
201	0.150	2.471	0.447	0.100	1.055	0.150
475	0.208	2.462	0.452	0.139	1.239	0.150
975	0.257	2.464	0.459	0.179	1.407	0.150
2475	0.318	2.492	0.473	0.236	1.634	0.150

T,R	Orizzontale			Verticale		
	a,max	F,o	T,C	a,max	F,v	T,C

Stati limite (53.2.1)

Classe d'uso Classe III: affollamenti significativi

Coefficiente d'uso C_U

Vita nominale V_N anni

Periodo di riferimento $V_R = V_N C_U$ anni

Probabilità di superamento nel periodo V_R P_{VR}

Tempo di ritorno dell'azione sismica $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$

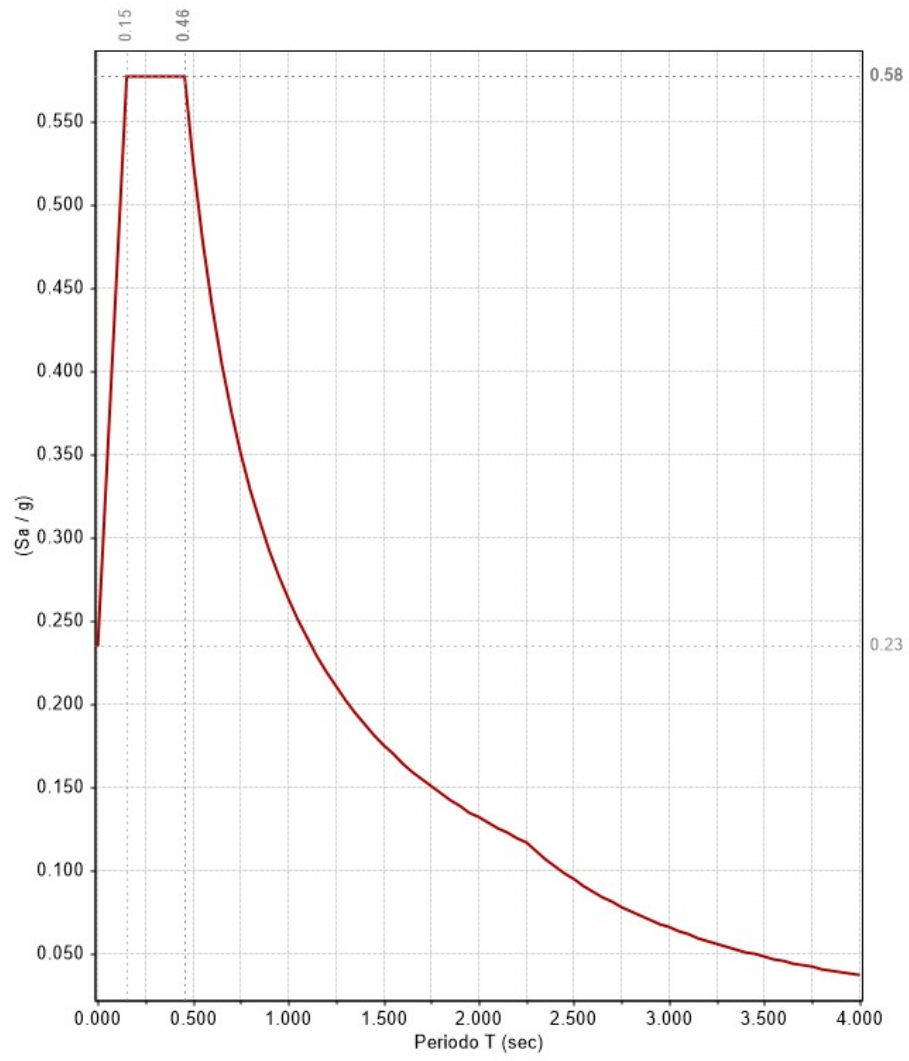
Stato Limite	P,VR	T,R
SLO	81	45
SLD	63	75
SLV	10	712
SLC	5	1462

Spettri di risposta al suolo

Approccio semplificato secondo Normativa:

[Reimposta](#)

Stato Limite	T,R	Orizzontale							Verticale					
		a,g	S,S	S	F,o	T,B	T,C	T,D	a,g	S	F,v	T,B	T,C	T,D
SLO	45	0.054	1.500	1.500	2.502	0.140	0.419	1.816	0.054	1.000	0.785	0.050	0.150	1.000
SLD	75	0.066	1.500	1.500	2.493	0.146	0.437	1.864	0.066	1.000	0.865	0.050	0.150	1.000
SLV	712	0.160	1.464	1.464	2.463	0.152	0.456	2.240	0.160	1.000	1.330	0.050	0.150	1.000
SLC	1462	0.202	1.400	1.400	2.476	0.155	0.465	2.408	0.202	1.000	1.502	0.050	0.150	1.000



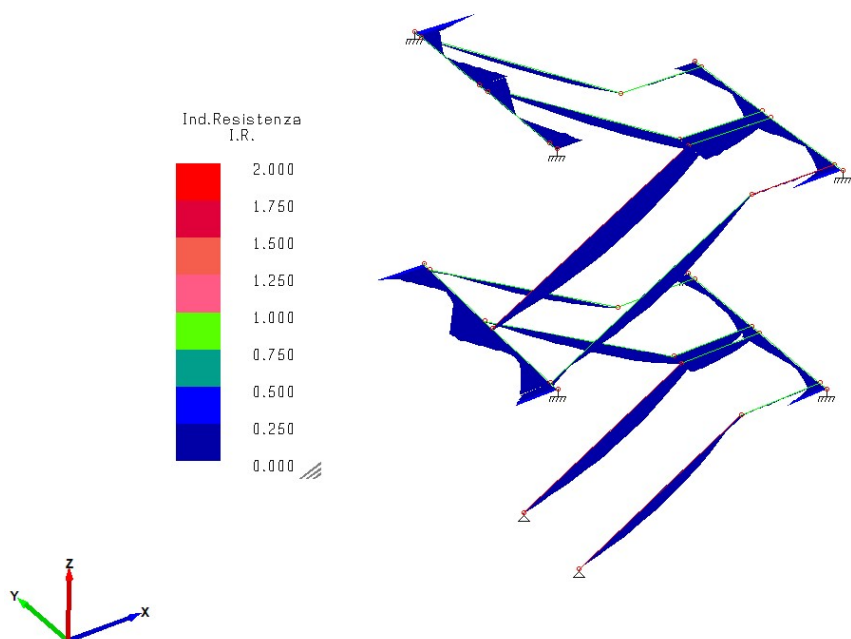
— SeX:SLV

7 Valutazione di sicurezza

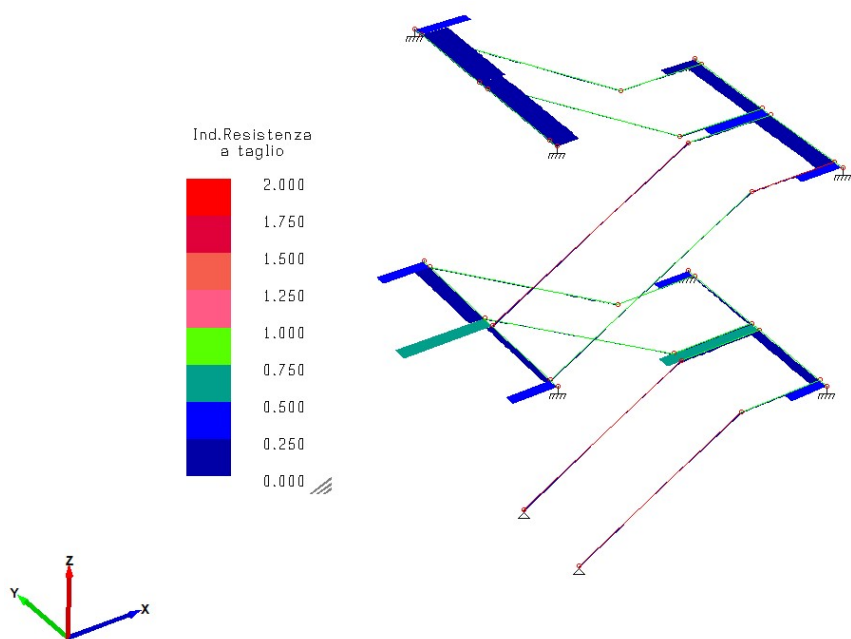
La valutazione di sicurezza, come previsto dalla normativa tecnica vigente, si riferirà alle sole parti/elementi interessate dall'intervento. Verranno riportati di seguito i coefficienti di sicurezza relativi alle verifiche statiche e sismiche eseguite in precedenza, in particolare:

- Verifica nuova scala in acciaio

7.1 Coefficiente di sicurezza della nuova scala in acciaio



Involuppo SLU-SLV – Indice di resistenza a pressoflessione



Involuppo SLU-SLV – Indice di resistenza a taglio-torsione