

COMUNE DI FERRARA



RESTAURO CONSERVATIVO E RISTRUTTURAZIONE DEI FABBRICATI ANNESSI ALL'IMPIANTO IDROVORO SANT'ANTONINO PER LA
 REALIZZAZIONE DI ARCHIVIO E BIBLIOTECA DEL CONSORZIO.
 IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA € 610.296,00.

Progetto Esecutivo

RIFERIMENTO LCF 9. Progetto esecutivo		DESCRIZIONE RELAZIONE SINTETICA ILLUSTRATIVA	
DISCIPLINA Strutture	SCALA -		
IDENTIFICATIVO ELABORATO ST All. A	PLOT -		

Committente



Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara
 Via Borgo dei Leoni, 28 - 44121 Ferrara
 tel 0532/218121/2/3/4 - fax 0532 218166, C.F.
 93076450381
 RUP: geom. Marco Ardizzoni
 Collaboratore: geom. Luigi Marchesini

Timbri e firme

Il progettista

Il progettista

Il responsabile del procedimento
 Geom. Marco Ardizzoni

Progettisti opere civili

LCFE

LABORATORIO
 CITTÀ DI FERRARA
 ENGINEERING

Ing. Giovanni Bertoli
 Arch. Daniele Spoletini

Gruppo di lavoro:
 Ing. Sergio Fantoni
 Arch. Barbara Bolognesi
 Ing. Daniela Trambaolli
 Arch. Laura Dussini
 Ing. Alessia Assirelli
 Arch. Sara Voltani

Progettisti impianti

Ing. Giovanni Paolazzi
 Per. ind. Enrico Lambertini

via Frescobaldi, 51 - Ferrara

Revisioni

N°	data	redatto	contr.	approv.		Motivo della revisione
0	01/2018	AA/DT	GB	...	EMISSIONE	
1						
2						
3						

Pos. archivio **LCF**

1704

ST A I I . A

1. Dati generali	1
2. Oggetto dell'intervento	1
2.1. Proprietà ed ubicazione.....	1
2.2. Descrizione delle opere	2
3. Normativa di riferimento.....	5
4. Caratteristiche dei materiali utilizzati per il progetto	5
4.1. Muratura.....	5
4.2. Acciaio.....	5
4.3. Calcestruzzo.....	5
4.4. Legno	5
5. Criteri di progetto	6
6. Interventi locali.....	7
6.1. Intervento 1	7
6.2. Intervento 2	8
7. Interventi Privi di Rilevanza per la Pubblica Incolumità	9
7.1. Interventi 3-4-5.....	9
7.2. Intervento 6	10
7.3. Intervento 7 – Soppalco	11
7.4. Tettoia.....	13

1. Dati generali

Estremi del Committente

Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Via Borgo dei Leoni, 28 - 4121 Ferrara

tel 0532/218121/2/3/4 - fax 0532 218166

C.F. 93076450381

Estremi dei progettisti

Progettista architettonico: Arch. Daniele Spoletini, nato a Genk (BELGIO) il 19/06/1961 residente in Vigarano Mainarda 44049 (FE) in Via Ladino, 1 C.F: **SPLDNL61H19Z103W**

Progettista strutturale: Ing. Giovanni Bertoli, nato a San Giovanni in Persiceto il 04/08/1967 residente a Ferrara - 44123 in Via Chendi, 6 C.F: **BRTGNN67M04G467B**

2. Oggetto dell'intervento

2.1. Proprietà ed ubicazione

Oggetto della presente relazione, sono le opere strutturali che verranno realizzate nell'ambito del progetto che riguarda la riqualificazione dei fabbricati annessi al centro operativo di Cona - Progetto Bonifica Sant'Antonino al servizio della bonifica di S. Antonino T.B., sede del nuovo Polo Ospedaliero di Ferrara, nei Comuni di Ferrara e Voghiera in gestione al Consorzio di bonifica 2° Circondario Polesine di S. Giorgio - Ferrara.

Il sito viene localizzato mediante le seguenti coordinate ed è identificabile nell'immagine satellitare riportata di seguito.

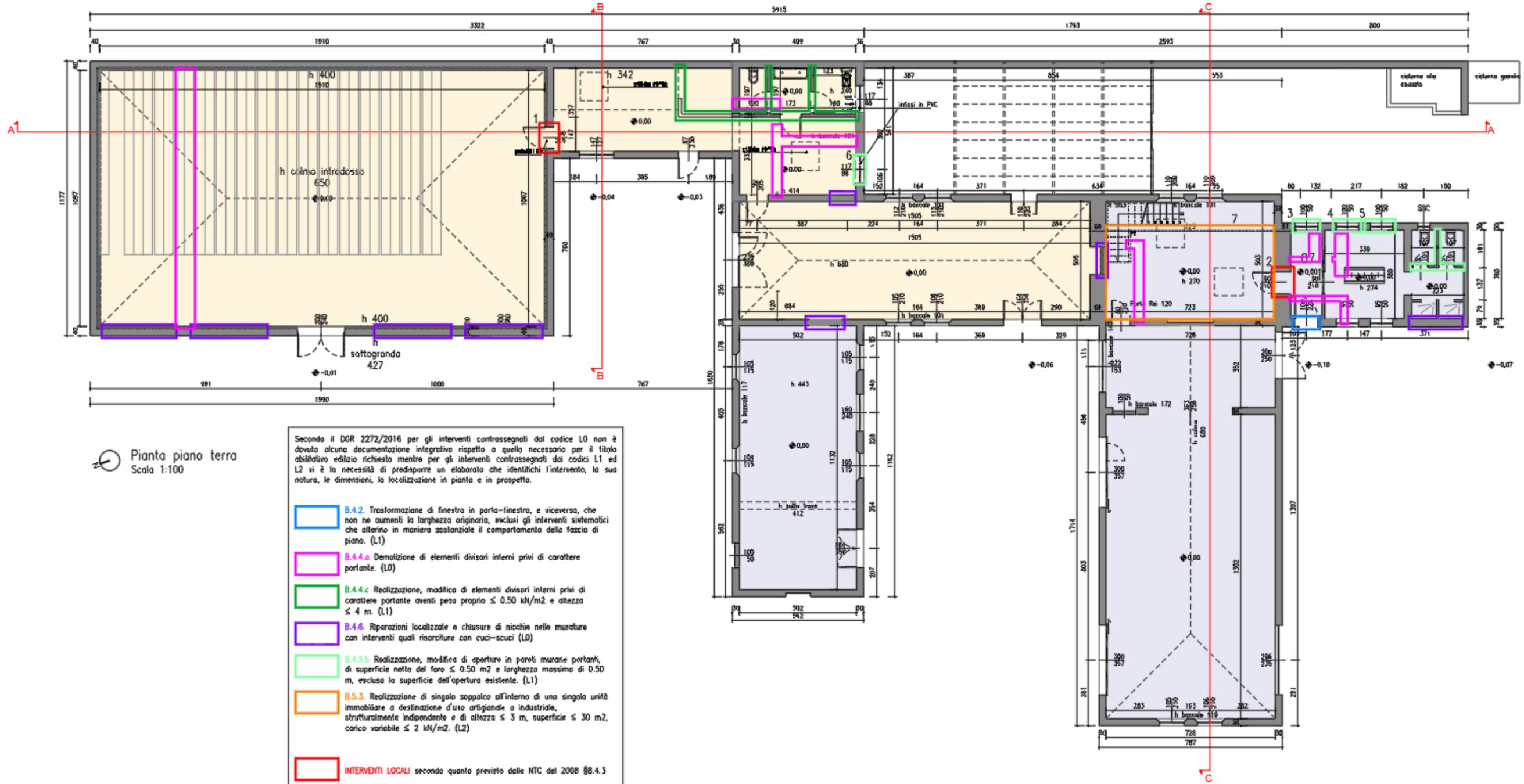
Latitudine	44.8059
Longitudine	11.6941

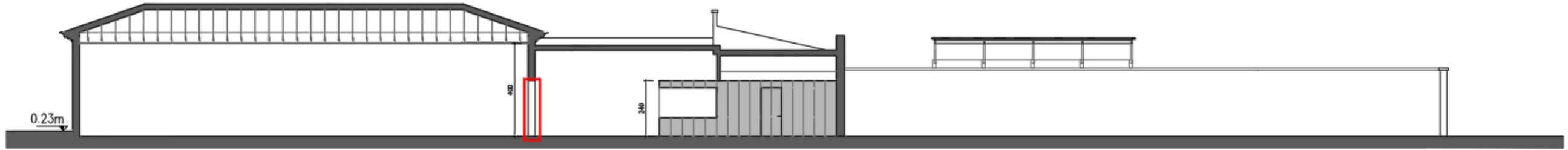


2.2. Descrizione delle opere

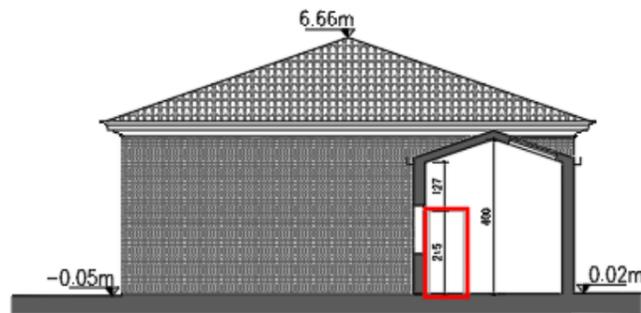
Gli interventi necessari al fine della riqualificazione dei fabbricati annessi al centro operativo di Cona sono classificabili o come I.P.I.P.I, ovvero Interventi Privi di Rilevanza per la Pubblica Incolumità, oppure come Interventi Locali, che riguardano quindi una sola parte dell'intero edificio senza andarne ad influenzare il comportamento globale.

Si riporta di seguito la pianta dell'edificio in cui vengono evidenziati gli interventi da realizzare e la loro classificazione.





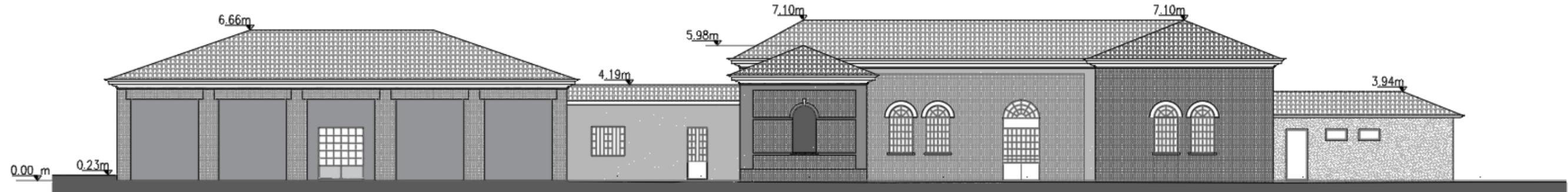
Sezione A-A
Scala 1:100



Sezione B-B
Scala 1:100



Sezione C-C
Scala 1:100



Prospetto OVEST
Scala 1:100

3. Normativa di riferimento

Le normative alle quali si è fatto riferimento sono le seguenti:

- D.M. 14.01.2008: Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 617 del 02.02.2009: circolare applicativa del D.M. del 2008.

4. Caratteristiche dei materiali utilizzati per il progetto

I materiali impiegati per gli interventi all'interno dell'edificio sono appartenenti a quattro diverse categorie. Le caratteristiche di tali materiali vengono riportate di seguito mentre per un maggior approfondimento si rimanda all'"All.C - Relazione sui materiali".

4.1. Muratura

La muratura esistente è costituita da mattoni pieni e malta di calce. Per i valori caratteristici si fa riferimento ai valori della Tabella C8A.2.1 della Circolare del 617/2009.

$$f_m = 240 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_0 = 6.0 \text{ N/cm}^2$$

$$E = 1500 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$$

4.2. Acciaio

Per le strutture calcolate si farà riferimento all'acciaio S275, i cui parametri, in sede di progettazione, si possono assumere convenzionalmente pari ai valori nominali delle proprietà del materiale.

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$G = E/[2(1 + \eta)] \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 0.3$$

$$\text{Coeff. esposizione termica lineare} = 11 * 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}_1$$

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

4.3. Calcestruzzo

Il calcestruzzo impiegato sarà il C25/30 avente le seguenti caratteristiche.

$$E = 32100 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{ca} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\eta = 0.12$$

$$\text{Coeff. esposizione termica lineare} = 11 * 10^{-5} \text{ per } ^\circ\text{C}_1$$

4.4. Legno

Le tipologie di legno impiegate per gli interventi di miglioramento dell'edificio in esame sono i seguenti:

Legno di larice

Resistenza a compressione assiale: 51 MPa

Resistenza a flessione: 92 MPa

Bassa resistenza all'urto, discreta durezza

Modulo di elasticità: 15000 MPa

Legno di abete

Resistenza a compressione assiale: 38 MPa

Resistenza a flessione: 73 MPa

Discreta resistenza all'urto, bassa durezza

Modulo di elasticità: 14000 MPa

5. Criteri di progetto

Come precedentemente detto al §2.2 della presente relazione, gli interventi che verranno eseguiti al fine della riqualificazione dei fabbricati annessi al centro operativo di Cona si possono classificare come Interventi Privi di Rilevanza per la Pubblica Incolumità oppure come Interventi Locali.

Per tutti gli interventi, ad esclusione di quello riguardante il soppalco e quello della tettoia, si è proceduto alla verifica della necessità di realizzare una cerchiatura e unicamente per gli interventi locali questo provvedimento si è reso necessario.

Per quanto concerne gli Interventi Locali, si ricorda quanto previsto al §C.8.4.3 della Circolare del 2009:

"Infine, interventi di variazione della configurazione di un elemento strutturale, attraverso la sua sostituzione o un rafforzamento localizzato (ad esempio l'apertura di un vano in una parete muraria, accompagnata da opportuni rinforzi) possono rientrare in questa categoria solo a condizione che si dimostri che la rigidezza dell'elemento variato non cambi significativamente e che la resistenza e la capacità di deformazione, anche in campo plastico, non peggiorino ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali."

Dal paragrafo sopra riportato, si evince come il comportamento del pannello rinforzato a seguito dell'intervento debba essere modificato il meno possibile in campo plastico, in quanto è in condizione ultime che si valuta la sicurezza nei riguardi dell'azione sismica. Se si progettasse unicamente con l'intento di ripristinare la rigidezza elastica, si otterrebbero telai con profili molto rigidi, i quali aumenterebbero molto la rigidezza in campo plastico, modificando il comportamento dell'intera costruzione, non necessariamente in modo positivo. Un telaio troppo rigido, infatti, raggiunge la plasticizzazione nei nodi per spostamenti inferiori a quelli ultimi per il pannello e la parete diventa eccessivamente rigida e resistente. È preferibile quindi trovare un giusto compromesso tra la variazione di rigidezza (il quale deve essere contenuto attorno al $\pm 15\%$) e la variazione di resistenza, la quale deve essere necessariamente ripristinata.

Il procedimento seguito in questa sede valuta la rigidezza e la resistenza del pannello murario originario, abbia esso aperture o meno, e la compara con la situazione nello stato progettuale. La differenza di rigidezza viene impiegata per valutare la tipologia di profili necessaria per la realizzazione della cerchiatura metallica, affinché questa modifichi il meno possibile il comportamento originario della parete, con ripristino totale della resistenza e variazione contenuta di rigidezza.

Per un'analisi più approfondita si rimanda all'"All.B – Relazione di calcolo".

6. Interventi locali

Gli interventi 1 e 2 che analizzeremo di seguito, rientrano negli interventi locali definiti al §8.4 delle NTC 2008, ovvero sono interventi che interessano elementi isolati e che comunque non comportano un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

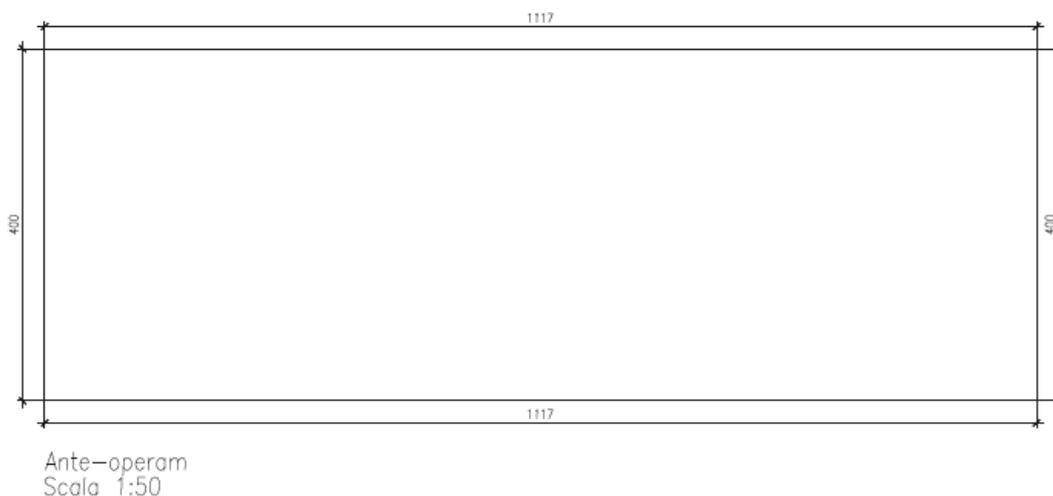
In particolare, per tali interventi, vengono analizzati i singoli elementi interessati, come da prescrizioni riportate al §8.4.3 delle stesse NTC.

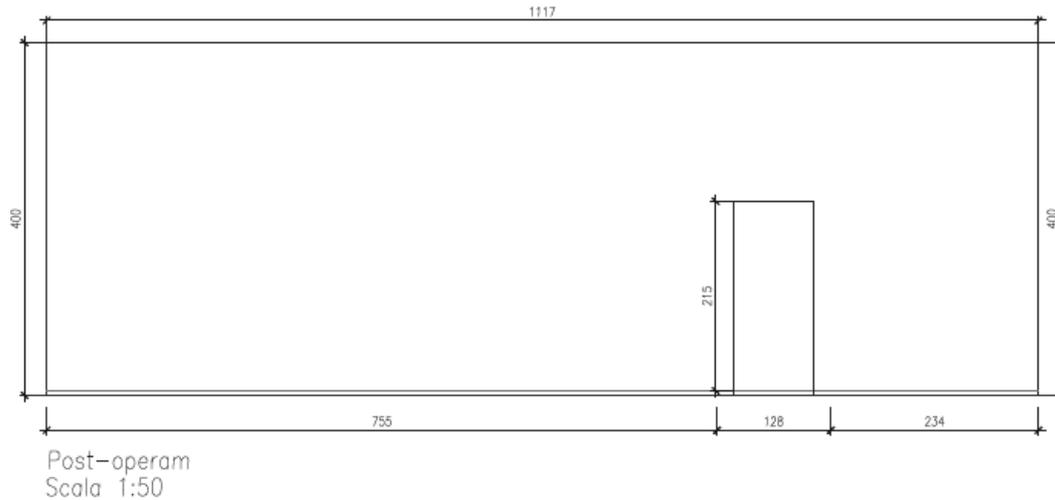
“gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.”

6.1. Intervento 1

Sulla parete interessata dall'intervento 1, viene realizzata una cerchiatura metallica in corrispondenza della nuova apertura da realizzare per creare un passaggio tra due fabbricati che, allo stato di fatto, non risultano collegati tra loro.

Viene riportata di seguito la configurazione della parete pre e post operam.





Al fine di valutare la necessità o meno di realizzare una cerchiatura metallica si è effettuato un confronto tra i valori di rigidezza e resistenza della parete prima e dopo l'intervento mediante l'applicativo *PRO_CAD Interventi Locali* fornito dalla 2SI.

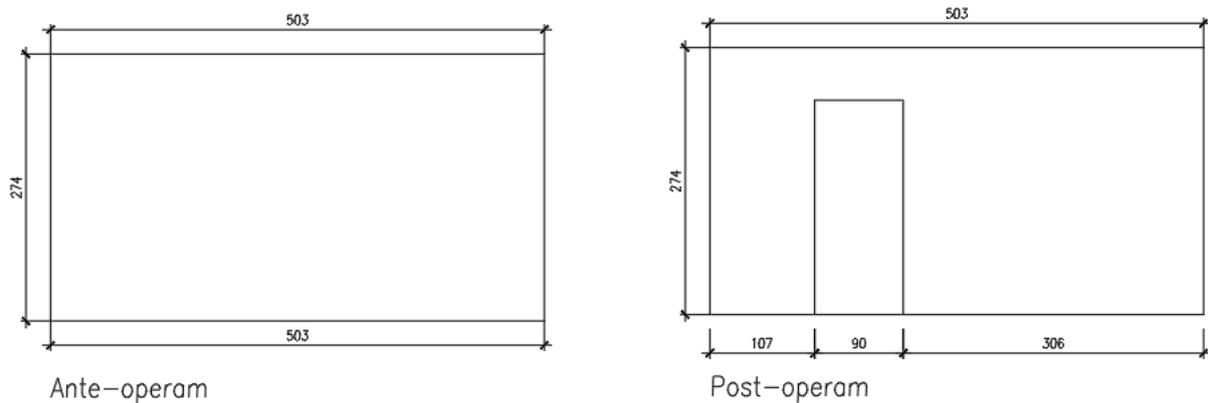
6.2. Intervento 2

Anche l'intervento 2, come l'intervento 1, si rende necessario al fine di creare un collegamento tra due fabbricati che, allo stato di fatto, non risultano collegati.

La parete sulla quale viene realizzato l'intervento è costituita da due paramenti murari affiancati tra loro in quanto, con ogni probabilità, il fabbricato contenente i locali adibiti a servizi 07-08-09 è di successiva realizzazione rispetto a quello adiacente. Tale affiancamento dei paramenti murari implica pertanto una doppia analisi in quanto si presume che i due fabbricati adiacenti abbiano tra loro comportamenti indipendenti.

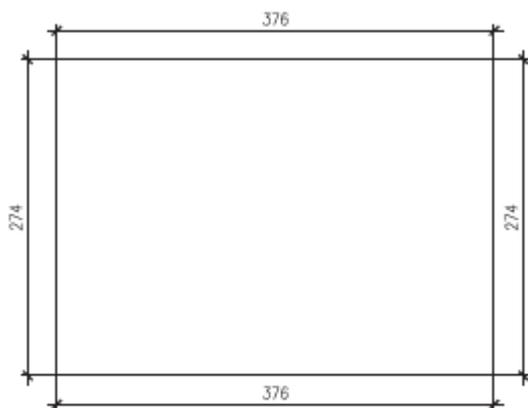
Parete locale 06

Viene riportata di seguito la configurazione della parete pre e post operam.

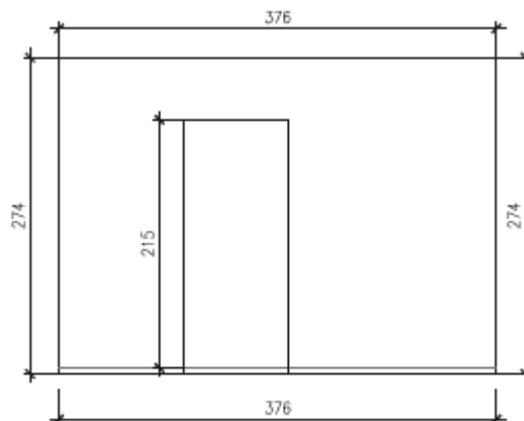


Parete locali 07-08-09

Viene riportata di seguito la configurazione della parete pre e post operam.



Ante-operam
Scala 1:50



Post-operam
Scala 1:50

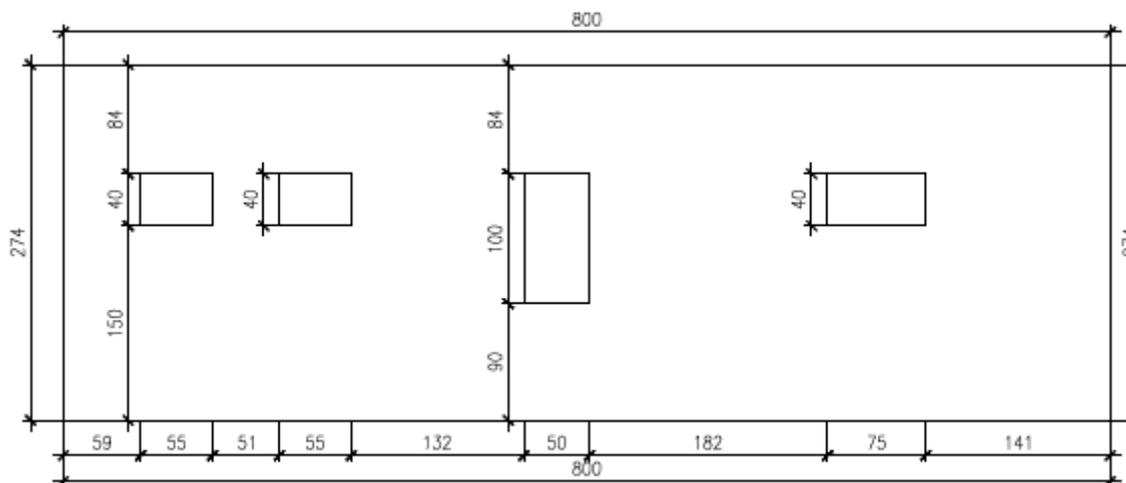
7. Interventi Privi di Rilevanza per la Pubblica Incolumità

Gli interventi 3-4-5 e 6 ricadono all'interno del punto B.4.5.b secondo il DGR 2272/2016 Allegato 1 sezione B, il quale recita quanto segue:

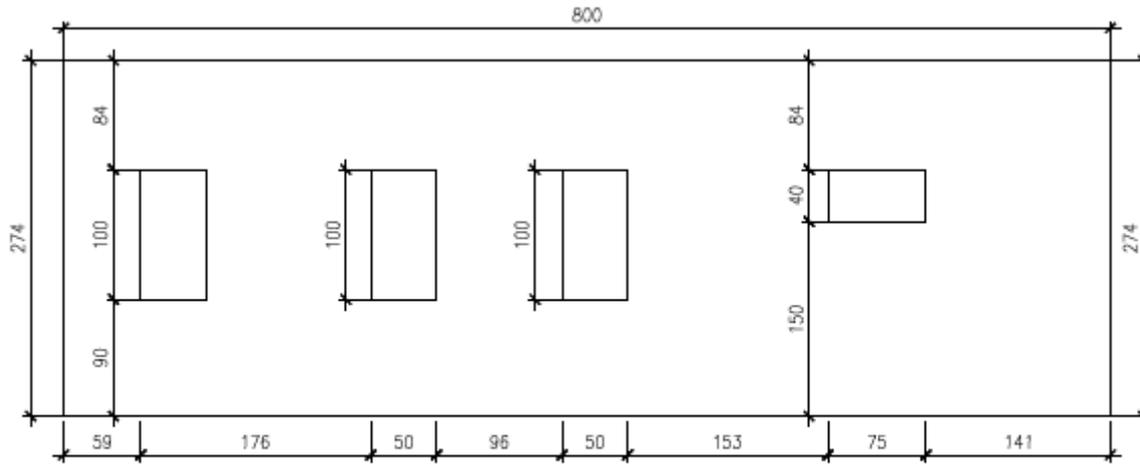
“Realizzazione, modifica di aperture in pareti murarie portanti, di superficie netta del foro $\leq 0.50 \text{ m}^2$ e larghezza massima di 0.50 metri, esclusa la superficie dell'apertura esistente, purché debitamente cerchiata [...]”

7.1. Interventi 3-4-5

Di seguito si riporta una schematizzazione della situazione ante e post operam.



Ante-operam
Scala 1:50

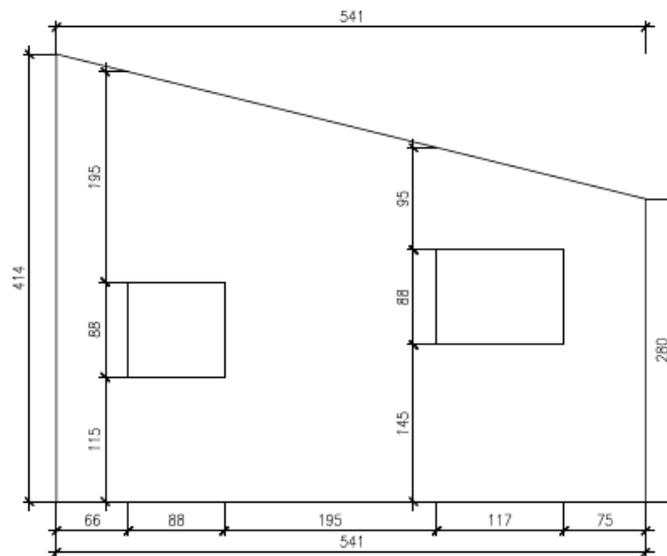


Post-operam
Scala 1:50

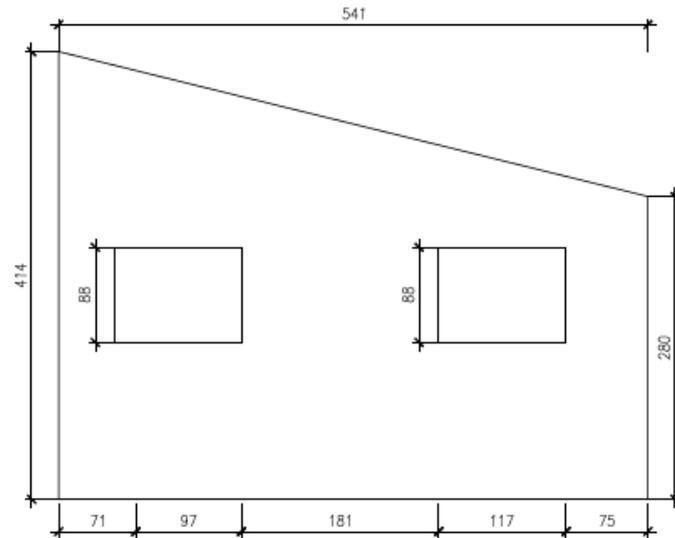
Al fine di verificare se fosse necessario prevedere una o più cerchiature, si è impiegato il *PRO_CAD Interventi Locali* fornito dalla 2SI ed i risultati ottenuti sono i seguenti.

7.2. Intervento 6

Di seguito si riporta una schematizzazione della situazione ante e post operam.

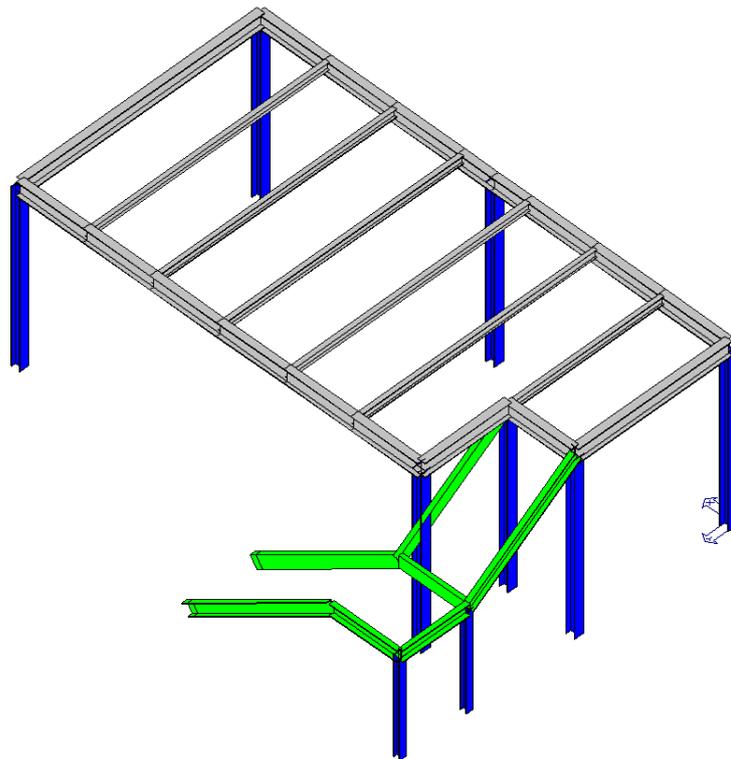


Ante-operam
Scala 1:50



Post-operam
Scala 1:50

7.3. Intervento 7 – Soppalco



Carichi e combinazioni di carico

Carico sul soppalco:

G1:peso proprio e perm. def...	50.0 [daN/ m2]
G2:permanenti NON definiti	0.0 [daN/ m2]
Sovraccarico variabile	200.0 [daN/ m2]
Coefficiente psi0	0.7
Coefficiente psi1	0.5
Coefficiente psi2	0.3

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.1

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

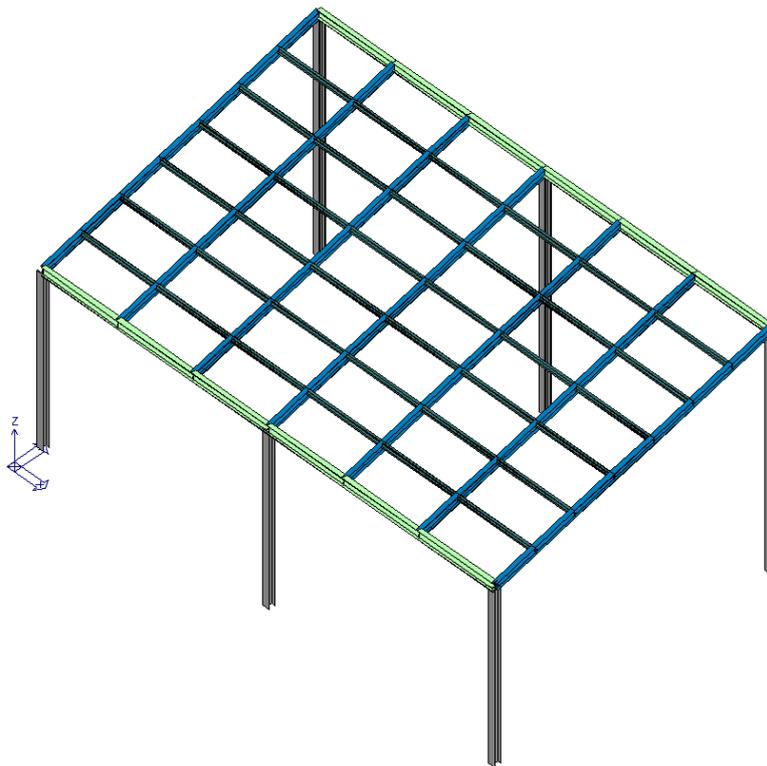
Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

7.4. Tettoia



Calcolo del Fattore di struttura q per edificio nuovo

Struttura regolare in pianta, regolare in altezza, progettata in bassa duttilità.

Sistema costruttivo: Acciaio

Tipologia strutturale: Strutture intelaiate

$q_0 = 4,00$

$au/a1 = 1,00$

$Kr = 1,00$

Valore fattore di struttura **q: 4.00**

Carichi e combinazioni di carico

Carico sulla copertura:

G1:peso proprio e perm. def...	30.0 [daN/ m2]
G2:permanenti NON definiti	0.0 [daN/ m2]
Sovraccarico neve	80.0 [daN/ m2]
Coefficiente ψ_{i0}	0.5
Coefficiente ψ_{i1}	0.2
Coefficiente ψ_{i2}	0.0

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi_{i02} \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi_{i03} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi_{i02} \cdot Qk2 + \psi_{i03} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{i11} \cdot Qk1 + \psi_{i12} \cdot Qk2 + \psi_{i13} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{i21} \cdot Qk1 + \psi_{i22} \cdot Qk2 + \psi_{i23} \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{i21} \cdot Qk1 + \psi_{i22} \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi_{i21} \cdot Qk1 + \psi_{i22} \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3