



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE  
Servizio Lavori Pubblici,  
Manutenzione Patrimonio e Demanio

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA  
M4-C1-I3.3: Piano di messa in sicurezza  
e riqualificazione dell'edilizia scolastica

## SCUOLA PRIMARIA \*VIA ROMA,114\* ADEGUAMENTO SISMICO SCUOLA PRIMARIA

CUP: C48E18000280005

### PROGETTO ESECUTIVO



Responsabile del Procedimento  
Arch. Simona Cerutti

Progettista:  
Ing. Marco Girani

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione:  
Geom. Giuseppe Pastorelli

Collegio Geometri  
della Provincia di Piacenza  
n° 1745  
Giuseppe Pastorelli

Approvazione

Validazione

Elaborato:

RELAZIONI STRUTTURALI

n° elaborato

A 03.rel

rev	data	oggetto revisione
4	-	-
3	-	-
2	-	-
1	-	-
0	27-12-2022	emissione

•

0. Introduzione .....	2
1. Descrizione del contesto edilizio e geomorfologico .....	2
2. Descrizione generale della struttura e degli interventi previsti .....	5
2.1 Descrizione delle strutture .....	5
2.2 Descrizione delle vulnerabilità e carenze riscontrate .....	6
2.3 Descrizione degli interventi previsti .....	6
3. Normativa tecnica di riferimento .....	8
4. Definizione dei parametri di progetto .....	9
5. Descrizione dei materiali strutturali .....	10
6. Illustrazione dei criteri di progettazione .....	12
6.1 Descrizione del modello .....	12
6.2 Verifiche sismiche .....	96
6.3 Verifiche statiche .....	101
7. Indicazioni delle principali combinazioni delle azioni .....	103
8. Metodo di analisi .....	107
9. Criteri di verifica .....	108
10. Principali risultati .....	114
10.1 Verifica sismica stato di fatto .....	114
10.2 Verifica sismica stato di progetto .....	122
10.3 Verifica statica .....	130
10.4 Verifiche presso flessione fuori piano .....	142
10.5 Verifiche strutture in acciaio .....	150
11. Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo .....	170
12. Fondazioni .....	171
13. Relazioni sui materiali .....	172

## 0. Introduzione

Il presente progetto riguarda le opere strutturali di “adeguamento sismico” della scuola primaria elementare del Comune di Gragnano Trebbiense sito in via Roma 121 del capoluogo.

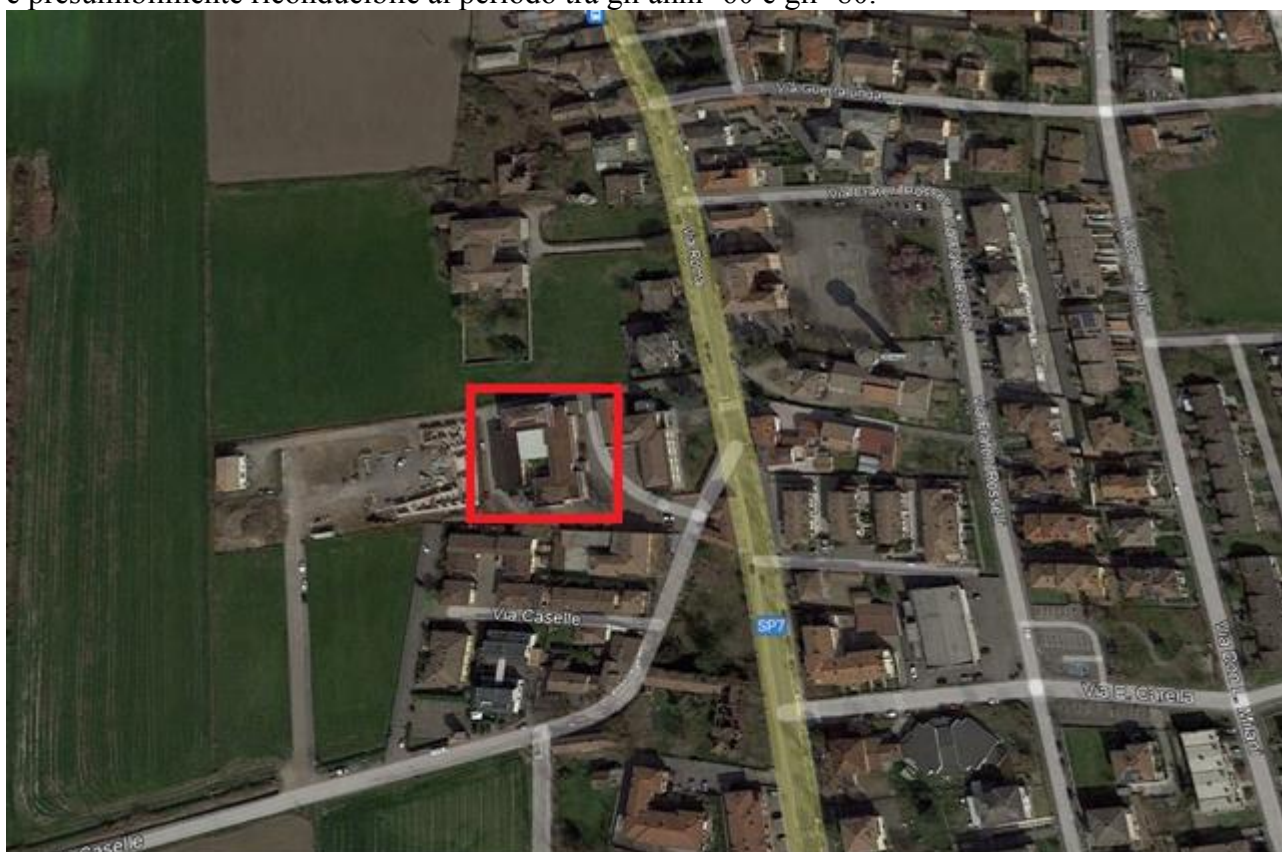
L'intervento prevede il consolidamento strutturale dell'edificio comprensivo dell'eliminazione di alcune vulnerabilità locali riscontrate nell'edificio stesso.

Le opere principali per la riduzione della vulnerabilità sismica della costruzione consistono essenzialmente nella realizzazione di opportune cerchiatura delle numerose e ampie aperture presenti nelle murature portanti, nella esecuzione di opere di antisfondellamento dei solai ed antiribaltamento delle tramezzature, nel consolidamento di porzioni a sbalzo (cornicioni e murature) e nel consolidamento di alcune porzioni di fondazioni. Oggetto del presente progetto sono pure le opere complementari connesse alla realizzazione delle opere strutturali.

La presente relazione tecnica ha lo scopo di descrivere gli interventi necessari all'adeguamento sismico dell'edificio in oggetto. Il percorso progettuale atto alla definizione di tali interventi è finalizzato, basandosi sull'analisi delle condizioni attuali dell'edificio, ad ottenere una capacità della struttura portante a resistere, con un adeguato grado di sicurezza, ai carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura stessa, compresi i possibili eventi sismici, sia a livello globale che locale

## 1. Descrizione del contesto edilizio e geomorfologico

L'edificio, sito nel Comune di Gragnano Trebbiense, è composto da più corpi di fabbrica, strutturalmente connessi tra di loro e costruiti in epoche diverse. La datazione delle varie porzioni è presumibilmente riconducibile al periodo tra gli anni '60 e gli '80.



Planimetricamente, la scuola presenta una forma irregolare formata dalle seguenti porzioni:

-Porzione A: posizionata lungo il lato est, ha forma rettangolare allungata, è disposta su un piano fuori terra ed un sottotetto;

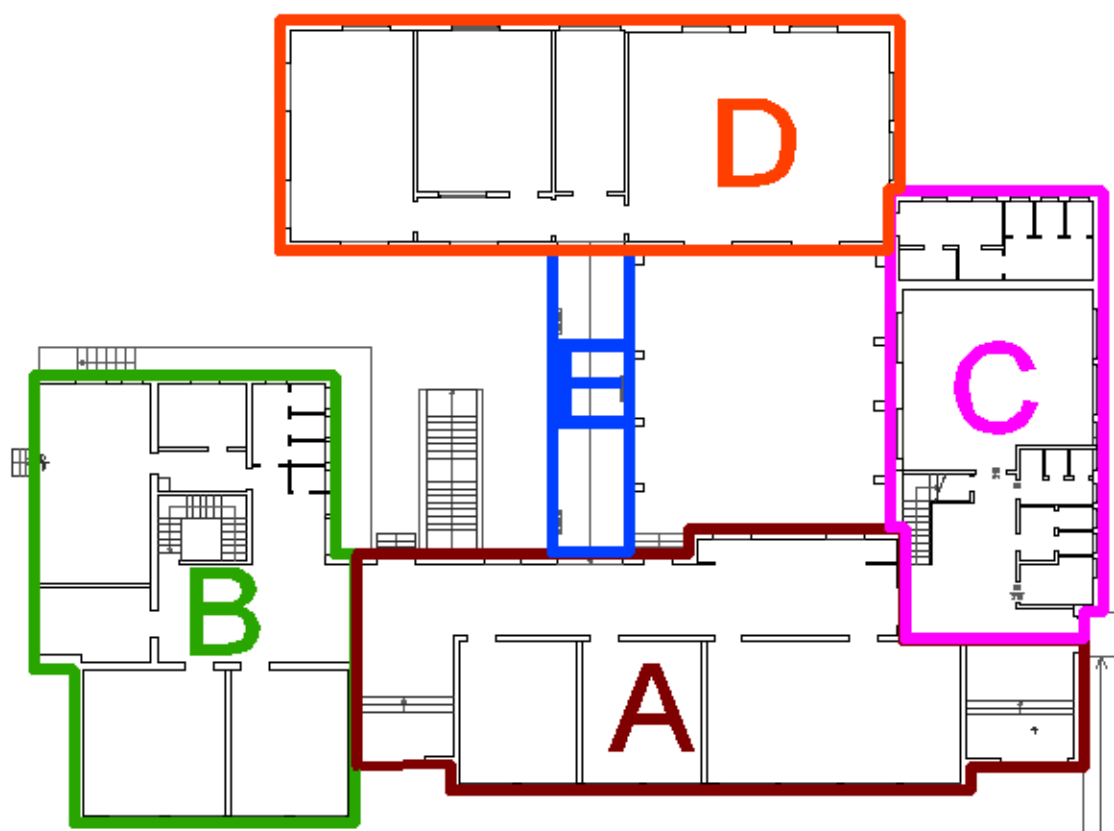
-Porzione B: è posta sulla to sud del complesso, di forma rettangolare, è disposta su un piano fuori terra ed un sottotetto, una parte de tale struttura è dotata anche di un interrato che sconfina anche al di sotto della porzione A. A raccordare le coperture della porzione A con quella B, è presente una copertura a struttura lignea a travi e travetti.

-Porzione C: si sviluppa lungo il lato nord, ha forma rettangolare ed è disposta su due piani fuori terra ed un sottotetto.

-Porzione D: di forma rettangolare è posta nella porzione lato ovest, è disposta su un piano fuori terra che è inframezzato da un controsoffitto in putrelle e tavelloni.

-Porzione E: è una sorta di “tunnel” di collegamento tra le porzioni A e D.

Completa il complesso una struttura indipendente mono piano a copertura dell’originario cortile, realizzato con struttura leggera in acciaio e copertura in lamiera che, per tale motivo non è stata considerata nella modellazione della struttura della scuola.



Dal punto di vista geomorfologico, l’area si colloca su un’area pianeggiante ad una quota media di circa 82 m s.l.m., dalle indagini geognostiche e geofisiche effettuate nell’area confinate della erigenda palestra, si evince che il terreno di fondazione, è formato da un strato superiore di copertura di materiale argilloso-limoso poco addensato dello spessore al di sotto del quale si rinviene materiale granulare ben addensato (sabbia ghiaiosa/ghiaie), lo strato ghiaioso è posizionato tra i 3,00 e 3,80 mt dal piano di campagna attuale.

Le indagini geognostiche eseguite consistono in 4 prove penetrometriche dinamiche utilizzate per la definizione dei parametri geotecnici del terreno di fondazione i cui risultati sono illustrati nella relazione geotecnica allegata al presente progetto. Dalla lettura dei report delle prove penetrometriche, si evince che lo strato ghiaioso è posizionato tra i 3,00 e 3,80 mt dal piano di

campagna attuale. In virtù dei risultati abbastanza uniformi ottenuti da tali prove, in considerazione della tipologia del terreno esistente nella zona (strato superiore coesivo e sottostante strato ghiaioso di elevato spessore) e del tipo di struttura in progetto, si ritiene che la campagna d'indagine sia sufficientemente esaustiva per consentire una corretta progettazione.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite in loco hanno definito la Categoria del sottosuolo come "B", mentre, vista la morfologia pianeggiante del terreno si desume una categoria topografica "T1". Gli interventi previsti, pur limitati a singole porzioni dell'edificio, comporteranno a ridurre la vulnerabilità sismica ed aumentare la sicurezza fino al raggiungimento di una vulnerabilità paragonabile a quanto richiesto per le nuove costruzioni.

## 2. Descrizione generale della struttura e degli interventi previsti

### 2.1 Descrizione delle strutture

Sulla base dei saggi e dei rilievi svolti è stato possibile ricostruire lo schema strutturale: in particolare negli elaborati grafici allegati sono riportate le piante schematiche con tutte le pareti murarie strutturali efficaci ai fini della resistenza sismica.

L'edificio risulta così composto:

#### -Porzione A:

Strutture verticali: in muratura di mattoni tipo doppio UNI (spessore di 25 cm circa).

Strutture orizzontali: il solaio tra il piano terra e il sottotetto è in latero cemento.

Copertura: La copertura, a capanna, è costituita da un solaio in latero cemento che poggia sui muri perimetrali longitudinali e sul muro di spina che, in una porzione, è sostituito da una trave di colmo in c.a.

Fondazioni: Non sono stati eseguiti saggi sulle fondazioni, ma presumibilmente sono costituite da cordoli in c.a..

#### -Porzione B:

Strutture verticali: in muratura di mattoni tipo doppio UNI (spessore di 25 cm circa) per quanto riguarda le parti fuori terra, mentre l'interato è formato da muri in cls.

Strutture orizzontali: i solai tra il piano terra e il sottotetto e quello tra piano interrato e piano terra, è in latero cemento.

Copertura: La copertura, a padiglione, è costituita da un solaio in latero cemento che poggia su travi in c.a., a loro volta sostenute da colonne in muratura di doppio UNI.

Fondazioni: Non sono stati eseguiti saggi sulle fondazioni, ma presumibilmente sono costituite da cordoli in c.a..

#### -Porzione C:

Strutture verticali: in muratura di mattoni tipo doppio UNI (spessore di 25/38 cm circa),

Strutture orizzontali: i solai tra il piano primo e il sottotetto e quello tra piano terra e piano primo, è in latero cemento.

Copertura: La copertura, a padiglione, è costituita da un solaio in latero cemento a doppia pendenza con catene che fungono da tiranti. La copertura è completata da un ampio cornicione a sbalzo in c.a. di sottile spessore.

Fondazioni: Non sono stati eseguiti saggi sulle fondazioni, ma presumibilmente sono costituite da cordoli in c.a..

#### -Porzione D:

Strutture verticali: in muratura di mattoni tipo doppio UNI (spessore di 25/38 cm circa),

Strutture orizzontali: non è presente alcun solaio, ma una sorta di controsoffitto in putrelle e tavelloni appeso alla soprastante copertura.

Copertura: La copertura, a volta, è costituita da un solaio in latero cemento che poggia sui muri laterali con cordoli in c.a..

Fondazioni: Non sono stati eseguiti saggi sulle fondazioni, ma presumibilmente sono costituite da cordoli in c.a..

#### -Porzione E:

Strutture verticali: a travi e pilastri in c.a.,

Copertura: La copertura, a volta, è costituita da un solaio in latero cemento..

Fondazioni: Non sono stati eseguiti saggi sulle fondazioni, ma presumibilmente sono costituite da cordoli in c.a..

Completano la struttura alcuni muri in c.a. posizionati nel cortile interno a contorno della scalinata per l'accesso al piano interrato e per la formazione di uno scannafosso laterale.

La destinazione d'uso dei vari ambienti è di tipo scolastico.

## **2.2 Descrizione delle vulnerabilità e carenze riscontrate**

L'edificio presenta un stato di conservazione discreto.

Le vulnerabilità strutturali più evidenti presenti nell'edificio sono le seguenti:

-In alcune porzioni dell'edificio sono presenti numerose aperture sui muri perimetrali molto ravvicinate tra loro. In tal modo, i maschi murari risultano di limitate dimensioni, anche in considerazione del fatto che essendoci come corpi oscuranti, delle tapparelle, nelle parti superiori, dove alloggiavano i rulli, tali maschi sono ulteriormente più limitati.

-Lungo il lato nord, il muro perimetrale è posizionato in falso, a sbalzo, rispetto al muro sottostante.

-Da un'indagine eseguita da una ditta specializzata, è emerso il pericolo di sfondellamento dei solai in laterocemento.

-Tale indagine, sopra citata, rimarca anche la vulnerabilità del controsoffitto in putrelle e tavelloni della porzione D.

-Nell'edificio scolastico sono presenti alcune tramezzature di ampie dimensioni, sia in altezza che in lunghezza, soggette quindi al pericolo di ribaltamento degli stessi.

-Nell'angolo sud est dell'edificio, come si evince da alcune lesioni presenti nella pavimentazione nelle zone di passaggio tra le porzioni ove è presente l'interrato e la zona dove tale interrato non è presente. Tali lesioni sono dovute, con ogni probabilità, a comprensibili cedimenti differenziati tra zone aventi quote di imposta delle fondazioni differenti. Vista la relativa "leggerezza" della struttura (monopiano) non si ritiene che sia stato raggiunto il carico limite del terreno di fondazione.

-Nella copertura della Porzione C vi è un cornicione avente un ampio sbalzo (circa 160 cm) ed un limitato spessore (meno di 10 cm). In caso di sisma vi è il pericolo che tale cornicione si possa staccare e cadere nelle zone sottostanti.

-Le coperture delle porzioni A, B e C, presentano delle travi in c.a. deteriorate con i ferri d'armatura a vista, con mancanza del copriferro, inoltre, alcune colonne in doppio UNI risultano snelle, inoltre anche la porzione di copertura di raccordo tra le porzioni A e B, presenta la struttura lignea molto deteriorata.

-I muri controterra lato cortile presentano deformazioni date dalla spinta del terreno, in particolare nella zona dell'ingresso dal cortile interno, la pavimentazione presente tra i due muri risulta completamente deteriorata ed inutilizzabile a causa, appunto, del cedimento del terreno sottostante contenuta tra i due muri.

## **2.3 Descrizione degli interventi previsti**

L'intervento sulle strutture esistenti ha come obiettivo primario la riduzione del rischio, attraverso la limitazione della vulnerabilità delle singole strutture. Lo scopo degli interventi che si andranno ad

eseguire sulle singole parti è quello di conferire all'edificio una maggiore resistenza degli elementi simoresistenti e contrastare la possibile formazione di meccanismi locali.

Si conferirà quindi, all'edificio, un maggior grado di sicurezza mediante un insieme di interventi volti alla cura del dettaglio strutturale, il cui dimensionamento definitivo sarà effettuato mediante un'analisi strutturale che valuterà sia il comportamento globale dell'edificio che i vari elementi strutturali.

In considerazione delle carenze e vulnerabilità riscontrate nell'edificio si ritiene che sia necessario prevedere la realizzazione di alcune opere di consolidamento strutturale, per limitare tali carenze e quindi per conferire all'edificio un adeguato grado di sicurezza strutturale, così come previsto dalle normative vigenti.

Gli interventi previsti atti a perseguire tale scopo sono i seguenti:

-Realizzazione di cerchiature metalliche nelle aperture più ravvicinate per il rinforzo ed irrigidimento dei maschi murari di limitate, si prevede, inoltre, la rimozione di tutte le tapparelle ed il tamponamento dei cassonetti, al fine di diminuire le dimensioni delle aperture. I nuovi sistemi oscuranti saranno costituiti da frangisole con lamelle orientabili in alluminio.

-Realizzazione, lungo il lato nord, di un telaio con colonne e travi in acciaio per il sostegno del muro perimetrale posizionato in falso, a sbalzo, rispetto al muro sottostante. Tale telaio sarà dotato di una di una fondazione in c.a.

-Realizzazione di sistema antisfondellamento dei solai, mediante la messa in opera, all'intradosso degli stessi, di intonaco armato con rete in fibra di vetro con connettori metallici da innestare nel solaio.

-Demolizione del controsoffitto in putrelle a tavelloni della porzione D e rifacimento con uno a quadrotti in fibre minerali.

-Rinforzo e messa in sicurezza del ribaltamento fuori dal piano delle tramezzature di ampie dimensioni con intonaco armato.

-Consolidamento delle fondazioni dell'angolo sud est dell'edificio con cordolo in c.a. collegato alla fondazione esistente per aumentarne l'impronta a terra ed limitarne i cedimenti differenziali rispetto alla porzione dotata di piano interrato.

-Realizzare di supporti in acciaio a sostegno del cornicione della copertura della Porzione C e della porzione D, tali sostegni saranno formati da mensole e travi in acciaio collegate alla muratura e al cornicione.

-Consolidamento delle travi in c.a. delle coperture delle porzioni A, B e C con il ripristino del copriferro, e rinforzo delle colonne in muratura con intonaco armato con reti in fibre di vetro

-Rifacimento della parte di copertura di raccordo tra le porzioni A e B a struttura lignea

-Per evitare ulteriori movimenti tra i muri controterra del cortile interno, è prevista la realizzazione di una soletta in c.a. collegata alle teste dei due muri avente la funzione di una sorta di tirante per contrastare la spinta del terreno.

Saranno inoltre realizzate tutte le opere di finitura connesse alla realizzazione delle opere strutturali quali tinteggiature, rasature di intonaci, rifacimento di pavimenti e rivestimenti smontaggio e rimontaggio di impianti ecc..

Gli interventi previsti, non andranno a modificare, comunque, le geometrie esistenti dei vari spazi della scuola, i vari spazi rimarranno i medesimi della situazione attuale e non saranno previsti ampliamenti, anche a livello impiantistico non si andranno a modificare le condizioni esistenti.



### **3. Normativa tecnica di riferimento**

Per i calcoli illustrati in seguito sono state adottate le seguenti norme:

-Norme Tecniche per le Costruzioni – DM 17-1-2018

-C. S. LL. PP. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17-1-2018

#### **4. Definizione dei parametri di progetto**

I parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito, presa a riferimento per il presente calcolo delle fondazioni, sono i seguenti:

Vita nominale –  $V_n > 50$  anni

Classe d'uso = III “opere con grandi affollamenti”

Periodo di riferimento  $V_r = 50$  anni

Categoria del sottosuolo = B

Categoria Topografica = T1

Amplificazione topografica = 1,0

Zona sismica del sito = 3

Coordinate geografiche del sito = long  $9.5700^\circ$ ; lat  $45.013^\circ$

I carichi previsti sono di seguito declinati:

- 1 Affollamento sull'estradosso dei solai , relativo ad edifici scolastici;
- 2 Affollamento sull'estradosso del solaio per manutenzione
- 3 Neve, sulla copertura
- 4 Azioni sismiche, su tutta l'US;

## 5. Descrizione dei materiali strutturali

Le strutture lignea in legno lamellare GL24h

Calcestruzzo per c.a. C25/30

Acciaio per le strutture in c.a. B450C

L'acciaio per i profilati sarà del tipo S235

Le connessioni delle travature in legno con gli altri elementi lignei e il cordolo sommitale saranno realizzati con barre o viti tipo 8.8

Per il calcolo delle murature esistente sono stati utilizzati i seguenti parametri.



Definizione parametri materiali

Tipo muratura: Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura =

Livello conoscenza: -- Limitate indagini -- LC1

FC: 1.35


	$f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$\tau$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$f_{v0}$ [N/cm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	w [kN/m <sup>3</sup> ]
Valore tabellare	500.00	8.00	20.00	4 550.00	1 137.50	15


Normativa  OK Annulla 

Proprietà materiale

Tipo **Nome**

Nome

Colore materiale 

Texture 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	4550
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	4550
G [N/mm <sup>2</sup> ]	1137.5
w [kN/m <sup>3</sup> ]	15
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	500
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	375
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	259.26
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	8
FC	1.35
γ <sub>m</sub>	3
Maschio drift taglio	0.005
Maschio drift flessione	0.01
Fascia drift taglio	0.015
Fascia drift flessione	0.015
Fascia accoppiata drift	0.02

**Condizione del materiale**

Esistente  Nuovo

Rigidezza fessurata

Malta scadente (resistenza < 0.7 [N/mm<sup>2</sup>])

Definizione utente

Limita spostamento ultimo

**Tipo legame**

Fascia

Degrado di resistenza a un valore residuo ▼

Taglio

Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic) ▼

Considera contributo a trazione fascia

Parametri muratura

Parametri di miglioramento

Definisci materiale multistrato

Descrizione

Libreria

## 6. Illustrazione dei criteri di progettazione

Per quel che concerne la verifica l'analisi utilizzata è statica non lineare, in quanto compatibile con il tipo di US in progetto.

### 6.1 Descrizione del modello

Materiali

Comportamento meccanico della muratura

Le proprietà meccaniche del materiale muratura sono definite in modo da individuarne al meglio il comportamento in campo non lineare.

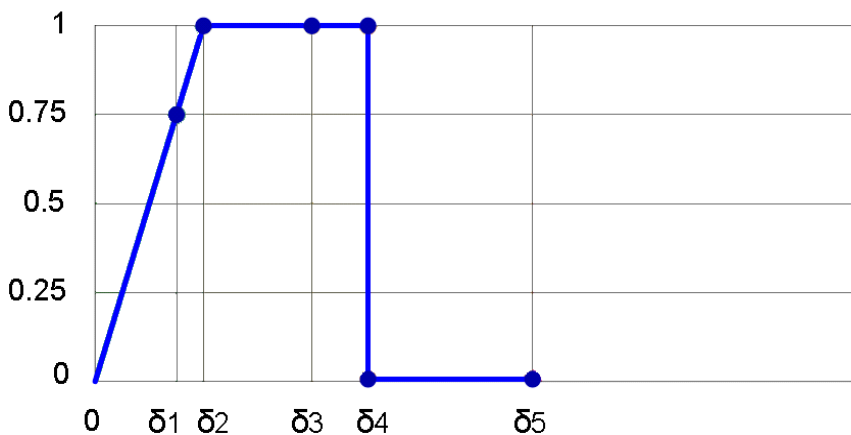
Le caratteristiche principali sono:

- Rigidezza iniziale secondo le caratteristiche elastiche (fessurate) del materiale;
- Redistribuzione delle sollecitazioni interne all'elemento tali da garantire l'equilibrio;
- Settaggio dello stato di danno secondo i parametri globali e locali;
- Degradazione della rigidezza nel ramo plastico;
- Controllo di duttilità mediante la definizione di drift massimo ( $\delta_u$ ) differenziato secondo quanto previsto nelle normative vigenti a seconda del meccanismo di danneggiamento agente sul pannello
- Eliminazione dell'elemento, al raggiungimento delle condizioni limite senza interruzione dell'analisi.

Il comportamento non lineare si attiva quando un valore di forza raggiunge il suo massimo valore definito come il minimo fra i criteri di resistenza pressoflessione e taglio.

Il comportamento dei maschi murari associati ai meccanismi di taglio e pressoflessione può essere descritto attraverso diversi tratti che rappresentano i progressivi livelli di danno.

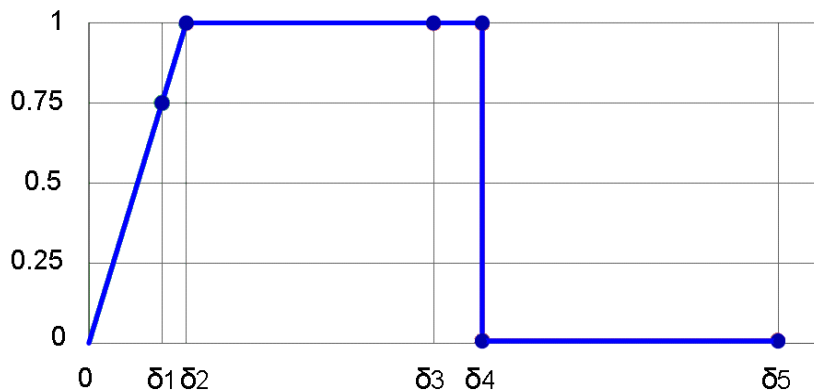
Maschio con meccanismo a taglio



Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

0 - $\delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per taglio
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per taglio
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per taglio
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

### Maschio con meccanismo a pressoflessione



Il comportamento del maschio murario pressoflessione, invece, si può descrivere attraverso i seguenti tratti:

0 - $\delta_1$	elasticità
$\delta_1$ - $\delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2$ - $\delta_3$	plastico per pressoflessione
$\delta_3$ - $\delta_4$	incipiente rottura per pressoflessione
$\delta_4$ - $\delta_5$	rottura per pressoflessione
$\delta_5$ - $\infty$	crisi grave

Alcuni tra questi livelli di rottura sono necessari per descrivere con maggiore cura il progredire della crisi permettendo una più accurata previsione degli interventi e del livello di degrado della muratura:

- Incipiente plasticità: Quando un elemento si trova ancora in campo elastico ma è prossimo alla plasticità
- Incipiente rottura: Quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura
- Crisi grave: Quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

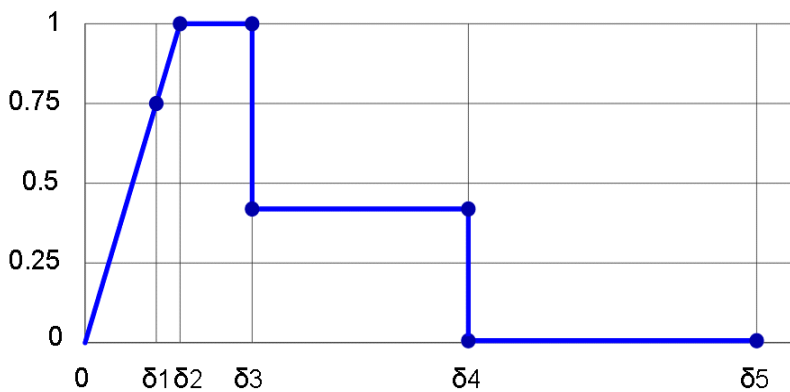
Il software mette a disposizione tre categorie di legame:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)
- Con resistenza pari al valore residuo (Legame bilineare)
- Priva di resistenza residua

Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)

### Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)



Questo tipo di legame è definito nella circolare al §C8.7.1.3.1 assumendo:

$\delta_1$ :  $0.75 * \delta_2$

$\delta_2$ : deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite

$\delta_3$ : 0.005

$\delta_4$ : 0.015

$\delta_5$ :  $2 * \delta_4$  Questa deformazione rappresenta lo stato di “crisi grave” non direttamente richiesta nella normativa ma utile come avviso per il progettista.

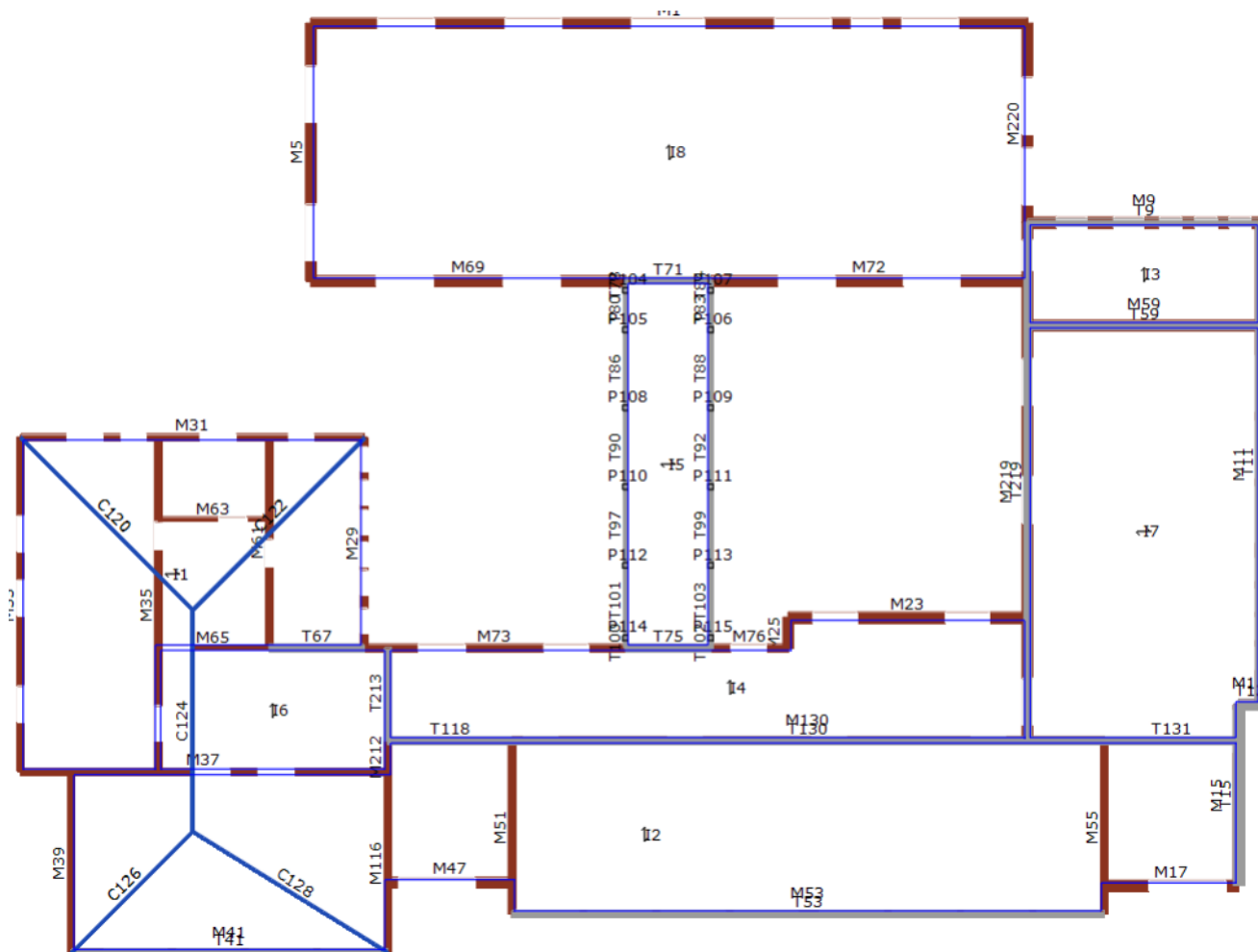
### Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

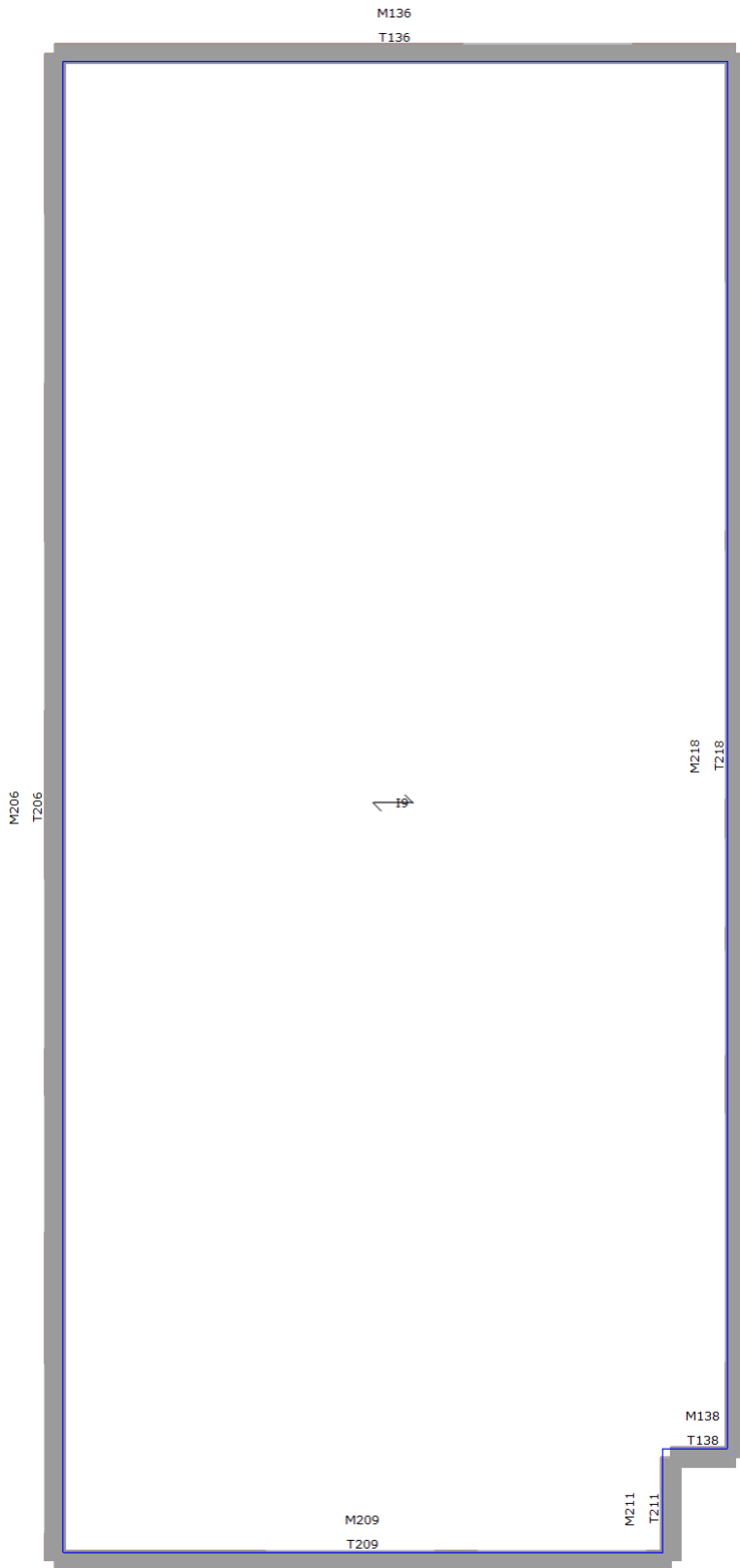
Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Di seguito si riportano i dati della modellazione della struttura nello stato di fatto e dello stato finale  
 STATO DI FATTO

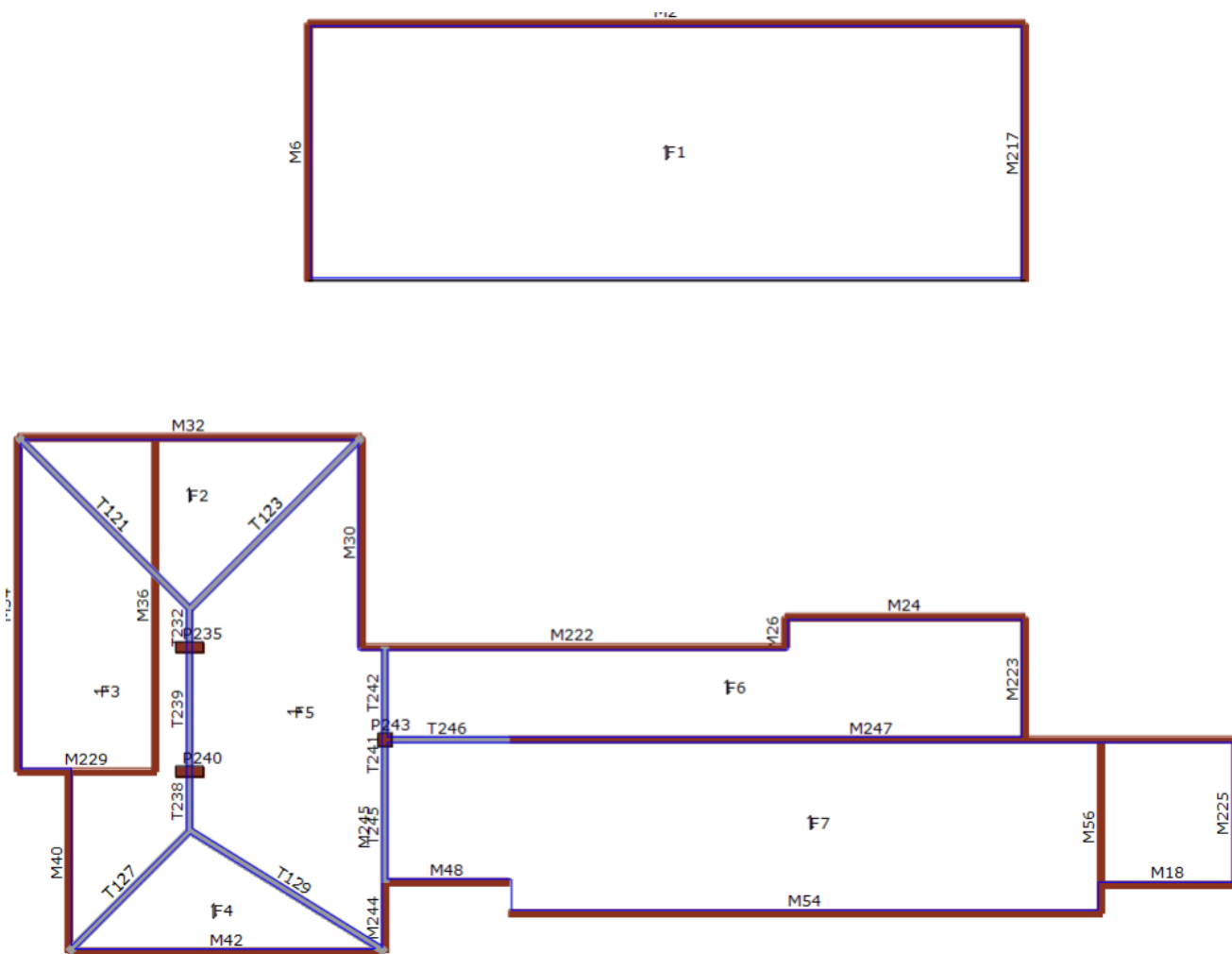


Vista pianta livello 1

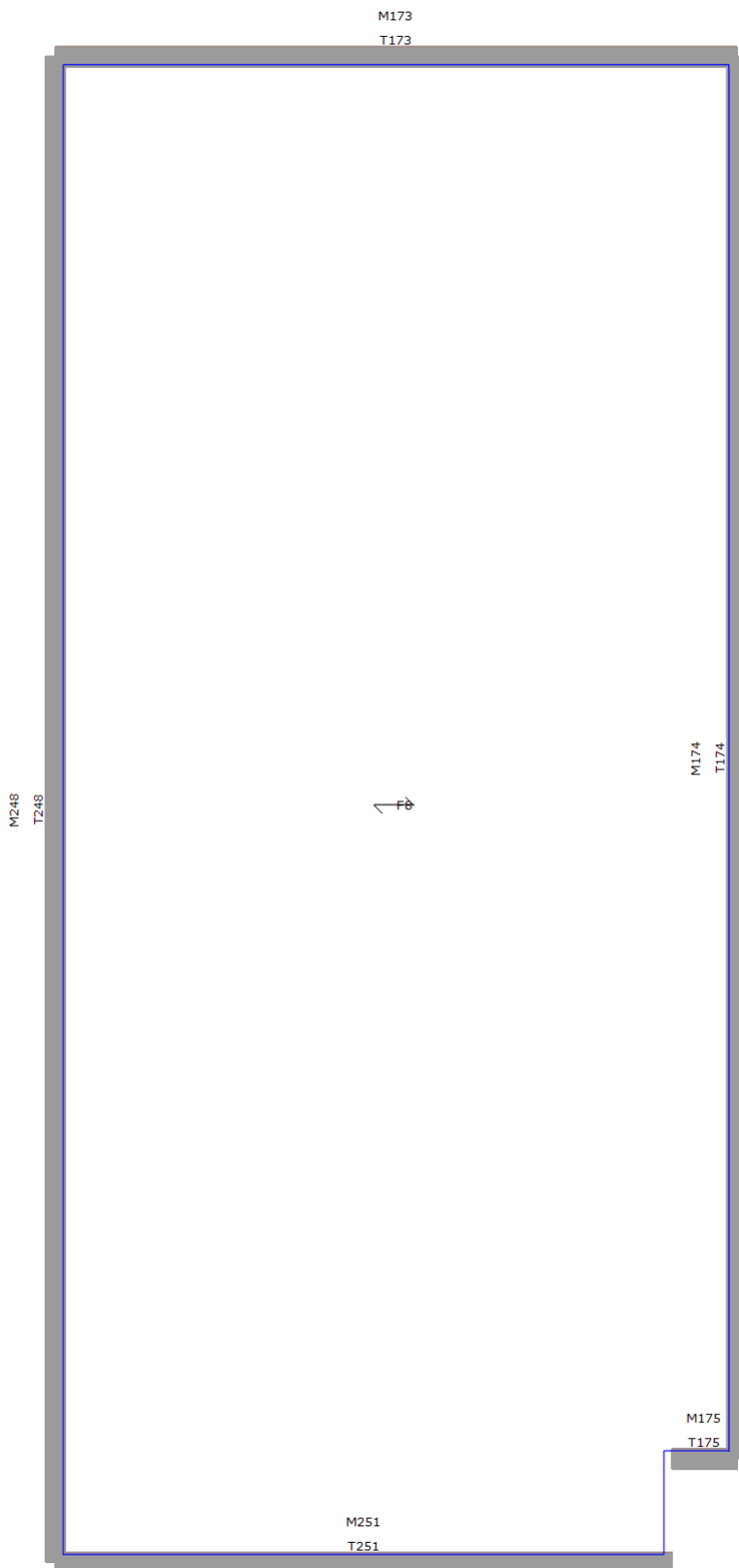




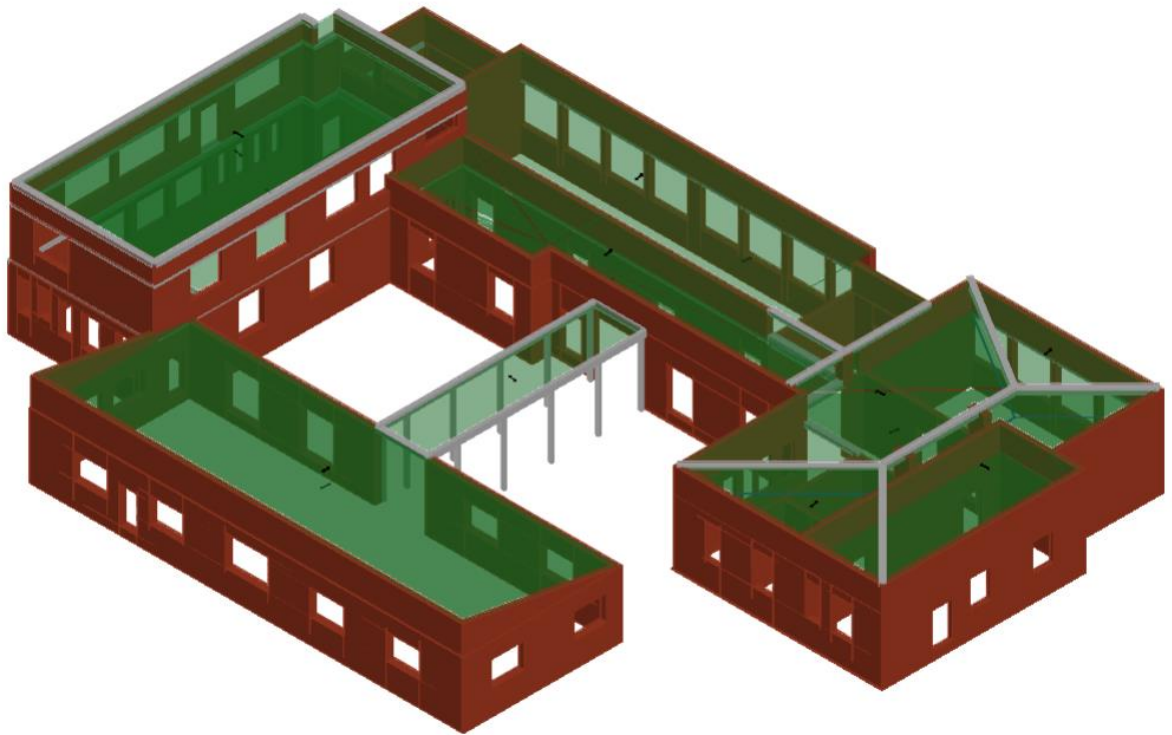
Vista pianta livello 2



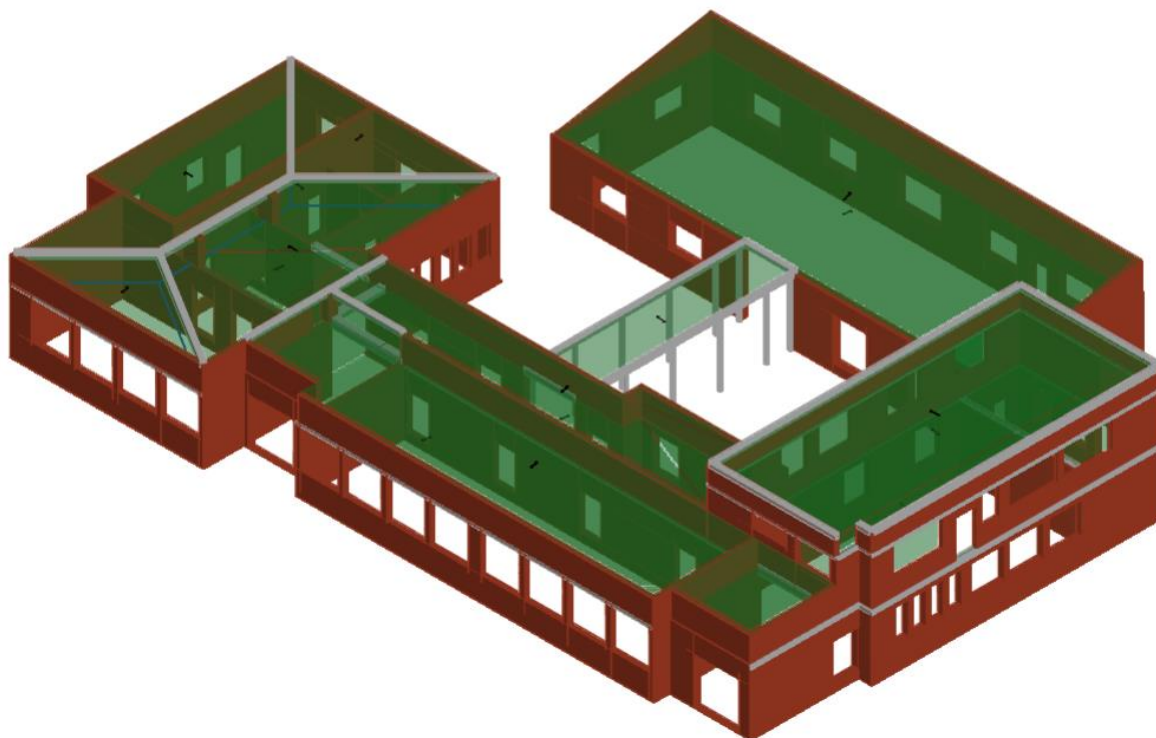
Vista pianta livello 1 tetto



Vista pianta livello 2 tetto



Vista 3D (1)



### Vista 3D (2)

Descrizione del modello

Materiali

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
C16/20	Calcestruzzo		
C25/30	Calcestruzzo		
B450	Acciaio armatura		NTC08
S 235 (t <= 40mm)	Acciaio strutturale		UNI EN10025-2 (laminati)
doppio uni esistente	Muratura		

### Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm <sup>2</sup> ]	Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fm [N/cm <sup>2</sup> ]
doppio uni esistente	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	4 550.00	4 550.00	1 137.50	15	500.00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	fk [N/cm <sup>2</sup> ]	τ [N/cm <sup>2</sup> ]	FC	γm
doppio uni esistente	259.26	8.00	1.35	3.00

**Calcestruzzo**

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>cm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub>	α <sub>cc</sub>
C16/20	28 608.00	11 920.00	25	24.0	16.0	1.50	0.85
C25/30	31 476.00	13 115.00	25	33.0	25.0	1.50	0.85

**Acciaio armatura**

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>ym</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>
B450	206 000.00	79 231.00	79	484.0	450.0	1.15

**Acciaio strutturale**

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>ym</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>
S 235 (t ≤ 40mm)	210 000.00	80 769.00	79	253.0	235.0	1.05

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
Muratura esistente	Muratura		

## Elementi di struttura

**Livello 1****Pannello murario**

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
220	2	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
5	3	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
69	4	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
72	4	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
17	9	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
23	12	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
25	13	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
65	14	doppio uni essitente	-	400	400	12.0
73	14	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
76	14	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
29	15	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
31	16	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
33	17	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
35	18	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
37	19	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
39	20	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
116	22	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
212	22	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
47	24	doppio uni essitente	-	400	400	38.0
51	26	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
55	28	doppio uni essitente	-	400	400	25.0

61	31	doppio uni essitente	-	400	400	25.0
63	32	doppio uni essitente	-	400	400	12.0

#### Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
219	2	doppio uni essitente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	25.0	25.0
9	5	doppio uni essitente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	25.0	25.0
11	6	doppio uni essitente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
13	7	doppio uni essitente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
15	8	doppio uni essitente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
41	21	doppio uni essitente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
130	25	doppio uni essitente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
53	27	doppio uni essitente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
59	30	doppio uni essitente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	25.0	25.0

#### Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
219	2	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
9	5	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
11	6	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.00
13	7	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.00
15	8	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.00
41	21	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
245	22	625.00	32 552.08	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01	0.00
130	25	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.00
53	27	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
59	30	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50

#### Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
71	4	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
78	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
80	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
86	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
90	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
97	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
100	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
101	10	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
83	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75

84	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
88	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
92	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
99	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
102	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
103	11	C25/30	B450	400	400	15.0	35.0	53 593.75
67	14	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
75	14	C16/20	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
213	22	C16/20	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
241	22	C25/30	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
242	22	C25/30	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
118	25	C25/30	B450	400	400	25.0	55.0	346 614.59
131	25	C25/30	B450	400	400	25.0	55.0	346 614.59
246	25	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
121	33	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
123	34	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
232	35	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
238	35	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
239	35	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
127	36	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
129	37	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33

**Trave C.A. (2)**

N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
71	4	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01
78	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
80	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
86	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
90	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
97	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
100	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
101	10	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
83	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
84	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
88	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
92	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
99	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
102	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
103	11	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
67	14	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01
75	14	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
213	22	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
241	22	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
242	22	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
118	25	18.60	12.57	7	4	3.0	25	1.01
131	25	18.60	12.57	7	4	3.0	25	1.01
246	25	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
121	33	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
123	34	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01



232	35	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
238	35	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
239	35	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
127	36	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
129	37	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01

#### Catena

N.	Parete	Materiale	Quota [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
120	33	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
122	34	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
124	35	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
126	36	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
128	37	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1

#### Pilastro C.A. (1)

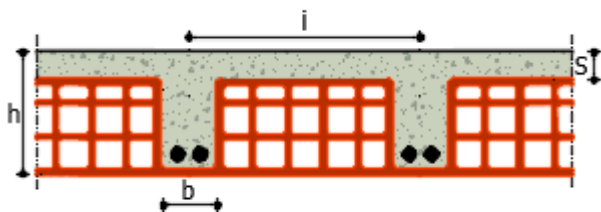
N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Rinforzo	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
104	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
105	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
106	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
107	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
108	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
109	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
110	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
111	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
112	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
113	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
114	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
115	C16/20	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400

#### Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
104	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
105	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
106	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
107	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
108	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
109	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
110	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
111	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
112	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
113	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
114	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
115	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01

#### Archivi solai

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 6.0; i [cm] = 50.0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 0.0
U2	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 3.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 12; S [cm] = 3.0
U3	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 12.0; i [cm] = 70.0; h solaio [cm] = 45; S [cm] = 3.0
U4	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 1.0; i [cm] = 70.0; h solaio [cm] = 5; S [cm] = 0.0

#### Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
1	U1	400	4.0	1 000.00	13 731.84	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
2	U1	400	4.0	1 000.00	13 731.84	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
3	U1	400	4.0	1 000.00	13 731.84	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U1	400	4.0	1 000.00	13 731.84	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
5	U1	400	4.0	1 000.00	13 731.84	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
6	U2	400	3.0	11 920.00	37 190.40	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
7	U3	400	3.0	11 920.00	97 267.20	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
8	U4	400	4.0	1 000.00	510.86	0.00	Monodirezionale	Laterocemento

#### Livello 2

##### Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
206	2	doppio uni essitante	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
136	5	doppio uni essitante	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
218	6	doppio uni essitante	-	700	300	25.0	C25/30	B450	700	25.0	25.0
138	7	doppio uni essitante	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
211	8	doppio uni essitante	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
209	25	doppio uni essitante	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0

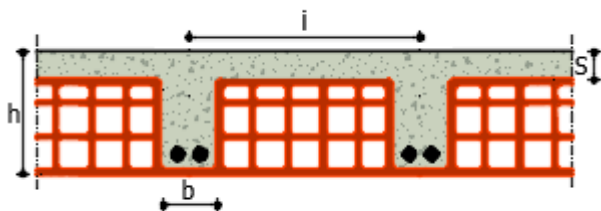
##### Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area	J	Af intrad.	Af estrad.	N. barre	N. barre	Copriferro	Passo	Area	Porzione
----	--------	------	---	------------	------------	----------	----------	------------	-------	------	----------

		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	intrad.	Estrad.	[cm]	staffe [cm]	staffe [cm <sup>2</sup> ]	deformabile
206	2	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
248	2	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
136	5	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
173	5	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
174	6	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
218	6	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
138	7	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
175	7	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
211	8	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
209	25	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
251	25	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00

### Archivi solai

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 6.0; i [cm] = 50.0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 0.0
U2	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 3.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 12; S [cm] = 3.0
U3	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 12.0; i [cm] = 70.0; h solaio [cm] = 45; S [cm] = 3.0
U4	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 1.0; i [cm] = 70.0; h solaio [cm] = 5; S [cm] = 0.0

### Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
9	U3	700	3.0	11 920.00	97 267.20	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento

### Elementi di copertura

#### Livello 1

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
1	1	doppio uni essitante	-	38.0
2	1	doppio uni essitante	-	25.0

217	2	doppio uni essitente	-	25.0
220	2	doppio uni essitente	-	38.0
223	2	doppio uni essitente	-	25.0
5	3	doppio uni essitente	-	38.0
6	3	doppio uni essitente	-	25.0
69	4	doppio uni essitente	-	38.0
72	4	doppio uni essitente	-	38.0
225	8	doppio uni essitente	-	25.0
17	9	doppio uni essitente	-	38.0
18	9	doppio uni essitente	-	25.0
23	12	doppio uni essitente	-	38.0
24	12	doppio uni essitente	-	25.0
25	13	doppio uni essitente	-	38.0
26	13	doppio uni essitente	-	25.0
65	14	doppio uni essitente	-	12.0
73	14	doppio uni essitente	-	25.0
76	14	doppio uni essitente	-	25.0
222	14	doppio uni essitente	-	25.0
29	15	doppio uni essitente	-	25.0
30	15	doppio uni essitente	-	25.0
31	16	doppio uni essitente	-	25.0
32	16	doppio uni essitente	-	25.0
33	17	doppio uni essitente	-	25.0
34	17	doppio uni essitente	-	25.0
35	18	doppio uni essitente	-	25.0
36	18	doppio uni essitente	-	25.0
37	19	doppio uni essitente	-	25.0
229	19	doppio uni essitente	-	25.0
39	20	doppio uni essitente	-	25.0
40	20	doppio uni essitente	-	25.0
42	21	doppio uni essitente	-	25.0
116	22	doppio uni essitente	-	25.0
212	22	doppio uni essitente	-	25.0
244	22	doppio uni essitente	-	25.0
47	24	doppio uni essitente	-	38.0
48	24	doppio uni essitente	-	25.0
247	25	doppio uni essitente	-	25.0
51	26	doppio uni essitente	-	25.0
54	27	doppio uni essitente	-	25.0
55	28	doppio uni essitente	-	25.0
56	28	doppio uni essitente	-	25.0
61	31	doppio uni essitente	-	25.0
63	32	doppio uni essitente	-	12.0

#### Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
219	2	doppio uni essitente	-	38.0	C16/20	B450	25.0	25.0
9	5	doppio uni	-	38.0	C16/20	B450	25.0	25.0

		essistente						
11	6	doppio uni essistente	-	38.0	C16/20	B450	38.0	25.0
13	7	doppio uni essistente	-	38.0	C16/20	B450	38.0	25.0
15	8	doppio uni essistente	-	38.0	C16/20	B450	38.0	25.0
41	21	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
245	22	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	25.0
130	25	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
53	27	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
59	30	doppio uni essistente	-	38.0	C16/20	B450	25.0	25.0

**Pannello + Cordolo C.A. (2)**

N.	Parete	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	Af intrad. [cm <sup>2</sup> ]	Af estrad. [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]	Porzione deformabile
219	2	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
9	5	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
11	6	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.00
13	7	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.00
15	8	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.00
41	21	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
245	22	625.00	32 552.08	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01	0.00
130	25	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.00
53	27	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
59	30	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50

**Trave C.A. (1)**

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm <sup>4</sup> ]
241	22	C25/30	B450	25.0	25.0	32 552.08
242	22	C25/30	B450	25.0	25.0	32 552.08
246	25	C16/20	B450	25.0	25.0	32 552.08
121	33	C16/20	B450	25.0	25.0	32 552.08
123	34	C16/20	B450	25.0	25.0	32 552.08
232	35	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
238	35	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
239	35	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
127	36	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
129	37	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33

**Trave C.A. (2)**

N.	Parete	Af intradosso [cm <sup>2</sup> ]	Af estradosso [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]
241	22	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
242	22	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
246	25	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01

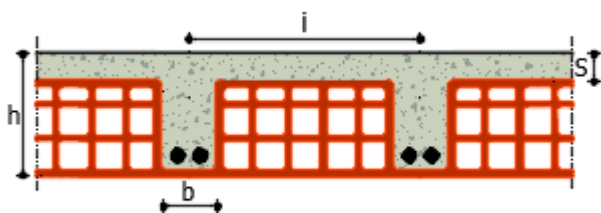
121	33	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
123	34	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
232	35	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
238	35	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
239	35	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
127	36	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
129	37	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01

#### Pilastro Muratura

N.	Materiale	Rinforzo	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
235	doppio uni essitente	-	100.0	38.0	3 800.00	0
240	doppio uni essitente	-	100.0	38.0	3 800.00	0
243	doppio uni essitente	-	50.0	50.0	2 500.00	0

#### Archivi falde

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 5.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 15; S [cm] = 0.0

#### Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
1	U1	400	572	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
2	U1	550	550	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
3	U1	550	550	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U1	550	550	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
5	U1	550	550	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
6	U1	550	550	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento
7	U1	550	550	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento

#### Livello 2

##### Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
206	2	doppio uni essitente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0

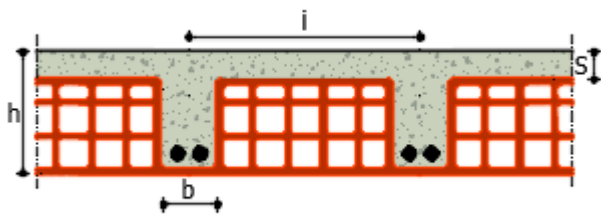
248	2	doppio uni essistente	-	25.0	C25/30	B450	25.0	25.0
136	5	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
173	5	doppio uni essistente	-	25.0	C25/30	B450	25.0	25.0
174	6	doppio uni essistente	-	25.0	C25/30	B450	25.0	25.0
218	6	doppio uni essistente	-	25.0	C25/30	B450	25.0	25.0
138	7	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
175	7	doppio uni essistente	-	25.0	C25/30	B450	25.0	25.0
211	8	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
209	25	doppio uni essistente	-	25.0	C16/20	B450	25.0	16.0
251	25	doppio uni essistente	-	25.0	C25/30	B450	25.0	25.0

#### Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	Af intrad. [cm <sup>2</sup> ]	Af estrad. [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]	Porzione deformabile
206	2	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
248	2	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
136	5	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
173	5	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
174	6	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
218	6	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
138	7	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
175	7	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00
211	8	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
209	25	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
251	25	625.00	32 552.08	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01	0.00

#### Archivi falde

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 5.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 15; S [cm] = 0.0

**Falda**

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
8	U1	800	800	4.0	1 000.00	17 880.00	0.00	Monodirezionale	Laterocemento

**Telaio equivalente**

Parete : 1

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-162	2 816	0	0
3	2 463	2 816	0	0
2	-162	2 816	400	1
4	2 463	2 816	400	1

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
94	582	0	0
96	1 047	0	0
98	1 569	0	0
100	1 942	0	0
102	2 127	0	0
95	582	400	1
97	1 047	400	1
99	1 569	400	1
101	1 942	400	1
103	2 127	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
17	doppio uni essitante	-	38.0	75.0	188.0	1 943	194	100	101
18	doppio uni essitante	-	38.0	75.0	188.0	2 128	194	102	103
13	doppio uni essitante	-	38.0	245.0	278.0	123	208	1	2
19	doppio uni essitante	-	38.0	254.0	278.0	2 498	208	3	4
14	doppio uni essitante	-	38.0	261.0	156.0	582	228	94	95
15	doppio uni essitante	-	38.0	257.0	171.5	1 047	236	96	97
16	doppio uni essitante	-	38.0	260.0	171.5	1 569	236	98	99

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
9	doppio uni essitante	-	25.0	110.0	50.0	2 035	25	100	102
1	doppio uni	-	25.0	206.0	150.0	348	75	1	94



	essistente								
3	doppio uni essistente	-	25.0	206.0	150.0	815	75	94	96
5	doppio uni essistente	-	25.0	264.0	150.0	1 307	75	96	98
7	doppio uni essistente	-	25.0	206.0	150.0	1 802	75	98	100
11	doppio uni essistente	-	25.0	206.0	150.0	2 268	75	102	3
10	doppio uni essistente	-	38.0	110.0	130.0	2 035	335	101	103
2	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	94.0	348	353	2	95
4	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	94.0	815	353	95	97
8	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	94.0	1 802	353	99	101
12	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	94.0	2 268	353	103	4
6	doppio uni essistente	-	38.0	264.0	63.0	1 307	369	97	99

**Parete : 2**

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	2 463	194	0	0
34	2 463	643	0	0
70	2 463	1 712	0	0
10	2 463	1 875	0	0
12	2 463	2 088	0	0
3	2 463	2 816	0	0
6	2 463	194	400	1
35	2 463	643	400	1
71	2 463	1 712	400	1
11	2 463	1 875	400	1
13	2 463	2 088	400	1
4	2 463	2 816	400	1
7	2 463	194	700	2
14	2 463	2 088	700	2

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
104	1 095	0	0
106	2 194	0	0
105	1 035	400	1
107	2 194	400	1
108	330	700	2
109	615	700	2
110	963	700	2
111	1 381	700	2

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
39	doppio uni essitente	-	38.0	56.4	310.0	28	186	5	6
43	doppio uni essitente	-	38.0	132.0	188.0	1 896	194	12	13
45	doppio uni essitente	-	38.0	197.0	278.0	2 524	208	3	4
40	doppio uni essitente	-	38.0	568.1	220.0	510	210	34	35
42	doppio uni essitente	-	38.0	323.3	220.0	1 558	210	70	71
44	doppio uni essitente	-	38.0	52.0	156.0	2 194	228	106	107
41	doppio uni essitente	-	38.0	261.8	220.0	1 095	260	104	105
51	doppio uni essitente	-	25.0	202.5	245.0	1 793	567	13	14
46	doppio uni essitente	-	25.0	36.4	195.0	18	572	6	7
48	doppio uni essitente	-	25.0	62.0	200.0	615	590	35	109
49	doppio uni essitente	-	25.0	214.0	190.0	963	595	105	110
50	doppio uni essitente	-	25.0	202.0	190.0	1 381	595	71	111
47	doppio uni essitente	-	25.0	167.6	150.0	330	615	35	108

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
20	doppio uni essitente	-	25.0	170.0	50.0	141	25	5	34
29	doppio uni essitente	-	25.0	110.0	50.0	1 775	25	10	12
23	doppio uni essitente	-	25.0	170.0	150.0	880	75	34	104
26	doppio uni essitente	-	25.0	170.0	150.0	1 311	75	104	70
30	doppio uni essitente	-	38.0	206.0	150.0	2 065	75	12	106
32	doppio uni essitente	-	38.0	206.0	150.0	2 323	75	106	3
21	doppio uni essitente	-	38.0	190.0	130.0	141	335	6	35
31	doppio uni essitente	-	38.0	206.0	94.0	2 065	353	13	107
33	doppio uni essitente	-	38.0	206.0	94.0	2 323	353	107	4
24	doppio uni essitente	-	38.0	189.3	30.0	815	385	35	105
27	doppio uni essitente	-	38.0	169.7	30.0	1 246	385	105	71
25	doppio uni	-	12.0	189.3	100.0	815	450	35	105

	essistente								
28	doppio uni essistente	-	12.0	169.7	100.0	1 246	450	105	71
22	doppio uni essistente	-	12.0	190.0	200.0	141	500	6	35
34	doppio uni essistente	-	25.0	210.0	10.0	141	695	7	108
35	doppio uni essistente	-	25.0	170.0	10.0	499	695	108	109
36	doppio uni essistente	-	25.0	210.0	10.0	751	695	109	110
37	doppio uni essistente	-	25.0	210.0	10.0	1 175	695	110	111
38	doppio uni essistente	-	25.0	210.0	10.0	1 587	695	111	14

### Parete : 3

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
8	-162	1 875	0	0
1	-162	2 816	0	0
9	-162	1 875	400	1
2	-162	2 816	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
112	430	0	0
113	430	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
56	doppio uni essistente	-	38.0	74.5	278.0	37	208	8	9
58	doppio uni essistente	-	38.0	156.0	278.0	864	208	1	2
57	doppio uni essistente	-	38.0	299.0	156.0	430	228	112	113

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
52	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	150.0	178	75	8	112
54	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	150.0	683	75	112	1
53	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	94.0	178	353	9	113
55	doppio uni essistente	-	38.0	206.0	94.0	683	353	113	2

### Parete : 4

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
8	-162	1 875	0	0
10	2 463	1 875	0	0
9	-162	1 875	400	1
29	990	1 875	400	1
31	1 302	1 875	400	1
11	2 463	1 875	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
116	576	0	0
114	1 153	0	0
115	1 465	0	0
118	2 044	0	0
117	576	400	1
119	2 044	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
71	doppio uni essitente	-	38.0	253.5	256.0	2 044	178	118	119
70	doppio uni essitente	-	38.0	249.0	328.0	1 589	191	115	31
72	doppio uni essitente	-	38.0	250.0	328.0	2 500	191	10	11
67	doppio uni essitente	-	38.0	240.0	278.0	120	208	8	9
69	doppio uni essitente	-	38.0	241.5	278.0	1 032	208	114	29
68	doppio uni essitente	-	38.0	259.0	156.0	576	228	116	117

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
63	doppio uni essitente	-	38.0	204.0	50.0	1 816	25	115	118
65	doppio uni essitente	-	38.0	204.0	50.0	2 273	25	118	10
59	doppio uni essitente	-	25.0	206.0	150.0	343	75	8	116
61	doppio uni essitente	-	25.0	206.0	150.0	808	75	116	114
60	doppio uni essitente	-	38.0	206.0	94.0	343	353	9	117
62	doppio uni essitente	-	38.0	206.0	94.0	808	353	117	29
64	doppio uni essitente	-	38.0	204.0	94.0	1 816	353	31	119
66	doppio uni essitente	-	38.0	204.0	94.0	2 273	353	119	11

Parete : 5

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
12	2 463	2 088	0	0
15	3 318	2 088	0	0
13	2 463	2 088	400	1
16	3 318	2 088	400	1
14	2 463	2 088	700	2
17	3 318	2 088	700	2

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
120	266	0	0
122	455	0	0
123	589	0	0
125	716	0	0
121	266	400	1
124	589	400	1
126	716	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
83	doppio uni essitente	-	38.0	106.0	295.0	53	214	12	13
88	doppio uni essitente	-	38.0	37.0	295.0	837	214	15	16
84	doppio uni essitente	-	38.0	100.0	190.0	266	245	120	121
85	doppio uni essitente	-	38.0	58.0	190.0	455	245	122	121
86	doppio uni essitente	-	38.0	49.0	175.0	589	258	123	124
87	doppio uni essitente	-	38.0	45.0	175.0	716	258	125	126
89	doppio uni essitente	-	25.0	514.0	245.0	257	567	121	14
90	doppio uni essitente	-	25.0	131.0	245.0	790	567	16	17

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
73	doppio uni essitente	-	25.0	110.0	150.0	161	75	12	120
74	doppio uni essitente	-	25.0	110.0	150.0	371	75	120	122
75	doppio uni essitente	-	25.0	80.0	150.0	524	75	122	123
81	doppio uni essitente	-	25.0	80.0	150.0	778	75	125	15
78	doppio uni essitente	-	25.0	80.0	190.0	653	95	123	125
76	doppio uni	-	38.0	77.3	60.0	538	370	121	124

	essistente								
79	doppio uni essistente	-	38.0	103.5	50.0	653	375	124	126
77	doppio uni essistente	-	12.0	77.3	100.0	538	450	121	124
80	doppio uni essistente	-	12.0	103.5	100.0	653	450	124	126
82	doppio uni essistente	-	25.0	210.0	10.0	619	695	14	17

**Parete : 6**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	3 318	324	0	0
72	3 318	1 712	0	0
15	3 318	2 088	0	0
19	3 318	324	400	1
73	3 318	1 712	400	1
16	3 318	2 088	400	1
20	3 318	324	700	2
17	3 318	2 088	700	2

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
127	224	0	0
129	331	0	0
131	441	0	0
133	566	0	0
136	814	0	0
138	1 055	0	0
128	224	400	1
130	331	400	1
132	458	400	1
134	566	400	1
135	651	400	1
137	809	400	1
139	1 055	400	1
140	1 153	400	1
141	469	700	2
142	652	700	2
143	803	700	2
144	1 153	700	2

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
119	doppio uni essistente	-	38.0	129.0	298.5	65	216	18	19
126	doppio uni essistente	-	38.0	487.5	298.5	1 520	216	72	73
120	doppio uni	-	38.0	26.0	197.0	224	249	127	128

	essistente								
121	doppio uni essistente	-	38.0	25.0	197.0	332	249	129	130
122	doppio uni essistente	-	38.0	30.0	197.0	441	249	131	132
123	doppio uni essistente	-	38.0	56.0	197.0	566	249	133	134
124	doppio uni essistente	-	38.0	27.0	197.0	815	249	136	137
125	doppio uni essistente	-	38.0	29.5	197.0	1 055	249	138	139
128	doppio uni essistente	-	25.0	75.0	210.0	469	555	132	141
129	doppio uni essistente	-	25.0	31.0	210.0	652	555	135	142
127	doppio uni essistente	-	25.0	121.0	245.0	61	567	19	20
132	doppio uni essistente	-	25.0	288.0	245.0	1 620	567	16	17
130	doppio uni essistente	-	25.0	52.0	190.0	803	595	137	143
131	doppio uni essistente	-	25.0	27.0	190.0	1 153	595	140	144

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
91	doppio uni essistente	-	25.0	82.0	150.0	170	75	18	127
94	doppio uni essistente	-	25.0	82.0	150.0	278	75	127	129
97	doppio uni essistente	-	25.0	82.0	150.0	385	75	129	131
100	doppio uni essistente	-	25.0	82.0	150.0	497	75	131	133
102	doppio uni essistente	-	25.0	207.0	150.0	698	75	133	136
106	doppio uni essistente	-	25.0	212.0	150.0	934	75	136	138
109	doppio uni essistente	-	25.0	207.0	150.0	1 173	75	138	72
92	doppio uni essistente	-	38.0	92.5	53.0	171	374	19	128
95	doppio uni essistente	-	38.0	94.8	53.0	278	374	128	130
98	doppio uni essistente	-	38.0	90.8	53.0	383	374	130	132
101	doppio uni essistente	-	38.0	64.8	53.0	520	374	132	134
103	doppio uni essistente	-	38.0	63.8	53.0	612	374	134	135
104	doppio uni essistente	-	38.0	129.8	53.0	724	374	135	137
107	doppio uni essistente	-	38.0	218.9	53.0	938	374	137	139

110	doppio uni essitante	-	38.0	83.6	53.0	1 104	374	139	140
112	doppio uni essitante	-	38.0	217.0	53.0	1 268	374	140	73
93	doppio uni essitante	-	12.0	92.5	100.0	171	450	19	128
96	doppio uni essitante	-	12.0	94.8	100.0	278	450	128	130
99	doppio uni essitante	-	12.0	90.8	100.0	383	450	130	132
105	doppio uni essitante	-	12.0	129.8	100.0	724	450	135	137
108	doppio uni essitante	-	12.0	218.9	100.0	938	450	137	139
111	doppio uni essitante	-	12.0	83.6	100.0	1 104	450	139	140
113	doppio uni essitante	-	12.0	217.0	100.0	1 268	450	140	73
115	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	70.0	571	665	141	142
114	doppio uni essitante	-	25.0	310.0	10.0	276	695	20	141
116	doppio uni essitante	-	25.0	110.0	10.0	722	695	142	143
117	doppio uni essitante	-	25.0	310.0	10.0	984	695	143	144
118	doppio uni essitante	-	25.0	310.0	10.0	1 321	695	144	17

**Parete : 7**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
21	3 236	324	0	0
18	3 318	324	0	0
22	3 236	324	400	1
19	3 318	324	400	1
23	3 236	324	700	2
20	3 318	324	700	2

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
145	41	0	0
146	41	400	1
147	41	700	2

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
133	doppio uni essitante	-	38.0	81.5	400.0	41	200	145	146
134	doppio uni essitante	-	25.0	81.5	300.0	41	550	146	147



**Parete : 8****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
24	3 236	-338	0	0
21	3 236	324	0	0
25	3 236	-338	400	1
64	3 236	194	400	1
22	3 236	324	400	1
65	3 236	194	700	2
23	3 236	324	700	2

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
148	597	400	1
149	597	700	2

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
137	doppio uni essitante	-	38.0	488.9	312.5	244	187	24	25
138	doppio uni essitante	-	38.0	18.1	312.5	653	187	21	22
136	doppio uni essitante	-	25.0	130.5	300.0	597	550	148	149

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
135	doppio uni essitante	-	25.0	155.0	50.0	566	25	24	21

**Parete : 9****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
26	2 744	-338	0	0
24	3 236	-338	0	0
27	2 744	-338	400	1
25	3 236	-338	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
140	doppio uni essitante	-	38.0	164.0	353.8	82	177	26	27
141	doppio uni essitante	-	38.0	48.5	353.8	468	177	24	25

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	---------------	-------------

139	doppio uni essitante	-	38.0	280.0	110.0	304	345	27	25
-----	-------------------------	---	------	-------	-------	-----	-----	----	----

**Parete : 10**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
150	990	569	0	0
152	990	834	0	0
154	990	1 121	0	0
156	990	1 410	0	0
158	990	1 696	0	0
160	990	1 839	0	0
28	990	533	400	1
151	990	569	400	1
153	990	834	400	1
155	990	1 121	400	1
157	990	1 410	400	1
159	990	1 696	400	1
161	990	1 839	400	1
29	990	1 875	400	1

**Parete : 11**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
162	1 302	569	0	0
164	1 302	834	0	0
166	1 302	1 121	0	0
168	1 302	1 410	0	0
170	1 302	1 696	0	0
172	1 302	1 839	0	0
30	1 302	533	400	1
163	1 302	569	400	1
165	1 302	834	400	1
167	1 302	1 121	400	1
169	1 302	1 410	400	1
171	1 302	1 696	400	1
173	1 302	1 839	400	1
31	1 302	1 875	400	1

**Parete : 12**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
32	1 587	643	0	0
34	2 463	643	0	0
33	1 587	643	400	1
35	2 463	643	400	1

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
------	---------------	--------	---------

174	413	0	0
175	413	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
146	doppio uni essitante	-	38.0	90.0	305.0	45	219	32	33
148	doppio uni essitante	-	38.0	141.0	305.0	806	219	34	35
147	doppio uni essitante	-	38.0	325.0	210.0	413	255	174	175

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
142	doppio uni essitante	-	38.0	160.0	150.0	170	75	32	174
144	doppio uni essitante	-	38.0	160.0	150.0	655	75	174	34
143	doppio uni essitante	-	38.0	160.0	40.0	170	380	33	175
145	doppio uni essitante	-	38.0	160.0	40.0	655	380	175	35

Parete : 13

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
36	1 587	533	0	0
32	1 587	643	0	0
37	1 587	533	400	1
33	1 587	643	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
176	55	0	0
177	55	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
149	doppio uni essitante	-	38.0	110.5	400.0	55	200	176	177

Parete : 14

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
38	-722	533	0	0
74	-315	533	0	0
40	32	533	0	0
36	1 587	533	0	0
39	-722	533	400	1

90	-597	533	400	1
75	-315	533	400	1
41	32	533	400	1
52	119	533	400	1
28	990	533	400	1
30	1 302	533	400	1
37	1 587	533	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
180	1 269	0	0
178	1 713	0	0
179	2 025	0	0
181	1 269	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
161	doppio uni essitente	-	25.0	290.0	250.0	1 269	175	180	181
158	doppio uni essitente	-	12.0	16.0	310.0	8	186	38	39
159	doppio uni essitente	-	12.0	291.0	310.0	262	186	74	90
163	doppio uni essitente	-	25.0	73.6	310.0	2 061	186	179	30
164	doppio uni essitente	-	25.0	80.9	310.0	2 269	186	36	37
160	doppio uni essitente	-	25.0	200.0	325.0	854	190	40	52
162	doppio uni essitente	-	25.0	138.5	325.0	1 643	190	178	28

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
150	doppio uni essitente	-	12.0	100.0	50.0	66	25	38	74
152	doppio uni essitente	-	25.0	170.0	50.0	1 039	25	40	180
154	doppio uni essitente	-	25.0	160.0	50.0	1 494	25	180	178
156	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	50.0	2 163	25	179	36
151	doppio uni essitente	-	12.0	100.0	130.0	66	335	39	90
157	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	130.0	2 163	335	30	37
153	doppio uni essitente	-	25.0	170.0	100.0	1 039	350	52	181
155	doppio uni essitente	-	25.0	160.0	100.0	1 494	350	181	28

Parete : 15

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
40	32	533	0	0
42	32	1 302	0	0
41	32	533	400	1
43	32	1 302	400	1

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
182	171	0	0
184	291	0	0
186	400	0	0
188	514	0	0
190	629	0	0
183	171	400	1
185	291	400	1
187	400	400	1
189	514	400	1
191	629	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
177	doppio uni essitante	-	25.0	55.5	297.5	28	216	40	41
183	doppio uni essitante	-	25.0	35.5	297.5	752	216	42	43
178	doppio uni essitante	-	25.0	50.0	195.0	171	248	182	183
179	doppio uni essitante	-	25.0	10.0	195.0	291	248	184	185
180	doppio uni essitante	-	25.0	28.5	195.0	400	248	186	187
181	doppio uni essitante	-	25.0	19.5	195.0	514	248	188	189
182	doppio uni essitante	-	25.0	30.5	195.0	629	248	190	191

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
165	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	101	75	40	182
167	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	241	75	182	184
169	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	341	75	184	186
171	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	459	75	186	188
173	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	569	75	188	190
175	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	689	75	190	42

166	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	55.0	101	373	41	183
168	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	55.0	241	373	183	185
170	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	55.0	341	373	185	187
172	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	55.0	459	373	187	189
174	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	55.0	569	373	189	191
176	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	55.0	689	373	191	43

**Parete : 16**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
44	-1 226	1 302	0	0
50	-722	1 302	0	0
76	-315	1 302	0	0
42	32	1 302	0	0
45	-1 226	1 302	400	1
51	-722	1 302	400	1
77	-315	1 302	400	1
43	32	1 302	400	1

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
192	335	0	0
193	335	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
192	doppio uni essitante	-	25.0	171.0	302.5	86	218	44	45
196	doppio uni essitante	-	25.0	185.0	302.5	1 166	218	42	43
193	doppio uni essitante	-	25.0	68.0	205.0	335	253	192	193
194	doppio uni essitante	-	25.0	199.0	205.0	559	253	50	51
195	doppio uni essitante	-	25.0	195.0	205.0	886	253	76	77

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
184	doppio uni essitante	-	12.0	130.0	150.0	236	75	44	192
186	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	414	75	192	50
188	doppio uni essitante	-	12.0	130.0	150.0	723	75	50	76

190	doppio uni essitante	-	12.0	90.0	150.0	1 028	75	76	42
185	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	45.0	236	378	45	193
187	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	45.0	414	378	193	51
189	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	45.0	723	378	51	77
191	doppio uni essitante	-	25.0	90.0	45.0	1 028	378	77	43

**Parete : 17**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	-1 226	78	0	0
44	-1 226	1 302	0	0
47	-1 226	78	400	1
45	-1 226	1 302	400	1

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
194	443	0	0
196	754	0	0
195	443	400	1
197	754	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
206	doppio uni essitante	-	25.0	288.0	310.0	1 080	186	44	45
205	doppio uni essitante	-	25.0	105.0	197.5	754	199	196	197
203	doppio uni essitante	-	25.0	184.0	287.5	92	211	46	47
204	doppio uni essitante	-	25.0	257.0	175.0	443	238	194	195

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
201	doppio uni essitante	-	12.0	130.0	50.0	871	25	196	44
197	doppio uni essitante	-	12.0	130.0	150.0	249	75	46	194
199	doppio uni essitante	-	12.0	130.0	150.0	636	75	194	196
202	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	130.0	871	335	197	45
198	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	75.0	249	363	47	195
200	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	75.0	636	363	195	197

Parete : 18

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
48	-722	78	0	0
38	-722	533	0	0
78	-722	1 005	0	0
50	-722	1 302	0	0
49	-722	78	400	1
39	-722	533	400	1
87	-722	798	400	1
79	-722	1 005	400	1
51	-722	1 302	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
212	doppio uni essitente	-	25.0	571.7	220.0	529	160	38	39
211	doppio uni essitente	-	25.0	113.0	310.0	57	186	48	49
213	doppio uni essitente	-	25.0	309.3	310.0	1 069	186	78	79

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
207	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	50.0	178	25	48	38
209	doppio uni essitente	-	25.0	100.0	50.0	865	25	38	78
208	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	130.0	178	335	49	39
210	doppio uni essitente	-	25.0	100.0	130.0	865	335	87	79

Parete : 19

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	-1 226	78	0	0
55	-1 040	78	0	0
48	-722	78	0	0
82	119	78	0	0
47	-1 226	78	400	1
56	-1 040	78	400	1
49	-722	78	400	1
91	-597	78	400	1
83	119	78	400	1

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
198	818	0	0



199	818	400	1
-----	-----	-----	---

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
219	doppio uni essitante	-	25.0	106.0	220.0	818	160	198	199
218	doppio uni essitante	-	25.0	635.0	310.0	318	186	55	56
220	doppio uni essitante	-	25.0	344.0	310.0	1 173	186	82	83

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
214	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	50.0	700	25	48	198
216	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	50.0	936	25	198	82
215	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	130.0	700	335	91	199
217	doppio uni essitante	-	25.0	130.0	130.0	936	335	199	83

#### Parete : 20

##### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	-1 040	-582	0	0
55	-1 040	78	0	0
54	-1 040	-582	400	1
56	-1 040	78	400	1

##### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
200	330	0	0
201	330	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
221	doppio uni essitante	-	25.0	660.0	400.0	330	200	200	201

#### Parete : 21

##### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	-1 040	-582	0	0
57	119	-582	0	0
54	-1 040	-582	400	1
58	119	-582	400	1

##### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
202	368	0	0
204	634	0	0
206	899	0	0
203	368	400	1
205	634	400	1
207	899	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
226	doppio uni essitente	-	25.0	118.5	325.0	59	229	53	54
230	doppio uni essitente	-	25.0	11.5	325.0	1 153	229	57	58
227	doppio uni essitente	-	25.0	33.0	250.0	368	275	202	203
228	doppio uni essitente	-	25.0	32.0	250.0	634	275	204	205
229	doppio uni essitente	-	25.0	32.0	250.0	899	275	206	207

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
222	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	235	75	53	202
223	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	501	75	202	204
224	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	766	75	204	206
225	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	1 031	75	206	57

Parete : 22

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
57	119	-582	0	0
59	119	-326	0	0
82	119	78	0	0
58	119	-582	400	1
60	119	-326	400	1
83	119	78	400	1
63	119	194	400	1
52	119	533	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
208	775	0	0

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	------------	------------

231	doppio uni essistente	-	25.0	775.5	400.0	388	200	59	60
-----	--------------------------	---	------	-------	-------	-----	-----	----	----

**Parete : 23**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
59	119	-326	0	0
61	574	-326	0	0
60	119	-326	400	1
62	574	-326	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
233	doppio uni essistente	-	38.0	41.0	353.8	21	177	59	60
234	doppio uni essistente	-	38.0	134.0	353.8	388	177	61	62

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
232	doppio uni essistente	-	38.0	280.0	110.0	181	345	60	62

**Parete : 24**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
84	574	194	0	0
5	2 463	194	0	0
92	2 744	194	0	0
63	119	194	400	1
85	574	194	400	1
6	2 463	194	400	1
93	2 744	194	400	1
64	3 236	194	400	1
7	2 463	194	700	2
65	3 236	194	700	2

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
209	825	0	0
211	1 354	0	0
213	1 909	0	0
210	825	400	1
212	1 354	400	1
214	1 909	400	1
215	2 848	400	1
216	2 848	700	2

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
247	doppio uni essitente	-	25.0	399.0	220.0	826	160	209	210
248	doppio uni essitente	-	25.0	398.0	220.0	1 354	160	211	212
249	doppio uni essitente	-	25.0	453.0	220.0	1 910	160	213	214
246	doppio uni essitente	-	25.0	41.0	310.0	476	186	84	85
250	doppio uni essitente	-	25.0	359.0	310.0	2 446	186	5	6
253	doppio uni essitente	-	25.0	31.6	230.0	3 102	571	64	65
251	doppio uni essitente	-	25.0	266.0	195.0	2 477	572	6	7
252	doppio uni essitente	-	25.0	55.9	125.0	2 848	628	215	216

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
235	doppio uni essitente	-	12.0	130.0	50.0	561	25	84	209
237	doppio uni essitente	-	12.0	130.0	50.0	1 090	25	209	211
239	doppio uni essitente	-	12.0	130.0	50.0	1 618	25	211	213
241	doppio uni essitente	-	12.0	130.0	50.0	2 201	25	213	5
236	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	130.0	561	335	85	210
238	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	130.0	1 090	335	210	212
240	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	130.0	1 618	335	212	214
242	doppio uni essitente	-	25.0	130.0	130.0	2 201	335	214	6
244	doppio uni essitente	-	12.0	210.0	130.0	2 981	465	215	64
243	doppio uni essitente	-	25.0	210.0	10.0	2 715	695	7	216
245	doppio uni essitente	-	25.0	210.0	10.0	2 981	695	216	65

#### Parete : 25

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
66	574	-441	0	0
61	574	-326	0	0
84	574	194	0	0
67	574	-441	400	1
62	574	-326	400	1

85	574	194	400	1
----	-----	-----	-----	---

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
254	doppio uni essitante	-	25.0	634.5	400.0	317	200	61	62

Parete : 26

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
66	574	-441	0	0
68	2 744	-441	0	0
67	574	-441	400	1
69	2 744	-441	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
217	263	0	0
219	530	0	0
221	797	0	0
223	1 087	0	0
225	1 377	0	0
227	1 642	0	0
229	1 907	0	0
218	263	400	1
220	530	400	1
222	797	400	1
224	1 087	400	1
226	1 377	400	1
228	1 642	400	1
230	1 907	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
263	doppio uni essitante	-	25.0	13.0	325.0	7	229	66	67
271	doppio uni essitante	-	25.0	13.0	325.0	2 164	229	68	69
264	doppio uni essitante	-	25.0	33.0	250.0	263	275	217	218
265	doppio uni essitante	-	25.0	35.0	250.0	530	275	219	220
266	doppio uni essitante	-	25.0	34.0	250.0	797	275	221	222
267	doppio uni essitante	-	25.0	80.0	250.0	1 087	275	223	224
268	doppio uni essitante	-	25.0	34.0	250.0	1 377	275	225	226
269	doppio uni essitante	-	25.0	31.0	250.0	1 643	275	227	228

270	doppio uni essitente	-	25.0	33.0	250.0	1 908	275	229	230
-----	-------------------------	---	------	------	-------	-------	-----	-----	-----

#### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
255	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	130	75	66	217
256	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	396	75	217	219
257	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	664	75	219	221
258	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	931	75	221	223
259	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	1 244	75	223	225
260	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	1 511	75	225	227
261	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	1 775	75	227	229
262	doppio uni essitente	-	12.0	233.0	150.0	2 041	75	229	68

#### Parete : 27

##### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
68	2 744	-441	0	0
26	2 744	-338	0	0
92	2 744	194	0	0
69	2 744	-441	400	1
27	2 744	-338	400	1
93	2 744	194	400	1

#### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
272	doppio uni essitente	-	25.0	634.5	400.0	317	200	26	27

#### Parete : 28

##### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
70	2 463	1 712	0	0
72	3 318	1 712	0	0
71	2 463	1 712	400	1
73	3 318	1 712	400	1

##### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
231	428	0	0
232	428	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
273	doppio uni essitante	-	38.0	855.0	400.0	428	200	231	232

Parete : 29

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	-315	533	0	0
80	-315	1 005	0	0
76	-315	1 302	0	0
75	-315	533	400	1
88	-315	955	400	1
81	-315	1 005	400	1
77	-315	1 302	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
276	doppio uni essitante	-	25.0	297.5	310.0	149	186	74	75
277	doppio uni essitante	-	25.0	372.0	310.0	584	186	80	81

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
274	doppio uni essitante	-	25.0	100.0	50.0	348	25	74	80
275	doppio uni essitante	-	25.0	100.0	130.0	348	335	75	88

Parete : 30

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
78	-722	1 005	0	0
80	-315	1 005	0	0
79	-722	1 005	400	1
81	-315	1 005	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
280	doppio uni essitante	-	12.0	223.0	310.0	112	186	78	79
281	doppio uni essitante	-	12.0	84.0	310.0	365	186	80	81

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	---------------	-------------

278	doppio uni essitante	-	12.0	100.0	50.0	273	25	78	80
279	doppio uni essitante	-	12.0	100.0	130.0	273	335	79	81

**Parete : 31**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	-1 226	1 302	400	1
87	-722	798	400	1
86	-597	673	400	1

**Parete : 32**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
86	-597	673	400	1
88	-315	955	400	1
43	32	1 302	400	1

**Parete : 33**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
89	-597	-139	400	1
91	-597	78	400	1
90	-597	533	400	1
86	-597	673	400	1

**Parete : 34**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
54	-1 040	-582	400	1
89	-597	-139	400	1

**Parete : 35**

**Nodi 3D**

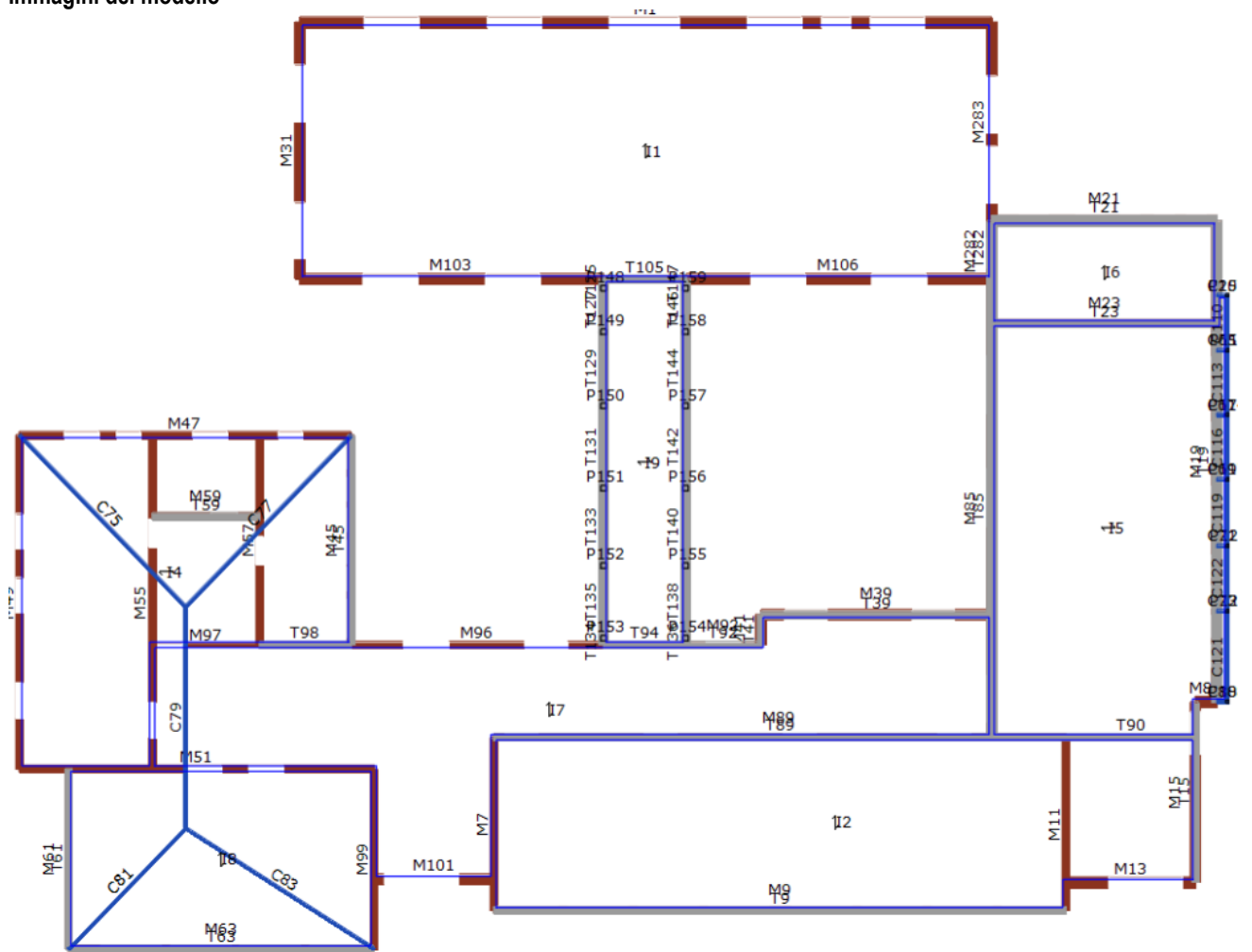
Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
89	-597	-139	400	1
58	119	-582	400	1

(\*) Elementi di copertura

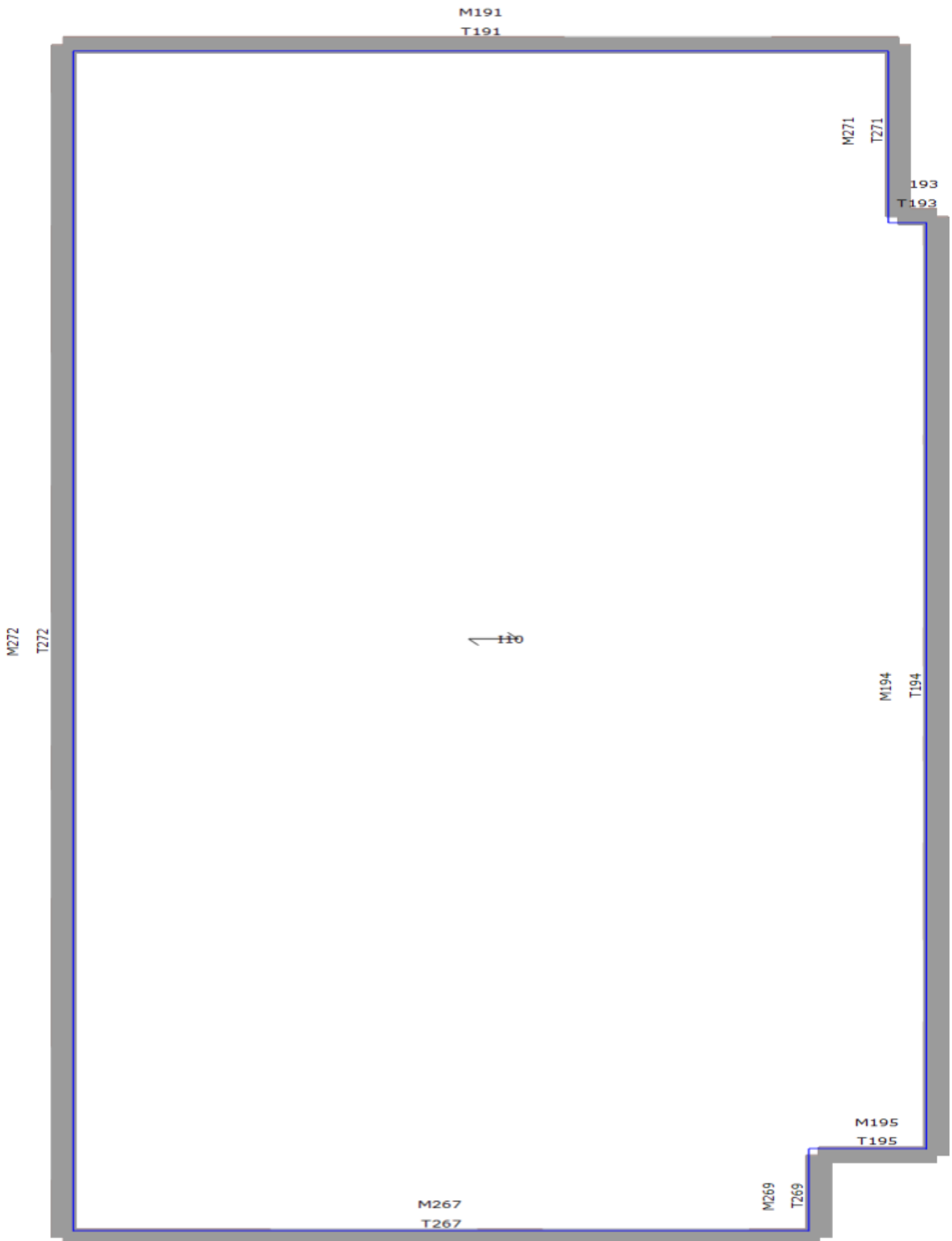


# STATO DI PROGETTO

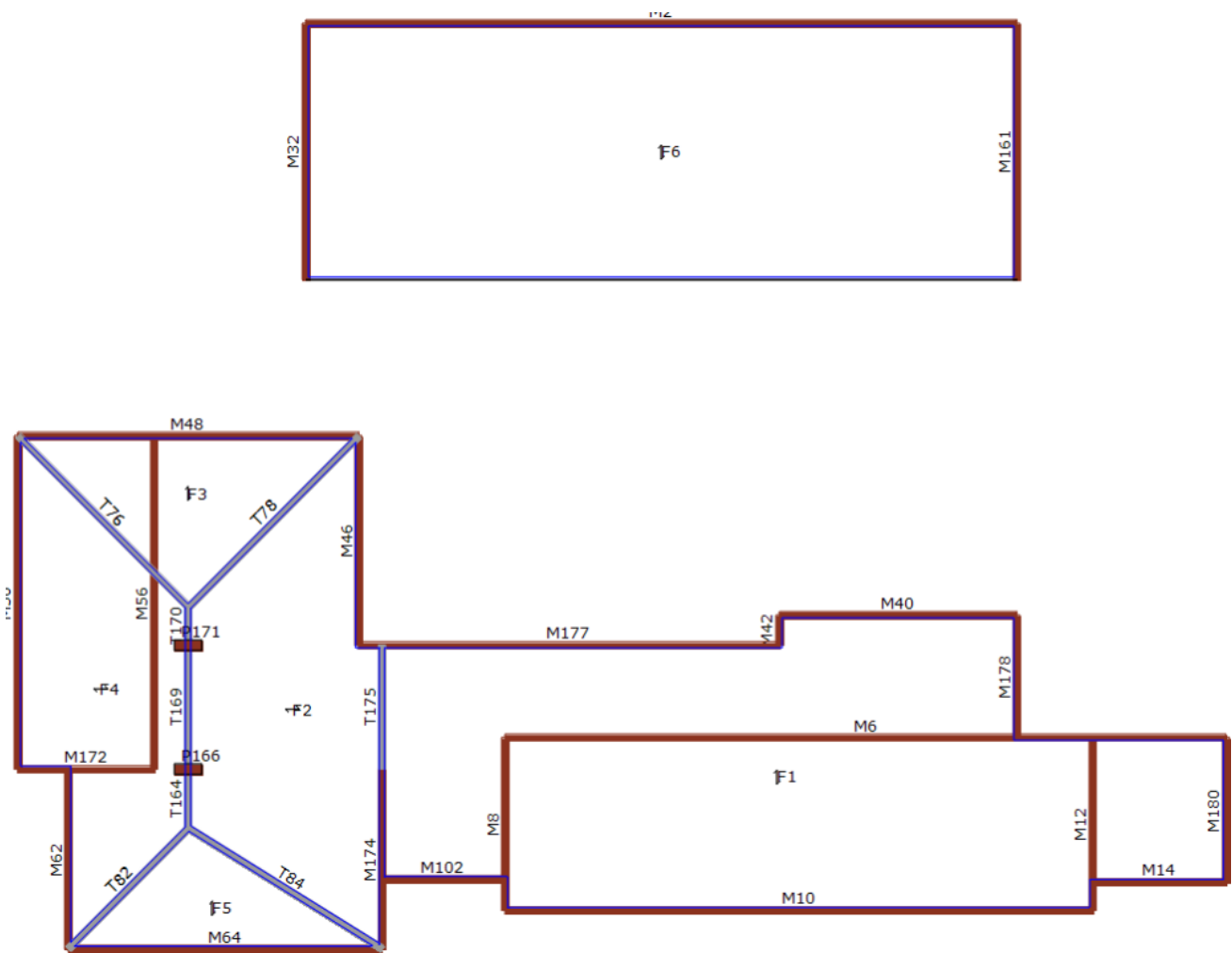
## Immagini del modello



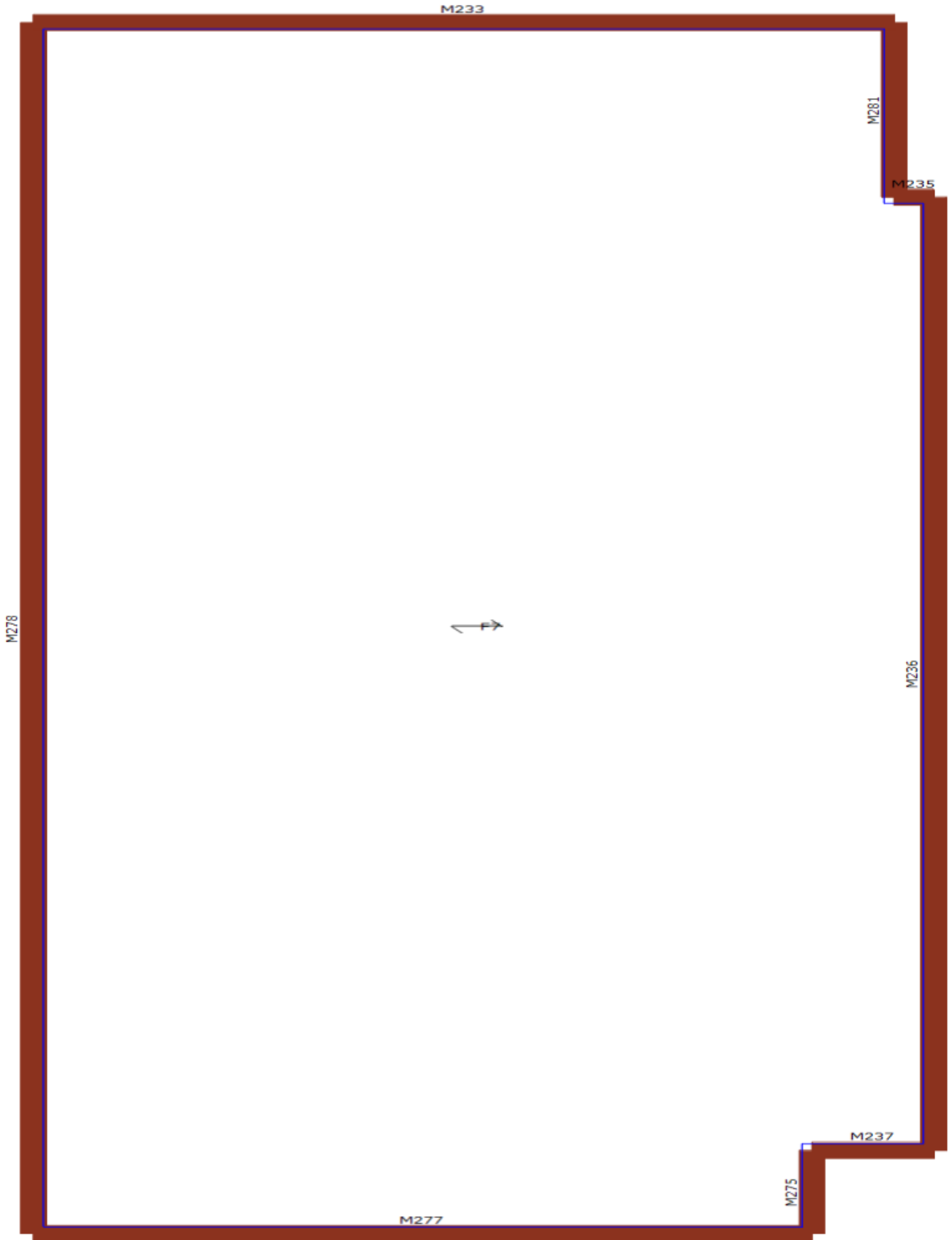
## Vista pianta livello 1



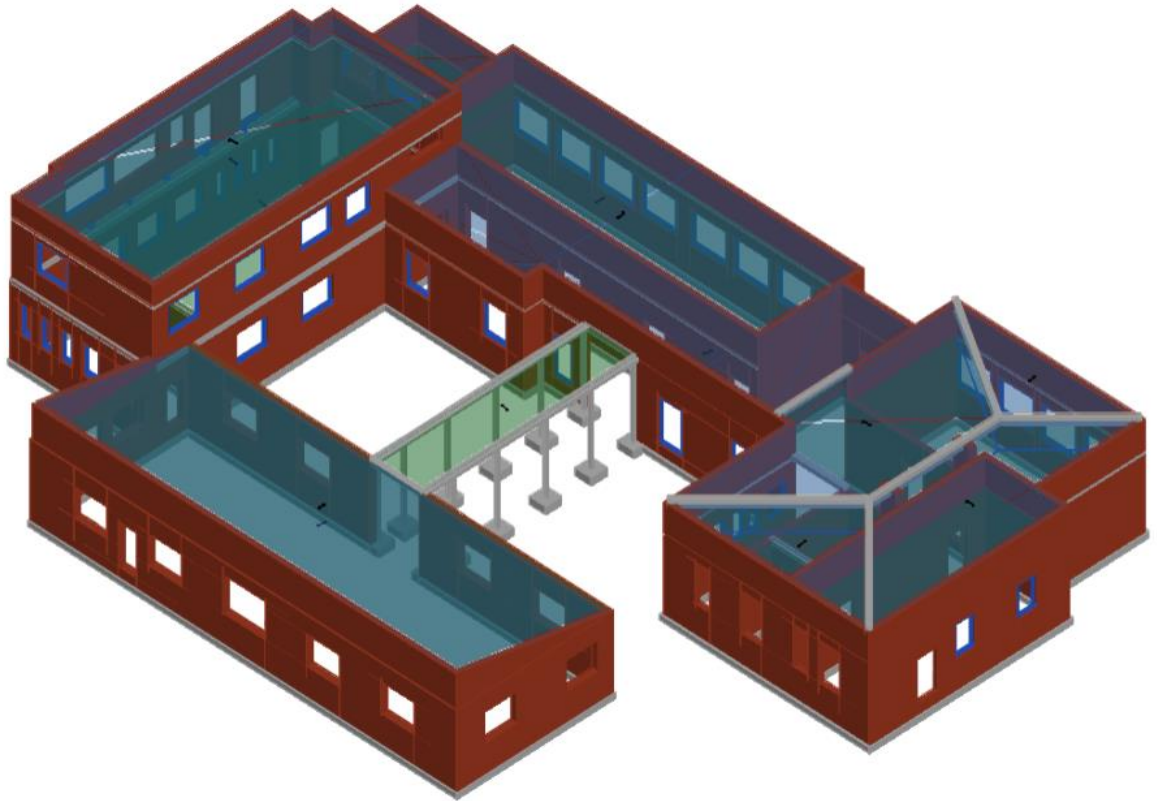
Vista pianta livello 2



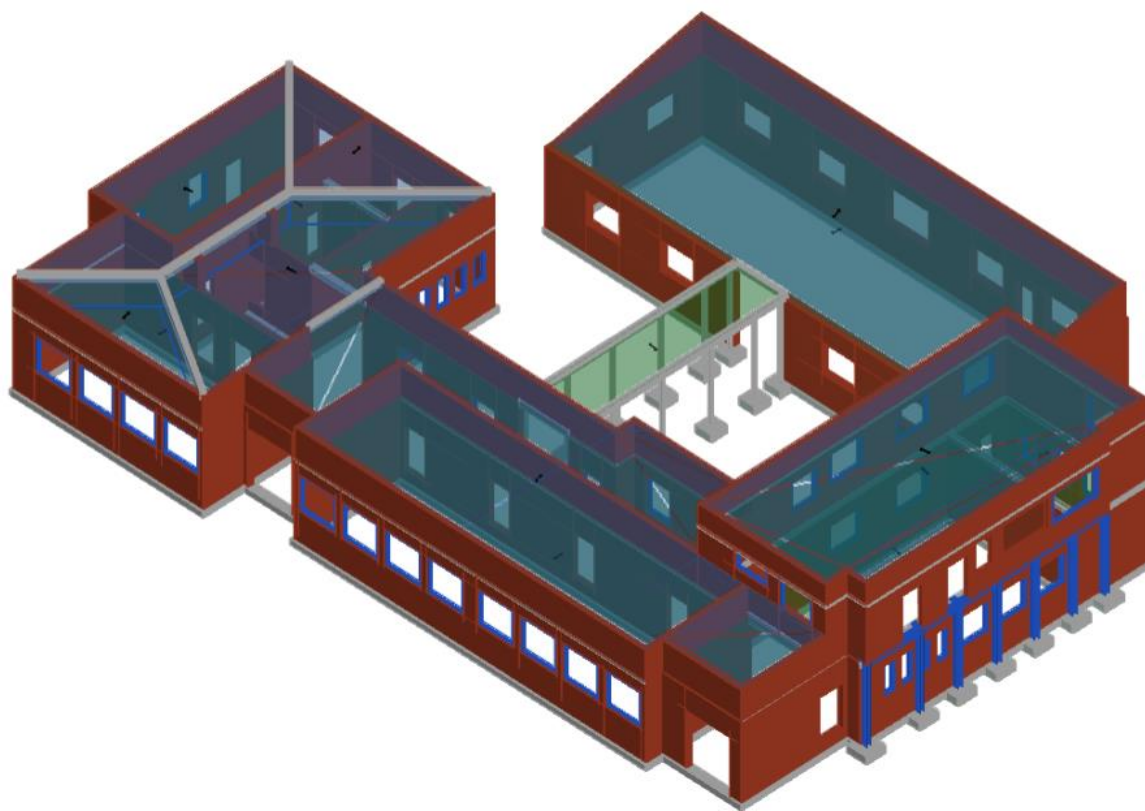
Vista pianta livello 1 tetto



Vista pianta livello 2 tetto



Vista 3D (1)



### Vista 3D (2)

Descrizione del modello

Materiali

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
Muratura esistente	Muratura		
C8/10	Calcestruzzo		
C16/20	Calcestruzzo		
C25/30	Calcestruzzo		
B450	Acciaio armatura		NTC08
S 235 (t <= 40mm)	Acciaio strutturale		UNI EN10025-2 (laminati)

### Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm <sup>2</sup> ]	Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fm [N/cm <sup>2</sup> ]
Muratura esistente	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	4 550.00	4 550.00	1 137.50	15	500.00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	τ [N/cm <sup>2</sup> ]	FC	γ <sub>m</sub>
Muratura esistente	259.26	8.00	1.35	3.00

#### Calcestruzzo

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>cm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub>	α <sub>cc</sub>
C16/20	28 608.00	11 920.00	25	24.0	16.0	1.50	0.85
C25/30	31 476.00	13 115.00	25	33.0	25.0	1.50	0.85
C8/10	25 331.00	10 555.00	25	16.0	8.0	1.50	0.85

#### Acciaio armatura

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>ym</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>
B450	206 000.00	79 231.00	79	484.0	450.0	1.15

#### Acciaio strutturale

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>ym</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>
S 235 (t ≤ 40mm)	210 000.00	80 769.00	79	253.0	235.0	1.05

## Elementi di struttura

### Livello 1

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	Muratura esistente	-	400	400	38.0
283	2	Muratura esistente	-	400	400	38.0
7	4	Muratura esistente	-	400	400	25.0
11	6	Muratura esistente	-	400	400	25.0
13	7	Muratura esistente	-	400	400	38.0
87	15	Muratura esistente	-	400	400	38.0
31	16	Muratura esistente	-	400	400	38.0
103	17	Muratura esistente	-	400	400	38.0
106	17	Muratura esistente	-	400	400	38.0
96	22	Muratura esistente	-	400	400	25.0
97	22	Muratura esistente	-	400	400	12.0
47	24	Muratura esistente	-	400	400	25.0
49	25	Muratura esistente	-	400	400	25.0
51	26	Muratura esistente	-	400	400	25.0
99	27	Muratura esistente	-	400	400	25.0
55	28	Muratura esistente	-	400	400	25.0
57	29	Muratura esistente	-	400	400	25.0
101	43	Muratura esistente	-	400	400	38.0

#### Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
85	2	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
282	2	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
89	3	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
9	5	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
15	8	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
19	10	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
21	11	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	38.0	25.0
23	12	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
39	20	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	25.0	25.0
41	21	Muratura esistente	-	400	400	38.0	C16/20	B450	400	25.0	25.0
92	22	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
45	23	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
59	30	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
61	31	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0
63	32	Muratura esistente	-	400	400	25.0	C16/20	B450	400	25.0	16.0

### Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
85	2	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.50
282	2	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.50
89	3	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
9	5	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
15	8	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
19	10	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.50
21	11	950.00	49 479.17	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01	0.50
23	12	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
39	20	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
41	21	625.00	32 552.08	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
92	22	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
45	23	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
59	30	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
61	31	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01	0.50
63	32	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50



**Trave C.A. (1)**

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm <sup>4</sup> ]
90	3	C25/30	B450	400	400	25.0	55.0	346 614.59
105	17	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
136	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
138	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
140	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
142	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
144	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
146	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
147	18	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
125	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
127	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
129	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
131	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
133	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
134	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
135	19	C25/30	B450	400	400	35.0	15.0	9 843.75
94	22	C16/20	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
98	22	C16/20	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
175	27	C25/30	B450	400	400	25.0	25.0	32 552.08
76	38	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
78	39	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
164	40	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
169	40	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
170	40	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
82	41	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33
84	42	C25/30	B450	400	400	25.0	40.0	133 333.33

**Trave C.A. (2)**

N.	Parete	Af intradosso [cm <sup>2</sup> ]	Af estradosso [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]
90	3	18.60	12.57	7	4	2.0	25	1.01
105	17	4.02	4.02	2	2	2.0	25	1.01
136	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
138	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
140	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
142	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
144	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
146	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
147	18	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
125	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
127	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
129	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
131	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
133	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
134	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
135	19	20.00	20.00	5	5	2.0	25	1.01
94	22	6.03	6.03	3	3	2.0	25	1.01

98	22	4.02	4.02	2	2	2.0	25	1.01
175	27	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
76	38	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
78	39	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
164	40	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
169	40	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
170	40	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
82	41	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
84	42	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm2]	J [cm4]	W [cm3]
25	13	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
110	14	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
113	14	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
116	14	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
119	14	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
121	14	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
122	14	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
88	15	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
65	33	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
67	34	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
69	35	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
71	36	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69
73	37	S 235 (t <= 40mm)	400	400	118.40	14 920.00	1 147.69

### Catena

N.	Parete	Materiale	Quota [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
75	38	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
77	39	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
79	40	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
81	41	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1
83	42	S 235 (t <= 40mm)	400	1	1

### Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Rinforzo	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
148	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
149	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
150	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
151	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
152	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
153	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
154	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
155	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
156	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
157	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
158	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400

159	C8/10	B450	-	400	15.0	15.0	225.00	0	400
-----	-------	------	---	-----	------	------	--------	---	-----

### Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
148	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
149	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
150	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
151	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
152	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
153	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
154	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
155	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
156	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
157	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
158	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01
159	2.26	2.26	2	2	2.0	25	1.01

### Pilastro Acciaio / Legno (1)

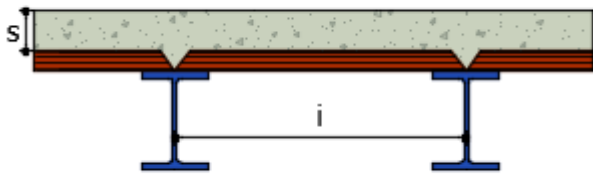
N.	Materiale	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
107	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400
108	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400
111	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400
114	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400
117	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400
120	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400
123	S 235 (t <= 40mm)	400	11.0	11.0	118.40	0	400

### Pilastro Acciaio / Legno (2)

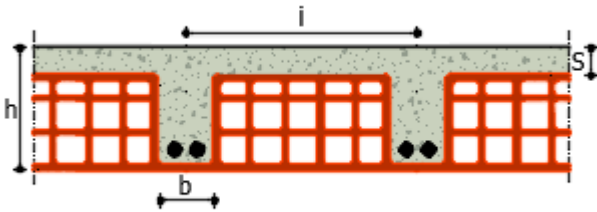
N.	Jx (prima della rotaz.) [cm4]	Jy (prima della rotaz.) [cm4]	Wx [cm3]	Wy [cm3]
107	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00
108	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00
111	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00
114	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00
117	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00
120	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00
123	14 920.00	5 135.00	1 147.69	395.00

### Archivi solai

Putrelle e tavelloni



Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	Acciaio: S 235 (t <= 40mm) CLS: C8/10	Putrelle e tavelloni Profilo: IPE 120 i [cm] = 80.0; S [cm] = 1.0
U2	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 6.0; i [cm] = 50.0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 2.0
U3	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 12.0; i [cm] = 70.0; h solaio [cm] = 45; S [cm] = 3.0
U4	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 6.0; i [cm] = 50.0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 3.0

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	U1	400	4.0	10 554.58	0.00	0.00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni
2	U2	400	2.0	11 920.00	52 638.72	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U2	400	2.0	11 920.00	52 638.72	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
5	U3	400	3.0	11 920.00	97 267.20	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
6	U3	400	3.0	11 920.00	97 267.20	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
7	U2	400	2.0	11 920.00	52 638.72	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
8	U2	400	2.0	11 920.00	52 638.72	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento
9	U4	400	3.0	11 920.00	43 484.16	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento

Livello 2

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
272	2	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0

267	3	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
269	8	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
271	10	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
191	11	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
193	13	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
194	14	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0
195	15	Muratura esistente	-	700	300	25.0	C16/20	B450	700	25.0	16.0

### Pannello + Cordolo C.A. (2)

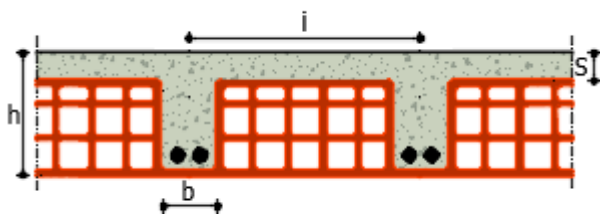
N.	Parete	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	Af intrad. [cm <sup>2</sup> ]	Af estrad. [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]	Porzione deformabile
272	2	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
267	3	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
269	8	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
271	10	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
191	11	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
193	13	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
194	14	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50
195	15	400.00	8 533.33	2.26	2.26	2	2	3.0	25	1.01	0.50

### Archivi solai

Putrelle e tavelloni



Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	Acciaio: S 235 (t <= 40mm) CLS: C8/10	Putrelle e tavelloni Profilo: IPE 120

		i [cm] = 80.0; S [cm] = 1.0
U2	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 6.0; i [cm] = 50.0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 2.0
U3	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 12.0; i [cm] = 70.0; h solaio [cm] = 45; S [cm] = 3.0
U4	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 6.0; i [cm] = 50.0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 3.0

### Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
10	U3	700	3.0	11 920.00	97 267.20	28 608.00	Monodirezionale	Laterocemento

### Elementi di copertura

#### Livello 1

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
1	1	Muratura esistente	-	38.0
2	1	Muratura esistente	-	25.0
161	2	Muratura esistente	-	25.0
178	2	Muratura esistente	-	25.0
283	2	Muratura esistente	-	38.0
6	3	Muratura esistente	-	25.0
7	4	Muratura esistente	-	25.0
8	4	Muratura esistente	-	25.0
10	5	Muratura esistente	-	25.0
11	6	Muratura esistente	-	25.0
12	6	Muratura esistente	-	25.0
13	7	Muratura esistente	-	38.0
14	7	Muratura esistente	-	25.0
180	8	Muratura esistente	-	25.0
87	15	Muratura esistente	-	38.0
31	16	Muratura esistente	-	38.0
32	16	Muratura esistente	-	25.0
103	17	Muratura esistente	-	38.0
106	17	Muratura esistente	-	38.0
40	20	Muratura esistente	-	25.0
42	21	Muratura esistente	-	25.0
96	22	Muratura esistente	-	25.0
97	22	Muratura esistente	-	12.0
177	22	Muratura esistente	-	25.0
46	23	Muratura esistente	-	25.0
47	24	Muratura esistente	-	25.0
48	24	Muratura esistente	-	25.0
49	25	Muratura esistente	-	25.0
50	25	Muratura esistente	-	25.0

51	26	Muratura esistente	-	25.0
172	26	Muratura esistente	-	25.0
99	27	Muratura esistente	-	25.0
174	27	Muratura esistente	-	25.0
55	28	Muratura esistente	-	25.0
56	28	Muratura esistente	-	25.0
57	29	Muratura esistente	-	25.0
62	31	Muratura esistente	-	25.0
64	32	Muratura esistente	-	25.0
101	43	Muratura esistente	-	38.0
102	43	Muratura esistente	-	25.0

### Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
175	27	C25/30	B450	25.0	25.0	32 552.08
76	38	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
78	39	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
164	40	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
169	40	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
170	40	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
82	41	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33
84	42	C25/30	B450	25.0	40.0	133 333.33

### Trave C.A. (2)

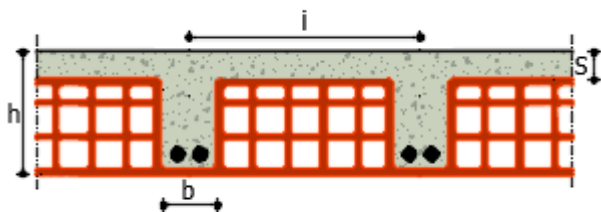
N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
175	27	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
76	38	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
78	39	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
164	40	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
169	40	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
170	40	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
82	41	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01
84	42	15.71	15.71	5	5	3.0	25	1.01

### Pilastro Muratura

N.	Materiale	Rinforzo	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]
166	Muratura esistente	-	100.0	38.0	3 800.00	0
171	Muratura esistente	-	100.0	38.0	3 800.00	0

### Archivi falde

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C8/10	Laterocemento b [cm] = 5.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 15; S [cm] = 3.0
U2	CLS: C8/10	Laterocemento b [cm] = 5.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 15; S [cm] = 1.0

### Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
1	U1	550	550	3.0	10 554.58	42 218.33	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento
2	U1	550	550	3.0	10 554.58	42 218.33	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento
3	U1	550	550	3.0	10 554.58	42 218.33	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U1	550	550	3.0	10 554.58	42 218.33	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento
5	U1	550	550	3.0	10 554.58	42 218.33	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento
6	U1	400	572	3.0	10 554.58	42 218.33	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento

### Livello 2

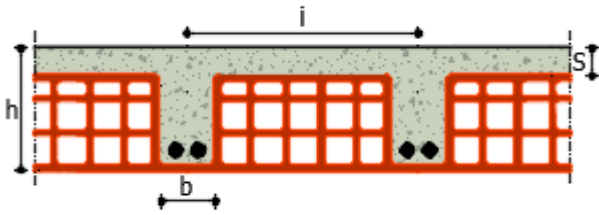
#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
278	2	Muratura esistente	-	25.0
277	3	Muratura esistente	-	25.0
275	8	Muratura esistente	-	25.0
281	10	Muratura esistente	-	25.0
233	11	Muratura esistente	-	25.0
235	13	Muratura esistente	-	25.0
236	14	Muratura esistente	-	25.0
237	15	Muratura esistente	-	25.0

#### Archivi falde

Laterocemento





Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C8/10	Laterocemento b [cm] = 5.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 15; S [cm] = 3.0
U2	CLS: C8/10	Laterocemento b [cm] = 5.0; i [cm] = 30.0; h solaio [cm] = 15; S [cm] = 1.0

### Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
7	U2	800	800	1.0	10 554.58	84 436.66	25 331.00	Monodirezionale	Laterocemento

## Telaio equivalente

Parete : 1

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-278	2 746	0	0
3	2 347	2 746	0	0
2	-278	2 746	400	1
4	2 347	2 746	400	1
114	-278	2 746	572	1(*)
115	2 347	2 746	572	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
148	582	0	0
150	1 047	0	0
152	1 569	0	0
154	1 942	0	0
156	2 127	0	0
149	582	400	1
151	1 047	400	1
153	1 569	400	1
155	1 942	400	1
157	2 127	400	1
158	1 313	572	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sopra	sotto
12	Muratura esistente	-	38.0	75.0	188.0	1 943	194	154	155
13	Muratura esistente	-	38.0	75.0	188.0	2 128	194	156	157
8	Muratura esistente	-	38.0	245.0	278.0	123	208	1	2
14	Muratura esistente	-	38.0	254.0	278.0	2 498	208	3	4
9	Muratura esistente	-	38.0	261.0	156.0	582	228	148	149
10	Muratura esistente	-	38.0	257.0	171.5	1 047	236	150	151
11	Muratura esistente	-	38.0	260.0	171.5	1 569	236	152	153
7(*)	Muratura esistente	-	25.0	2 625.0	172.0	1 313	486	153	158

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
5	Muratura esistente	-	25.0	110.0	50.0	2 035	25	154	156
1	Muratura esistente	-	25.0	206.0	150.0	348	75	1	148
2	Muratura esistente	-	25.0	206.0	150.0	815	75	148	150
3	Muratura esistente	-	25.0	264.0	150.0	1 307	75	150	152
4	Muratura esistente	-	25.0	206.0	150.0	1 802	75	152	154
6	Muratura esistente	-	25.0	206.0	150.0	2 268	75	156	3

### Parete : 2

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	2 347	124	0	0
55	2 347	573	0	0
31	2 347	1 642	0	0
47	2 347	1 805	0	0
28	2 347	2 018	0	0
3	2 347	2 746	0	0
6	2 347	124	400	1
56	2 347	573	400	1
32	2 347	1 642	400	1
48	2 347	1 805	400	1
29	2 347	2 018	400	1
4	2 347	2 746	400	1
7	2 347	124	700	2
131	2 347	573	550	1(*)
30	2 347	2 018	700	2
115	2 347	2 746	572	1(*)
116	2 347	124	800	2(*)
125	2 347	2 018	800	2(*)

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
159	1 086	0	0
161	2 193	0	0
166	225	400	1
160	1 090	400	1
162	2 193	400	1
167	225	550	1(*)

163	746	700	2
164	1 094	700	2
165	1 507	700	2
168	947	800	2(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
34	Muratura esistente	-	38.0	56.4	310.0	28	186	5	6
38	Muratura esistente	-	38.0	65.0	310.0	1 862	186	28	29
35	Muratura esistente	-	38.0	548.1	190.0	500	195	55	56
37	Muratura esistente	-	38.0	322.0	190.0	1 559	195	31	32
39	Muratura esistente	-	38.0	67.0	278.0	1 928	208	28	29
41	Muratura esistente	-	38.0	197.0	278.0	2 524	208	3	4
40	Muratura esistente	-	38.0	52.0	156.0	2 194	228	161	162
36	Muratura esistente	-	38.0	203.0	160.0	1 086	230	159	160
32(*)	Muratura esistente	-	25.0	941.5	86.0	2 152	443	162	30
31(*)	Muratura esistente	-	25.0	449.5	150.0	225	475	166	167
47	Muratura esistente	-	25.0	76.5	230.0	1 856	560	29	30
44	Muratura esistente	-	25.0	72.0	160.0	746	570	56	163
42	Muratura esistente	-	25.0	92.0	195.0	46	572	6	7
45	Muratura esistente	-	25.0	203.0	160.0	1 094	580	160	164
46	Muratura esistente	-	25.0	203.0	160.0	1 507	580	32	165
43	Muratura esistente	-	25.0	238.0	125.0	421	603	56	163
33(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 894.5	100.0	947	750	164	168

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
15	Muratura esistente	-	25.0	170.0	50.0	141	25	5	55
24	Muratura esistente	-	25.0	110.0	50.0	1 775	25	47	28
18	Muratura esistente	-	25.0	210.0	150.0	880	75	55	159
21	Muratura esistente	-	25.0	210.0	150.0	1 293	75	159	31
29	Muratura esistente	-	38.0	206.0	150.0	2 065	75	28	161
30	Muratura esistente	-	38.0	206.0	150.0	2 323	75	161	3
16	Muratura esistente	-	38.0	190.0	130.0	169	335	6	166
25	Muratura esistente	-	38.0	17.3	130.0	1 672	335	32	48
27	Muratura esistente	-	38.0	142.8	130.0	1 752	335	48	29
19	Muratura esistente	-	38.0	210.0	90.0	883	355	56	160
22	Muratura esistente	-	38.0	210.0	90.0	1 296	355	160	32
20	Muratura esistente	-	12.0	210.0	100.0	883	450	56	160
23	Muratura esistente	-	12.0	210.0	100.0	1 296	450	160	32
26	Muratura esistente	-	12.0	17.3	100.0	1 672	450	32	48
28	Muratura esistente	-	12.0	142.8	100.0	1 752	450	48	29
17	Muratura esistente	-	12.0	190.0	200.0	169	500	6	166

Parete : 3

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
8	458	124	0	0

5	2 347	124	0	0
35	2 628	124	0	0
9	458	124	400	1
6	2 347	124	400	1
36	2 628	124	400	1
10	3 121	124	400	1
117	458	124	550	1(*)
7	2 347	124	700	2
126	2 628	124	550	1(*)
11	3 121	124	700	2
116	2 347	124	800	2(*)
118	3 121	124	800	2(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
169	370	0	0
171	899	0	0
173	1 454	0	0
170	370	400	1
172	899	400	1
174	1 454	400	1
175	2 346	400	1
176	2 346	700	2
177	2 276	800	2(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
56	Muratura esistente	-	25.0	399.0	220.0	371	160	169	170
57	Muratura esistente	-	25.0	398.0	220.0	899	160	171	172
58	Muratura esistente	-	25.0	453.0	220.0	1 455	160	173	174
55	Muratura esistente	-	25.0	41.0	310.0	21	186	8	9
59	Muratura esistente	-	25.0	359.0	310.0	1 991	186	5	6
53(*)	Muratura esistente	-	25.0	2 662.5	150.0	1 331	475	174	7
62	Muratura esistente	-	25.0	72.0	230.0	2 627	571	10	11
60	Muratura esistente	-	25.0	212.7	195.0	1 995	572	6	7
61	Muratura esistente	-	25.0	68.8	125.0	2 346	628	175	176
54(*)	Muratura esistente	-	25.0	773.5	100.0	2 276	750	176	177

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
48	Muratura esistente	-	12.0	130.0	50.0	106	25	8	169
49	Muratura esistente	-	12.0	130.0	50.0	635	25	169	171
50	Muratura esistente	-	12.0	130.0	50.0	1 163	25	171	173
51	Muratura esistente	-	12.0	130.0	50.0	1 746	25	173	5
52	Muratura esistente	-	12.0	210.0	130.0	2 486	465	175	10

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
12	458	-511	0	0
112	458	-396	0	0
8	458	124	0	0
13	458	-511	400	1
113	458	-396	400	1
9	458	124	400	1
119	458	-511	550	1(*)
147	458	-396	550	1(*)
117	458	124	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
63	Muratura esistente	-	25.0	634.5	400.0	317	200	112	113
64(*)	Muratura esistente	-	25.0	634.5	150.0	317	475	113	147

Parete : 5

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
12	458	-511	0	0
14	2 628	-511	0	0
13	458	-511	400	1
15	2 628	-511	400	1
119	458	-511	550	1(*)
120	2 628	-511	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
178	263	0	0
180	530	0	0
182	797	0	0
184	1 087	0	0
186	1 377	0	0
188	1 642	0	0
190	1 907	0	0
179	263	400	1
181	530	400	1
183	797	400	1
185	1 087	400	1
187	1 377	400	1
189	1 642	400	1
191	1 907	400	1
192	1 085	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
74	Muratura esistente	-	25.0	13.0	290.0	7	212	12	13
82	Muratura esistente	-	25.0	13.0	290.0	2 164	212	14	15

75	Muratura esistente	-	25.0	33.0	180.0	263	240	178	179
76	Muratura esistente	-	25.0	35.0	180.0	530	240	180	181
77	Muratura esistente	-	25.0	34.0	180.0	797	240	182	183
78	Muratura esistente	-	25.0	80.0	180.0	1 087	240	184	185
79	Muratura esistente	-	25.0	34.0	180.0	1 377	240	186	187
80	Muratura esistente	-	25.0	31.0	180.0	1 643	240	188	189
81	Muratura esistente	-	25.0	33.0	180.0	1 908	240	190	191
73(*)	Muratura esistente	-	25.0	2 170.0	150.0	1 085	475	185	192

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
65	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	130	75	12	178
66	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	396	75	178	180
67	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	664	75	180	182
68	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	931	75	182	184
69	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	1 244	75	184	186
70	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	1 511	75	186	188
71	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	1 775	75	188	190
72	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	2 041	75	190	14

### Parete : 6

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
14	2 628	-511	0	0
16	2 628	-408	0	0
35	2 628	124	0	0
15	2 628	-511	400	1
17	2 628	-408	400	1
36	2 628	124	400	1
120	2 628	-511	550	1(*)
121	2 628	-408	550	1(*)
126	2 628	124	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
83	Muratura esistente	-	25.0	634.5	400.0	317	200	16	17
84(*)	Muratura esistente	-	25.0	634.5	150.0	317	475	17	121

### Parete : 7

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
16	2 628	-408	0	0
18	3 121	-408	0	0
17	2 628	-408	400	1
19	3 121	-408	400	1
121	2 628	-408	550	1(*)
122	3 121	-408	550	1(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
193	246	400	1
194	246	550	1(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
86	Muratura esistente	-	38.0	164.0	353.8	82	177	16	17
87	Muratura esistente	-	38.0	48.5	353.8	468	177	18	19
85(*)	Muratura esistente	-	25.0	492.5	150.0	246	475	193	194

**Parete : 8****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	3 121	-408	0	0
20	3 121	254	0	0
19	3 121	-408	400	1
10	3 121	124	400	1
21	3 121	254	400	1
122	3 121	-408	550	1(*)
11	3 121	124	700	2
22	3 121	254	700	2
118	3 121	124	800	2(*)
123	3 121	254	800	2(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
197	266	400	1
195	597	400	1
198	266	550	1(*)
196	597	700	2
199	597	800	2(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
92	Muratura esistente	-	38.0	470.0	312.5	235	187	18	197
93	Muratura esistente	-	38.0	37.0	312.5	644	187	20	21
90(*)	Muratura esistente	-	25.0	531.5	150.0	266	475	197	198
89	Muratura esistente	-	25.0	130.5	300.0	597	550	195	196
91(*)	Muratura esistente	-	25.0	130.5	100.0	597	750	196	199

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
88	Muratura esistente	-	38.0	155.0	50.0	548	25	18	20

**Parete : 9**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	3 202	254	0	0
33	3 202	1 642	0	0
25	3 202	2 018	0	0
24	3 202	254	400	1
101	3 202	587	400	1
98	3 202	827	400	1
95	3 202	1 070	400	1
92	3 202	1 307	400	1
89	3 202	1 543	400	1
34	3 202	1 642	400	1
37	3 202	1 745	400	1
26	3 202	2 018	400	1
38	3 202	1 745	700	2
27	3 202	2 018	700	2
127	3 202	1 745	800	2(*)
124	3 202	2 018	800	2(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
200	224	0	0
202	331	0	0
203	441	0	0
205	570	0	0
206	816	0	0
207	1 054	0	0
201	224	400	1
204	441	400	1
208	1 627	400	1
209	1 627	700	2
210	1 627	800	2(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
110	Muratura esistente	-	38.0	129.0	280.0	65	209	23	24
117	Muratura esistente	-	38.0	496.0	280.0	1 516	209	33	37
111	Muratura esistente	-	38.0	26.0	160.0	224	230	200	201
112	Muratura esistente	-	38.0	25.0	160.0	332	230	202	101
113	Muratura esistente	-	38.0	30.0	160.0	441	230	203	204
114	Muratura esistente	-	38.0	64.5	160.0	570	230	205	98
115	Muratura esistente	-	38.0	46.5	160.0	816	230	206	95
116	Muratura esistente	-	38.0	49.0	160.0	1 054	230	207	92
108	Muratura esistente	-	25.0	273.0	300.0	1 628	550	208	209
109(*)	Muratura esistente	-	25.0	273.0	100.0	1 628	750	209	210

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	---------------	-------------



94	Muratura esistente	-	25.0	82.0	150.0	170	75	23	200
96	Muratura esistente	-	25.0	82.0	150.0	278	75	200	202
98	Muratura esistente	-	25.0	82.0	150.0	385	75	202	203
100	Muratura esistente	-	25.0	82.0	150.0	497	75	203	205
102	Muratura esistente	-	25.0	190.0	150.0	698	75	205	206
104	Muratura esistente	-	25.0	190.0	150.0	934	75	206	207
106	Muratura esistente	-	25.0	190.0	150.0	1 173	75	207	33
95	Muratura esistente	-	38.0	82.0	90.0	170	355	24	201
97	Muratura esistente	-	38.0	82.0	90.0	278	355	201	101
99	Muratura esistente	-	38.0	82.0	90.0	385	355	101	204
101	Muratura esistente	-	38.0	82.0	90.0	497	355	204	98
103	Muratura esistente	-	38.0	190.0	90.0	698	355	98	95
105	Muratura esistente	-	38.0	190.0	90.0	934	355	95	92
107	Muratura esistente	-	38.0	190.0	90.0	1 173	355	92	89

## Parete : 10

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
28	2 347	2 018	0	0
25	3 202	2 018	0	0
29	2 347	2 018	400	1
26	3 202	2 018	400	1
30	2 347	2 018	700	2
27	3 202	2 018	700	2
125	2 347	2 018	800	2(*)
124	3 202	2 018	800	2(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
211	266	0	0
213	455	0	0
214	589	0	0
216	716	0	0
212	266	400	1
215	589	400	1
217	716	400	1
218	428	700	2
219	428	800	2(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
128	Muratura esistente	-	38.0	106.0	280.0	53	209	28	29
133	Muratura esistente	-	38.0	37.0	280.0	837	209	25	26
129	Muratura esistente	-	38.0	100.0	160.0	266	230	211	212
130	Muratura esistente	-	38.0	58.0	160.0	455	230	213	212
131	Muratura esistente	-	38.0	49.0	160.0	589	230	214	215
132	Muratura esistente	-	38.0	45.0	160.0	716	230	216	217
134	Muratura esistente	-	25.0	514.0	230.0	257	560	212	218
135	Muratura esistente	-	25.0	131.0	230.0	790	560	26	27

127(*)	Muratura esistente	-	25.0	855.0	100.0	428	750	218	219
--------	--------------------	---	------	-------	-------	-----	-----	-----	-----

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
118	Muratura esistente	-	25.0	110.0	150.0	161	75	28	211
119	Muratura esistente	-	25.0	110.0	150.0	371	75	211	213
120	Muratura esistente	-	25.0	80.0	150.0	524	75	213	214
123	Muratura esistente	-	25.0	80.0	150.0	653	75	214	216
126	Muratura esistente	-	25.0	80.0	150.0	778	75	216	25
121	Muratura esistente	-	38.0	77.3	90.0	538	355	212	215
124	Muratura esistente	-	38.0	103.5	90.0	653	355	215	217
122	Muratura esistente	-	12.0	77.3	100.0	538	450	212	215
125	Muratura esistente	-	12.0	103.5	100.0	653	450	215	217

### Parete : 11

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
31	2 347	1 642	0	0
33	3 202	1 642	0	0
32	2 347	1 642	400	1
34	3 202	1 642	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
220	428	0	0
221	428	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
136	Muratura esistente	-	25.0	855.0	400.0	428	200	220	221

### Parete : 12

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
39	3 241	1 745	0	0
37	3 202	1 745	400	1
40	3 241	1 745	400	1
38	3 202	1 745	700	2
41	3 241	1 745	700	2
127	3 202	1 745	800	2(*)
128	3 241	1 745	800	2(*)

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
222	20	400	1
223	20	700	2
224	20	800	2(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
137	Muratura esistente	-	25.0	39.0	300.0	20	550	222	223
138(*)	Muratura esistente	-	25.0	39.0	100.0	20	750	223	224

**Parete : 13****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
42	3 241	254	0	0
102	3 241	587	0	0
99	3 241	827	0	0
96	3 241	1 070	0	0
93	3 241	1 307	0	0
90	3 241	1 543	0	0
39	3 241	1 745	0	0
43	3 241	254	400	1
103	3 241	587	400	1
100	3 241	827	400	1
97	3 241	1 070	400	1
94	3 241	1 307	400	1
91	3 241	1 543	400	1
40	3 241	1 745	400	1
44	3 241	254	700	2
41	3 241	1 745	700	2
129	3 241	254	800	2(*)
128	3 241	1 745	800	2(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
225	418	400	1
227	646	400	1
230	1 137	400	1
226	418	700	2
228	646	700	2
229	808	700	2
231	1 137	700	2
232	746	800	2(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
144	Muratura esistente	-	25.0	154.6	230.0	418	515	225	226
143	Muratura esistente	-	25.0	211.0	269.6	106	535	43	44
145	Muratura esistente	-	25.0	41.4	195.0	646	548	227	228
148	Muratura esistente	-	25.0	46.2	230.0	1 468	560	40	41
146	Muratura esistente	-	25.0	62.0	160.0	808	580	97	229
147	Muratura esistente	-	25.0	15.8	160.0	1 137	580	230	231
142(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 491.0	100.0	746	750	229	232

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
139	Muratura esistente	-	12.0	110.0	100.0	722	450	227	97
140	Muratura esistente	-	12.0	290.0	100.0	984	450	97	94
141	Muratura esistente	-	12.0	300.0	100.0	1 295	450	91	40

**Parete : 14****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
20	3 121	254	0	0
23	3 202	254	0	0
42	3 241	254	0	0
21	3 121	254	400	1
24	3 202	254	400	1
43	3 241	254	400	1
22	3 121	254	700	2
44	3 241	254	700	2
123	3 121	254	800	2(*)
129	3 241	254	800	2(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
233	41	0	0
234	41	400	1
235	60	700	2
236	60	800	2(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
149	Muratura esistente	-	38.0	81.5	400.0	41	200	233	234
150	Muratura esistente	-	25.0	120.5	300.0	60	550	234	235
151(*)	Muratura esistente	-	25.0	120.5	100.0	60	750	235	236

**Parete : 15****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	-278	1 805	0	0
1	-278	2 746	0	0
46	-278	1 805	400	1
2	-278	2 746	400	1
114	-278	2 746	572	1(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
237	430	0	0
238	430	400	1

239	471	486	1(*)
-----	-----	-----	------

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
155	Muratura esistente	-	38.0	74.5	278.0	37	208	45	46
157	Muratura esistente	-	38.0	156.0	278.0	864	208	1	2
156	Muratura esistente	-	38.0	299.0	156.0	430	228	237	238
154(*)	Muratura esistente	-	25.0	941.5	86.0	471	443	238	239

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
152	Muratura esistente	-	38.0	206.0	150.0	178	75	45	237
153	Muratura esistente	-	38.0	206.0	150.0	683	75	237	1

### Parete : 16

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	-278	1 805	0	0
47	2 347	1 805	0	0
46	-278	1 805	400	1
52	875	1 805	400	1
50	1 187	1 805	400	1
48	2 347	1 805	400	1

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
242	576	0	0
240	1 153	0	0
241	1 465	0	0
244	2 044	0	0
243	576	400	1
245	2 044	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
166	Muratura esistente	-	38.0	240.0	278.0	120	208	45	46
168	Muratura esistente	-	38.0	241.5	278.0	1 032	208	240	52
169	Muratura esistente	-	38.0	248.0	278.0	1 589	208	241	50
171	Muratura esistente	-	38.0	249.0	278.0	2 501	208	47	48
167	Muratura esistente	-	38.0	259.0	156.0	576	228	242	243
170	Muratura esistente	-	38.0	251.5	156.0	2 044	228	244	245

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
158	Muratura esistente	-	25.0	206.0	150.0	343	75	45	242
160	Muratura esistente	-	25.0	206.0	150.0	808	75	242	240

162	Muratura esistente	-	38.0	206.0	150.0	1 816	75	241	244
164	Muratura esistente	-	38.0	206.0	150.0	2 273	75	244	47
159	Muratura esistente	-	38.0	206.0	94.0	343	353	46	243
161	Muratura esistente	-	38.0	206.0	94.0	808	353	243	52
163	Muratura esistente	-	38.0	206.0	94.0	1 816	353	50	245
165	Muratura esistente	-	38.0	206.0	94.0	2 273	353	245	48

### Parete : 17

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
246	1 187	487	0	0
248	1 187	753	0	0
250	1 187	1 037	0	0
252	1 187	1 339	0	0
254	1 187	1 611	0	0
256	1 187	1 770	0	0
49	1 187	463	400	1
247	1 187	487	400	1
249	1 187	753	400	1
251	1 187	1 037	400	1
253	1 187	1 339	400	1
255	1 187	1 611	400	1
257	1 187	1 770	400	1
50	1 187	1 805	400	1

### Parete : 18

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
258	875	487	0	0
260	875	753	0	0
262	875	1 037	0	0
264	875	1 339	0	0
266	875	1 611	0	0
268	875	1 770	0	0
51	875	463	400	1
259	875	487	400	1
261	875	753	400	1
263	875	1 037	400	1
265	875	1 339	400	1
267	875	1 611	400	1
269	875	1 770	400	1
52	875	1 805	400	1

### Parete : 19

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	1 471	573	0	0
55	2 347	573	0	0

54	1 471	573	400	1
56	2 347	573	400	1
130	1 471	573	550	1(*)
131	2 347	573	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
270	413	0	0
271	413	400	1
272	438	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
175	Muratura esistente	-	38.0	90.0	290.0	45	212	53	54
177	Muratura esistente	-	38.0	141.0	290.0	806	212	55	56
176	Muratura esistente	-	38.0	325.0	180.0	413	240	270	271
174(*)	Muratura esistente	-	25.0	876.0	150.0	438	475	271	272

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
172	Muratura esistente	-	38.0	160.0	150.0	170	75	53	270
173	Muratura esistente	-	38.0	160.0	150.0	655	75	270	55

### Parete : 20

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
57	1 471	463	0	0
53	1 471	573	0	0
58	1 471	463	400	1
54	1 471	573	400	1
132	1 471	463	550	1(*)
130	1 471	573	550	1(*)

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
273	55	0	0
274	55	400	1
275	55	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
178	Muratura esistente	-	38.0	110.5	400.0	55	200	273	274
179(*)	Muratura esistente	-	25.0	110.5	150.0	55	475	274	275

### Parete : 21

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

59	-838	463	0	0
77	-431	463	0	0
61	-84	463	0	0
57	1 471	463	0	0
60	-838	463	400	1
108	-713	463	400	1
78	-431	463	400	1
62	-84	463	400	1
51	875	463	400	1
49	1 187	463	400	1
58	1 471	463	400	1
312	-713	463	550	1(*)
133	-84	463	550	1(*)
138	3	463	550	1(*)
132	1 471	463	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
278	1 269	0	0
276	1 713	0	0
277	2 025	0	0
279	1 269	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
189	Muratura esistente	-	25.0	290.0	242.5	1 269	171	278	279
186	Muratura esistente	-	12.0	16.0	310.0	8	186	59	60
187	Muratura esistente	-	12.0	291.0	310.0	262	186	77	108
191	Muratura esistente	-	25.0	77.3	310.0	2 063	186	277	49
192	Muratura esistente	-	25.0	77.3	310.0	2 270	186	57	58
190	Muratura esistente	-	25.0	138.5	317.5	1 643	188	276	51
188	Muratura esistente	-	25.0	200.0	325.0	854	190	61	62
185(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 555.0	150.0	1 532	475	51	138

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
180	Muratura esistente	-	12.0	100.0	50.0	66	25	59	77
182	Muratura esistente	-	25.0	170.0	50.0	1 039	25	61	278
183	Muratura esistente	-	25.0	160.0	50.0	1 494	25	278	276
184	Muratura esistente	-	25.0	130.0	50.0	2 167	25	277	57
181	Muratura esistente	-	12.0	100.0	130.0	66	335	60	108

### Parete : 22

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	-84	463	0	0
63	-84	1 232	0	0
62	-84	463	400	1



64	-84	1 232	400	1
133	-84	463	550	1(*)
134	-84	1 232	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
280	183	0	0
282	291	0	0
284	400	0	0
286	514	0	0
288	629	0	0
281	183	400	1
283	291	400	1
285	400	400	1
287	514	400	1
289	629	400	1
290	385	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
200	Muratura esistente	-	25.0	30.5	280.0	15	209	61	62
206	Muratura esistente	-	25.0	35.5	280.0	752	209	63	64
201	Muratura esistente	-	25.0	25.0	160.0	183	230	280	281
202	Muratura esistente	-	25.0	10.0	160.0	291	230	282	283
203	Muratura esistente	-	25.0	28.5	160.0	400	230	284	285
204	Muratura esistente	-	25.0	19.5	160.0	514	230	286	287
205	Muratura esistente	-	25.0	30.5	160.0	629	230	288	289
199(*)	Muratura esistente	-	25.0	769.5	150.0	385	475	285	290

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
193	Muratura esistente	-	12.0	140.0	150.0	101	75	61	280
194	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	241	75	280	282
195	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	341	75	282	284
196	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	459	75	284	286
197	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	569	75	286	288
198	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	689	75	288	63

### Parete : 23

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
65	-1 342	1 232	0	0
75	-838	1 232	0	0
79	-431	1 232	0	0
63	-84	1 232	0	0
66	-1 342	1 232	400	1
76	-838	1 232	400	1
80	-431	1 232	400	1

64	-84	1 232	400	1
135	-1 342	1 232	550	1(*)
140	-838	1 232	550	1(*)
134	-84	1 232	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
291	335	0	0
292	335	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
212	Muratura esistente	-	25.0	171.0	302.5	86	218	65	66
216	Muratura esistente	-	25.0	185.0	302.5	1 166	218	63	64
213	Muratura esistente	-	25.0	68.0	205.0	335	253	291	292
214	Muratura esistente	-	25.0	199.0	205.0	559	253	75	76
215	Muratura esistente	-	25.0	195.0	205.0	886	253	79	80
211(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 258.0	150.0	629	475	76	140

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
207	Muratura esistente	-	12.0	130.0	150.0	236	75	65	291
208	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	414	75	291	75
209	Muratura esistente	-	12.0	130.0	150.0	723	75	75	79
210	Muratura esistente	-	12.0	90.0	150.0	1 028	75	79	63

### Parete : 24

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	-1 342	8	0	0
65	-1 342	1 232	0	0
68	-1 342	8	400	1
66	-1 342	1 232	400	1
136	-1 342	8	550	1(*)
135	-1 342	1 232	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
293	444	0	0
295	755	0	0
294	444	400	1
296	755	400	1
297	612	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
224	Muratura esistente	-	25.0	287.0	310.0	1 081	186	65	66

223	Muratura esistente	-	25.0	105.0	197.5	755	199	295	296
221	Muratura esistente	-	25.0	185.0	287.5	93	211	67	68
222	Muratura esistente	-	25.0	257.0	175.0	444	238	293	294
220(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 224.0	150.0	612	475	296	297

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
219	Muratura esistente	-	12.0	130.0	50.0	872	25	295	65
217	Muratura esistente	-	12.0	130.0	150.0	250	75	67	293
218	Muratura esistente	-	12.0	130.0	150.0	637	75	293	295

### Parete : 25

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	-1 342	8	0	0
87	-1 156	8	0	0
73	-838	8	0	0
69	3	8	0	0
68	-1 342	8	400	1
88	-1 156	8	400	1
74	-838	8	400	1
109	-713	8	400	1
70	3	8	400	1
136	-1 342	8	550	1(*)
142	-1 156	8	550	1(*)
139	-838	8	550	1(*)
311	-713	8	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
298	818	0	0
299	818	400	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
231	Muratura esistente	-	25.0	106.0	220.0	818	160	298	299
230	Muratura esistente	-	25.0	635.0	310.0	318	186	87	88
232	Muratura esistente	-	25.0	344.0	310.0	1 173	186	69	70
229(*)	Muratura esistente	-	25.0	504.0	150.0	252	475	88	142

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
225	Muratura esistente	-	25.0	130.0	50.0	700	25	73	298
227	Muratura esistente	-	25.0	130.0	50.0	936	25	298	69
226	Muratura esistente	-	25.0	130.0	130.0	700	335	109	299
228	Muratura esistente	-	25.0	130.0	130.0	936	335	299	70

**Parete : 26****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
71	3	-652	0	0
110	3	-396	0	0
69	3	8	0	0
72	3	-652	400	1
111	3	-396	400	1
70	3	8	400	1
137	3	-652	550	1(*)
146	3	-396	550	1(*)
138	3	463	550	1(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
300	660	550	1(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
233	Muratura esistente	-	25.0	660.0	400.0	330	200	110	111
234(*)	Muratura esistente	-	25.0	660.0	150.0	330	475	111	146

**Parete : 27****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
73	-838	8	0	0
59	-838	463	0	0
81	-838	935	0	0
75	-838	1 232	0	0
74	-838	8	400	1
60	-838	463	400	1
105	-838	728	400	1
82	-838	935	400	1
76	-838	1 232	400	1
139	-838	8	550	1(*)
144	-838	728	550	1(*)
140	-838	1 232	550	1(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
239	Muratura esistente	-	25.0	571.7	220.0	529	160	59	60
238	Muratura esistente	-	25.0	113.0	310.0	57	186	73	74
240	Muratura esistente	-	25.0	309.3	310.0	1 069	186	81	82
237(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 224.0	150.0	612	475	105	144

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sinistro	destro
235	Muratura esistente	-	25.0	130.0	50.0	178	25	73	59
236	Muratura esistente	-	25.0	100.0	50.0	865	25	59	81

**Parete : 28**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
77	-431	463	0	0
83	-431	935	0	0
79	-431	1 232	0	0
78	-431	463	400	1
106	-431	885	400	1
84	-431	935	400	1
80	-431	1 232	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
243	Muratura esistente	-	25.0	297.5	310.0	149	186	77	78
244	Muratura esistente	-	25.0	372.0	310.0	584	186	83	84

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
241	Muratura esistente	-	25.0	100.0	50.0	348	25	77	83
242	Muratura esistente	-	25.0	100.0	130.0	348	335	78	106

**Parete : 29**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
81	-838	935	0	0
83	-431	935	0	0
82	-838	935	400	1
84	-431	935	400	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
247	Muratura esistente	-	25.0	223.0	310.0	112	186	81	82
248	Muratura esistente	-	25.0	84.0	310.0	365	186	83	84

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
245	Muratura esistente	-	25.0	100.0	50.0	273	25	81	83
246	Muratura esistente	-	25.0	100.0	130.0	273	335	82	84

**Parete : 30**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
85	-1 156	-652	0	0
87	-1 156	8	0	0
86	-1 156	-652	400	1
88	-1 156	8	400	1
141	-1 156	-652	550	1(*)
142	-1 156	8	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
301	330	0	0
302	330	400	1
303	330	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
249	Muratura esistente	-	25.0	660.0	400.0	330	200	301	302
250(*)	Muratura esistente	-	25.0	660.0	150.0	330	475	302	303

### Parete : 31

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
85	-1 156	-652	0	0
71	3	-652	0	0
86	-1 156	-652	400	1
72	3	-652	400	1
141	-1 156	-652	550	1(*)
137	3	-652	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
304	368	0	0
306	634	0	0
308	899	0	0
305	368	400	1
307	634	400	1
309	899	400	1
310	580	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
256	Muratura esistente	-	25.0	118.5	290.0	59	212	85	86
260	Muratura esistente	-	25.0	11.5	290.0	1 153	212	71	72
257	Muratura esistente	-	25.0	33.0	180.0	368	240	304	305
258	Muratura esistente	-	25.0	32.0	180.0	634	240	306	307
259	Muratura esistente	-	25.0	32.0	180.0	899	240	308	309
255(*)	Muratura esistente	-	25.0	1 159.0	150.0	580	475	307	310

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
251	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	235	75	85	304
252	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	501	75	304	306
253	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	766	75	306	308
254	Muratura esistente	-	12.0	233.0	150.0	1 031	75	308	71

**Parete : 32****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
90	3 241	1 543	0	0
89	3 202	1 543	400	1
91	3 241	1 543	400	1

**Parete : 33****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
93	3 241	1 307	0	0
92	3 202	1 307	400	1
94	3 241	1 307	400	1

**Parete : 34****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
96	3 241	1 070	0	0
95	3 202	1 070	400	1
97	3 241	1 070	400	1

**Parete : 35****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
99	3 241	827	0	0
98	3 202	827	400	1
100	3 241	827	400	1

**Parete : 36****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
102	3 241	587	0	0
101	3 202	587	400	1
103	3 241	587	400	1

**Parete : 37****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

66	-1 342	1 232	400	1
105	-838	728	400	1
104	-713	603	400	1
135	-1 342	1 232	550	1(*)
144	-838	728	550	1(*)
143	-713	603	550	1(*)

**Parete : 38**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
104	-713	603	400	1
106	-431	885	400	1
64	-84	1 232	400	1
143	-713	603	550	1(*)
134	-84	1 232	550	1(*)

**Parete : 39**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
107	-713	-209	400	1
109	-713	8	400	1
108	-713	463	400	1
104	-713	603	400	1
145	-713	-209	550	1(*)
311	-713	8	550	1(*)
312	-713	463	550	1(*)
143	-713	603	550	1(*)

**Parete : 40**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
86	-1 156	-652	400	1
107	-713	-209	400	1
141	-1 156	-652	550	1(*)
145	-713	-209	550	1(*)

**Parete : 41**

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
107	-713	-209	400	1
72	3	-652	400	1
145	-713	-209	550	1(*)
137	3	-652	550	1(*)

**Parete : 42**

**Nodi 3D**



Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
110	3	-396	0	0
112	458	-396	0	0
111	3	-396	400	1
113	458	-396	400	1
146	3	-396	550	1(*)
147	458	-396	550	1(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
313	228	400	1
314	228	550	1(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
262	Muratura esistente	-	38.0	41.0	353.8	21	177	110	111
263	Muratura esistente	-	38.0	134.0	353.8	388	177	112	113
261(*)	Muratura esistente	-	25.0	455.0	150.0	228	475	313	314

(\*) Elementi di copertura

## 6.2 Verifiche sismiche

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- $G_{k1}$  peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_{k2}$  peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $Q_{Ki}$  valore caratteristico della azione variabile;
- $\Psi_2$  coefficiente di combinazione;
- $\Psi_0$  coefficiente di combinazione per i carichi variabili
- $\gamma_{G1}$ ;  $\gamma_{G2}$ ;  $\gamma_Q$  : coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

Per quanto riguarda l'azione sismica si è adottata un'analisi incrementale a collasso (PUSH-OVER).

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

### Spettro da normativa

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  
 $T_c^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” (tipo B) e dalla “categoria topografica”(T1) (vedere tabella).

	Ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1.42	2.47	0.29	1462.00	1.20	0.14	0.41	2.18
SLV	1.10	2.48	0.29	712.00	1.20	0.14	0.41	2.05
SLD	0.46	2.52	0.25	75.00	1.20	0.12	0.36	1.79
SLO	0.37	2.56	0.22	45.00	1.20	0.11	0.33	1.75

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

**Stato limite Collasso (SLC):**

$$D_{max}^{SLC} \leq D_u^{SLC}$$

$D_{max}^{SLC}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$D_u^{SLC}$ : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over a un valore pari al 80% di quello massimo.

$$q^* < 4.0$$

$q^*$ : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

**Stato limite Vita (SLV):**

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

$D_{max}^{SLV}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$D_u^{SLV}$ : Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di  $0.75 \cdot D_u^{SLC}$ .

$$q^* < 3.0$$

$q^*$ : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

**Stato limite di Danno (SLD):**

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

$D_{max}^{SLD}$  : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

$D_u^{SLD}$  : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.0020).

### Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

$D_{max}^{SLO}$  : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

$D_u^{SLO}$  : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.0013).

### Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio  $\alpha$  ( $\alpha_{SLC}$ ,  $\alpha_{SLV}$ ,  $\alpha_{SLD}$ ,  $\alpha_{SLO}$ ). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}} ;$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- $PGA_{CLC}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- $PGA_{CLV}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- $PGA_{CLD}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- $PGA_{CLO}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- $PGA_{DLC}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC

- $PGA_{DLV}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- $PGA_{DLD}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- $PGA_{DLO}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

### Verifiche fuori piano

Nelle vigenti normative tecniche, il capitolo dedicato ai metodi di analisi riporta l'applicabilità dei vari metodi di calcolo:

- Analisi lineare statica
- Analisi dinamica modale
- Analisi statica non lineare
- Analisi dinamica non lineare

Nel caso specifico di analisi statica non lineare non si trova alcun riferimento a procedure per eseguire verifiche fuori piano della muratura, per trovare maggiori informazioni è necessario fare riferimento ai capitoli di analisi lineare statica e analisi dinamica modale che suggeriscono l'utilizzo del metodo di calcolo attualmente impiegato per gli elementi non strutturali.

Metodo di calcolo

Momento sollecitante

Le verifiche fuori piano possono essere eseguite separatamente assumendo  $q_a = 3$ . Più precisamente l'azione sismica ortogonale alla parete può essere rappresentata da una forza orizzontale pari a  $S_a/q_a$  volte il carico verticale.

Per le pareti resistenti al sisma si può assumere per  $S_a$  la seguente espressione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1.5 \cdot (1 - Z/H) - 0.5] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

$\alpha$  : rapporto tra accelerazione massima del terreno  $a_g$  su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità  $g$ ;

$S$ : coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

$Z$ : quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione

$H$  : altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione;

Si assume quindi una forza orizzontale  $F_h$  definita  $F_h = N \cdot S_a/q_a$  dove  $N$  è il peso del maschio murario.

Tale forza deve però essere assunta uniformemente distribuita lungo l'altezza del pannello murario calcolata come  $q_h = F_h/h_e$

Ipotizzando che il pannello murario sia incernierato in corrispondenza dei solai, il momento sollecitante massimo sarà a metà altezza del maschio definito come  $M_{ed} = q_h \cdot h_e^2/coef$  dove  $h_e$  è l'altezza equivalente di calcolo del maschio pari all'altezza del livello e  $coef=8$ .

Momento resistente

Per procedere al calcolo del momento ultimo  $M_{Rd}$  è necessario che sia superata la verifica a compressione centrata:

$$N \leq N_{Rd} = 0.85 \cdot f_d \cdot l \cdot t$$

Dove:

$f_d$ : resistenza di progetto della muratura

l: lunghezza del pannello murario

t: spessore della muratura

Il momento ultimo sarà calcolato con la seguente formulazione:

$$M_{Rd} = \left( t^2 \cdot l \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

$\sigma_0$  è definita come la tensione media nel maschio

Verifica

La verifica viene condotta mediante il confronto  $M_{ed} \leq M_{Rd}$ , il corrispondente coefficiente di sicurezza sarà individuato mediante il rapporto  $M_{Rd}/M_{ed}$ . La verifica sarà pertanto da ritenersi superata qualora il coefficiente di sicurezza risulti maggiore di uno.

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità che porterebbe al raggiungimento della condizione limite il maschio in esame.

### 6.3 Verifiche statiche

Le verifiche statiche eseguite sulla struttura in questione sono le seguenti:

Snellezza della muratura

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.4. del D.M.2018.

Si definisce snellezza di una muratura il rapporto  $h_0/t$  in cui:

$h_0$ : lunghezza libera di inflessione del muro pari a  $\rho \cdot h$ ;

t: spessore del muro.

h: l'altezza interna di piano;

$\rho$ : il fattore laterale di vincolo.

La verifica di snellezza risulta soddisfatta se risulta verificata la seguente:

$$h_0/t < 20$$

Eccentricità dei carichi

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risultino verificate le seguenti condizioni:

$$e_1/t \leq 0.33$$

$$e_2/t \leq 0.33$$

in cui:

t: spessore del muro

$$e_1 = |e_s| + |e_a| ; \quad e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

$e_s$ : eccentricità totale dei carichi verticali

$e_a$ :  $h/200$

$e_v$ : eccentricità dovuta al vento  $e_v = M_v / N$

Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

$N_d$ : carico verticale agente

$N_r$  : carico verticale resistente;  $N_r = \phi f_d A$

A: area della sezione orizzontale del muro al netto delle aperture;

$f_d$ : resistenza di calcolo della muratura;

$\phi$ : coefficiente di riduzione della resistenza del muro

Queste verifiche sono state eseguite in ogni maschio murario della struttura, nelle tre sezioni principali (inferiore, centrale, superiore).

I valori dello sforzo normale resistente saranno calcolabili solamente se le verifiche di snellezza ed eccentricità dei carichi risultano soddisfatte.

Per quanto riguarda le verifiche degli elementi in acciaio si è proceduto ad un tipo di verifica agli stati limite ultimi e di esercizio (deformazione e fessurazione).

## 7. Indicazioni delle principali combinazioni delle azioni

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica.

Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto).

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni"

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

Di seguito si riportano i vari carichi evidenziando anche quelli della situazione esistente.

<b>N. Solaio</b>	<b>Gk1 [daN/m2]</b>	<b>Gk2 [daN/m2]</b>	<b>Qk [daN/m2]</b>	<b>Carico dominante</b>	<b><math>\psi_0</math></b>	<b><math>\psi_2</math></b>
1	48	120	100	No	0.00	0.00
2	48	120	100	No	0.00	0.00
3	48	375	300	Sì	1.00	0.60
4	48	120	100	No	0.00	0.00
5	48	120	120	No	0.50	0.00
6	23	175	120	No	0.00	0.00
7	180	375	300	Sì	1.00	0.60
8	2	75	100	No	0.00	0.00
9	180	375	120	No	0.50	0.60

<b>N. Falda</b>	<b>Gk1 [daN/m2]</b>	<b>Gk2 [daN/m2]</b>	<b>Qk [daN/m2]</b>	<b>Carico dominante</b>	<b><math>\psi_0</math></b>	<b><math>\psi_2</math></b>
1	63	250	120	No	0.50	0.00
2	63	250	120	No	0.50	0.00
3	63	250	120	No	0.50	0.00
4	63	250	120	No	0.50	0.00
5	63	250	120	No	0.50	0.00
6	63	250	120	No	0.50	0.00
7	63	250	120	No	0.50	0.00
8	250	100	120	No	0.50	0.00



## CARICHI VARIABILI

### Carichi di esercizio legati alla destinazione d'uso dell'opera Affollamento

300.00 daN/mq

### Azione della Neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu \cdot i \cdot q_{sk} \cdot CE \cdot Ct$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu \cdot i$  è il coefficiente di forma della copertura = 0.8

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], per un periodo di ritorno di 50 anni; 150 daN/mq

CE è il coefficiente di esposizione = 1

Ct è il coefficiente termico = 1

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura

Determinazione del valore  $q_{sk} = 180$  daN/mq

### Azione del sisma

#### Parametri sismici della struttura

La struttura in esame sarà realizzata nel comune di Gragnano Trebbiesne che, ai sensi dell'allegato 1 OPCM 3274 e s.m.i. è classificato in Zona 3 .

#### Calcolo azione sismica (3.2)

##### ***Vita nominale***

Le azioni sismiche sono valutate in relazione al periodo di riferimento VR così definite:

$$VR = VN \times CU.$$

dove VN indica la Vita Nominale.

Per la struttura in esame viene assunto VN = 50

##### ***Classe d'uso***

In base alla funzione della struttura, ai sensi del punto (2.4.2) la struttura in esame risulta viene assunta in Classe III.

##### ***Periodo di riferimento per l'azione sismica***

In funzione della Classe d'uso la tabella seguente indica il valore CU da prendere in considerazione.

Valori del coefficiente d'uso CU

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE CU	0,7	1,0	1,5	2,0

Viene quindi assunto CU=1.5

Da quanto sopra risulta:

$$VR = VN \times CU \text{ cioè } = 50 \text{ anni.}$$

Da cui si calcola il Periodo di ritorno con la formula:

$$T_R = \frac{Y}{\ln(R)} \quad \text{dove } R = \frac{VR}{VN}$$

### Spettro da normativa

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella “Tabella 1” (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

- ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T\*C: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” (B) e dalla “categoria topografica” (T1).

	Ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1.42	2.47	0.29	1462.00	1.20	0.14	0.41	2.18
SLV	1.10	2.48	0.29	712.00	1.20	0.14	0.41	2.05
SLD	0.46	2.52	0.25	75.00	1.20	0.12	0.36	1.79
SLO	0.37	2.56	0.22	45.00	1.20	0.11	0.33	1.75

### Combinazioni

le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

dove:

$E$	azione sismica per lo stato limite in esame;
$G_{k1}$	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
$G_{k2}$	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
$Q_{Ki}$	valore caratteristico della azione variabile;
$\Psi_2$	coefficiente di combinazione;
$\Psi_0$	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$	coefficienti parziali di sicurezza

## **8. Metodo di analisi**

Per quel che concerne la verifica sismica l'analisi utilizzata è statica non lineare, del tipo incrementale a collasso "push-over" in quanto compatibile con il tipo di US in progetto.

## 9. Criteri di verifica

### Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

E	azione sismica per lo stato limite in esame;
$G_{k1}$	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
$G_{k2}$	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
$Q_{Ki}$	valore caratteristico della azione variabile;
$\Psi_2$	coefficiente di combinazione;
$\Psi_0$	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

### **Stato limite Collasso (SLC):**

$$D_{max}^{SLC} \leq D_u^{SLC}$$

$D_{max}^{SLC}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$D_u^{SLC}$ : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente al minore tra:

- 1) il valore del taglio di base residuo pari all'80% di quello massimo
- 2) il valore corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

$$q^* < 4.0$$

$q^*$ : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

### **Stato limite Vita (SLV):**

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

$D_{max}^{SLV}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$D_u^{SLV}$ : Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di  $0.75 \cdot D_u^{SLC}$ .  
 $q^* < 3.0$

$q^*$ : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

### Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

$D_{max}^{SLD}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

$D_u^{SLD}$ : Spostamento minore tra:

- 1) quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC
- 2) quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parte ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 0.7500 del taglio di base massimo)

### Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

$D_{max}^{SLO}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

$D_u^{SLO}$ : Spostamento pari a 0.6670 di quello allo SLD.

### Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio  $\alpha$  ( $\alpha_{SLC}$ ,  $\alpha_{SLV}$ ,  $\alpha_{SLD}$ ,  $\alpha_{SLO}$ ).  
 Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}} ;$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- $PGA_{CLC}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- $PGA_{CLV}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- $PGA_{CLD}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- $PGA_{CLO}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- $PGA_{DLC}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- $PGA_{DLV}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- $PGA_{DLD}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- $PGA_{DLO}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

## **Pressoflessione fuori piano**

Verifiche fuori piano

Nelle vigenti normative tecniche, il capitolo dedicato ai metodi di analisi riporta l'applicabilità dei vari metodi di calcolo:

- Analisi lineare statica
- Analisi dinamica modale
- Analisi statica non lineare
- Analisi dinamica non lineare

Nel caso specifico di analisi statica non lineare non si trova alcun riferimento a procedure per eseguire verifiche fuori piano della muratura, per trovare maggiori informazioni è necessario fare riferimento ai capitoli di analisi lineare statica e analisi dinamica modale che suggeriscono l'utilizzo del metodo di calcolo attualmente impiegato per gli elementi non strutturali.

Metodo di calcolo

Momento sollecitante



Le verifiche fuori piano possono essere eseguite separatamente assumendo  $q_a = 3$ . Più precisamente l'azione sismica ortogonale alla parete può essere rappresentata da una forza orizzontale pari a  $S_a/q_a$  volte il carico verticale.

Per le pareti resistenti al sisma si può assumere per  $S_a$  la seguente espressione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1.5 \cdot (1 - Z/H) - 0.5] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

$\alpha$  : rapporto tra accelerazione massima del terreno  $a_g$  su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità  $g$ ;

$S$ : coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

$Z$ : quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione

$H$  : altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione;

Si assume quindi una forza orizzontale  $F_h$  definita  $F_h = N \cdot S_a/q_a$  dove  $N$  è il peso del maschio murario.

Tale forza deve però essere assunta uniformemente distribuita lungo l'altezza del pannello murario calcolata come  $q_h = F_h/h_e$

Ipotizzando che il pannello murario sia incernierato in corrispondenza dei solai, il momento sollecitante massimo sarà a metà altezza del maschio definito come  $M_{ed} = q_h \cdot h_e^2/coef$  dove  $h_e$  è l'altezza equivalente di calcolo del maschio pari all'altezza del livello e  $coef=8$ .

Momento resistente

Per procedere al calcolo del momento ultimo  $M_{Rd}$  è necessario che sia superata la verifica a compressione centrata:

$$N \leq N_{Rd} = 0.85 \cdot f_d \cdot l \cdot t$$

Dove:

$f_d$ : resistenza di progetto della muratura

$l$ : lunghezza del pannello murario

$t$ : spessore della muratura

Il momento ultimo sarà calcolato con la seguente formulazione:

$$M_{Rd} = \left( t^2 \cdot l \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

$\sigma_0$  è definita come la tensione media nel maschio

Verifica

La verifica viene condotta mediante il confronto  $M_{ed} \leq M_{Rd}$ , il corrispondente coefficiente di sicurezza sarà individuato mediante il rapporto  $M_{Rd}/M_{ed}$ . La verifica sarà pertanto da ritenersi superata qualora il coefficiente di sicurezza risulti maggiore di uno.

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità che porterebbe al raggiungimento della condizione limite il maschio in esame.

## Verifiche statiche

Le verifiche statiche eseguite sulla struttura in questione sono le seguenti:

Snellezza della muratura

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.4. del D.M.2018.

Si definisce snellezza di una muratura il rapporto  $h_0/t$  in cui:

$h_0$ : lunghezza libera di inflessione del muro pari a  $\rho \cdot h$ ;

t: spessore del muro.  
h: l'altezza interna di piano;  
 $\rho$ : il fattore laterale di vincolo.

La verifica di snellezza risulta soddisfatta se risulta verificata la seguente:  
 $h_0/t < 20$

### **Eccentricità dei carichi**

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.  
Tale verifica risulta soddisfatta qualora risultino verificate le seguenti condizioni:

$$e_1/t \leq 0.33$$
$$e_2/t \leq 0.33$$

in cui:

t: spessore del muro

$$e_1 = |e_s| + |e_a| \quad ; \quad e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

$e_s$ : eccentricità totale dei carichi verticali

$e_a$ :  $h/200$

$e_v$ : eccentricità dovuta al vento  $e_v = M_v / N$

Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.  
Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

$N_d$ : carico verticale agente

$N_r$  : carico verticale resistente;  $N_r = \phi f_d A$

A: area della sezione orizzontale del muro al netto delle aperture;

$f_d$ : resistenza di calcolo della muratura;

$\phi$ : coefficiente di riduzione della resistenza del muro

Queste verifiche sono state eseguite in ogni maschio murario della struttura, nelle tre sezioni principali (inferiore, centrale, superiore).

I valori dello sforzo normale resistente saranno calcolabili solamente se le verifiche di snellezza ed eccentricità dei carichi risultano soddisfatte. Riportiamo nel seguito i dettagli di verifica per le singole pareti

## 10. Principali risultati

Di seguito si riportano i principali risultati delle varie verifiche.

### 10.1 Verifica sismica stato di fatto

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0.0	0.59	0.98	1.48	Sì	0.36	0.73	1.16	Sì
2	+X	Forze statiche	0.0	0.86	0.96	2.14	Sì	0.60	0.72	1.66	Sì
3	-X	Uniforme	0.0	0.91	0.92	2.70	Sì	0.65	0.69	2.10	Sì
4	-X	Forze statiche	0.0	1.16	0.42	4.15	No	0.86	0.31	3.23	No
5	+Y	Uniforme	0.0	0.40	2.03	1.12	Sì	0.26	1.52	0.87	Sì
6	+Y	Forze statiche	0.0	0.73	1.43	1.71	Sì	0.48	1.08	1.33	Sì
7	-Y	Uniforme	0.0	0.34	2.92	1.03	Sì	0.25	2.19	0.80	Sì
8	-Y	Forze statiche	0.0	0.68	1.62	1.49	Sì	0.42	1.21	1.16	Sì
9	+X	Uniforme	169.9	0.55	1.40	1.45	Sì	0.33	1.05	1.13	Sì
10	+X	Uniforme	-169.9	0.67	0.93	1.54	Sì	0.42	0.70	1.20	Sì
11	+X	Forze statiche	169.9	0.80	1.05	1.99	Sì	0.54	0.79	1.55	Sì
12	+X	Forze statiche	-169.9	1.10	0.93	1.90	No	0.77	0.69	1.48	No
13	-X	Uniforme	169.9	0.76	1.11	2.76	Sì	0.54	0.84	2.15	Sì
14	-X	Uniforme	-169.9	1.26	0.67	2.63	No	0.92	0.50	2.05	No
15	-X	Forze statiche	169.9	1.11	0.39	3.94	No	0.82	0.30	3.07	No
16	-X	Forze statiche	-169.9	1.77	0.66	3.27	No	1.33	0.49	2.55	No
17	+Y	Uniforme	227.2	0.44	2.34	1.13	Sì	0.29	1.76	0.88	Sì
18	+Y	Uniforme	-227.2	0.34	1.51	1.07	Sì	0.23	1.13	0.83	Sì
19	+Y	Forze statiche	227.2	0.74	1.56	1.62	Sì	0.48	1.17	1.26	Sì
20	+Y	Forze statiche	-227.2	0.68	2.37	1.80	Sì	0.45	1.78	1.40	Sì
21	-Y	Uniforme	227.2	0.42	1.91	1.11	Sì	0.27	1.43	0.86	Sì
22	-Y	Uniforme	-227.2	0.31	0.86	1.03	Sì	0.23	0.64	0.80	Sì
23	-Y	Forze statiche	227.2	0.69	0.98	1.52	Sì	0.44	0.74	1.19	Sì
24	-Y	Forze statiche	-227.2	0.61	1.49	1.50	Sì	0.38	1.12	1.17	Sì

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0.0	0.12	0.25	Sì	0.10	0.17	Sì
2	+X	Forze	0.0	0.16	0.23	Sì	0.13	0.15	Sì

		statiche							
3	-X	Uniforme	0.0	0.16	0.18	Sì	0.13	0.12	No
4	-X	Forze statiche	0.0	0.25	0.15	No	0.18	0.10	No
5	+Y	Uniforme	0.0	0.11	0.30	Sì	0.09	0.20	Sì
6	+Y	Forze statiche	0.0	0.14	0.26	Sì	0.12	0.17	Sì
7	-Y	Uniforme	0.0	0.10	0.31	Sì	0.09	0.21	Sì
8	-Y	Forze statiche	0.0	0.15	0.30	Sì	0.12	0.20	Sì
9	+X	Uniforme	169.9	0.11	0.24	Sì	0.09	0.16	Sì
10	+X	Uniforme	-169.9	0.14	0.28	Sì	0.11	0.19	Sì
11	+X	Forze statiche	169.9	0.15	0.23	Sì	0.12	0.15	Sì
12	+X	Forze statiche	-169.9	0.25	0.40	Sì	0.20	0.27	Sì
13	-X	Uniforme	169.9	0.11	0.13	Sì	0.09	0.08	No
14	-X	Uniforme	-169.9	0.27	0.31	Sì	0.22	0.21	No
15	-X	Forze statiche	169.9	0.23	0.15	No	0.16	0.10	No
16	-X	Forze statiche	-169.9	0.44	0.33	No	0.36	0.22	No
17	+Y	Uniforme	227.2	0.12	0.33	Sì	0.10	0.22	Sì
18	+Y	Uniforme	-227.2	0.10	0.28	Sì	0.08	0.19	Sì
19	+Y	Forze statiche	227.2	0.15	0.29	Sì	0.13	0.19	Sì
20	+Y	Forze statiche	-227.2	0.12	0.21	Sì	0.10	0.14	Sì
21	-Y	Uniforme	227.2	0.12	0.26	Sì	0.09	0.17	Sì
22	-Y	Uniforme	-227.2	0.10	0.29	Sì	0.08	0.19	Sì
23	-Y	Forze statiche	227.2	0.15	0.26	Sì	0.12	0.17	Sì
24	-Y	Forze statiche	-227.2	0.13	0.26	Sì	0.10	0.17	Sì

<b>N.</b>	<b>Dir. sisma</b>	<b>Carico sismico</b>	<b>Ecc. [cm]</b>	<b><math>\alpha</math> SLC</b>	<b><math>\alpha</math> SLV</b>	<b><math>\alpha</math> SLD</b>	<b><math>\alpha</math> SLO</b>
1	+X	Uniforme	0.0	1.370	1.458	2.059	1.681
2	+X	Forze statiche	0.0	1.085	1.134	1.431	1.169
3	-X	Uniforme	0.0	1.006	1.040	1.132	0.924
4	-X	Forze statiche	0.0	0.444	0.470	0.737	0.602
5	+Y	Uniforme	0.0	2.643	2.736	2.728	2.228
6	+Y	Forze statiche	0.0	1.619	1.675	1.784	1.457
7	-Y	Uniforme	0.0	3.672	3.733	2.951	2.410
8	-Y	Forze statiche	0.0	1.818	1.882	2.049	1.674
9	+X	Uniforme	169.9	1.855	1.931	2.102	1.717
10	+X	Uniforme	-169.9	1.235	1.318	1.980	1.617
11	+X	Forze statiche	169.9	1.224	1.277	1.539	1.257

12	+X	Forze statiche	-169.9	0.885	0.935	1.609	1.314
13	-X	Uniforme	169.9	1.353	1.379	1.109	0.906
14	-X	Uniforme	-169.9	0.617	0.651	1.163	0.950
15	-X	Forze statiche	169.9	0.446	0.475	0.775	0.633
16	-X	Forze statiche	-169.9	0.434	0.450	0.764	0.624
17	+Y	Uniforme	227.2	2.825	2.905	2.713	2.216
18	+Y	Uniforme	-227.2	2.259	2.379	2.804	2.290
19	+Y	Forze statiche	227.2	1.700	1.757	1.891	1.544
20	+Y	Forze statiche	-227.2	2.225	2.143	1.700	1.388
21	-Y	Uniforme	227.2	2.472	2.571	2.253	1.840
22	-Y	Uniforme	-227.2	1.595	1.749	2.913	2.380
23	-Y	Forze statiche	227.2	1.253	1.335	1.738	1.419
24	-Y	Forze statiche	-227.2	1.820	1.889	2.034	1.661

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano non soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 16 e la n°. 23, rispettivamente per le direzioni X ed Y.








La scelta di tali analisi come analisi “significative” è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

Riportiamo qui di seguito i dettagli delle analisi sopra citate.








## Sintesi dei risultati

### Legenda risultati

#### C.A.



	Integro
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura per taglio







#### Muratura

	Integro
	Incipiente plasticità
	Plastico per taglio
	Incipiente rottura per taglio
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Incipiente rottura presso flessione

<b>Legno</b>	
	Integro
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione

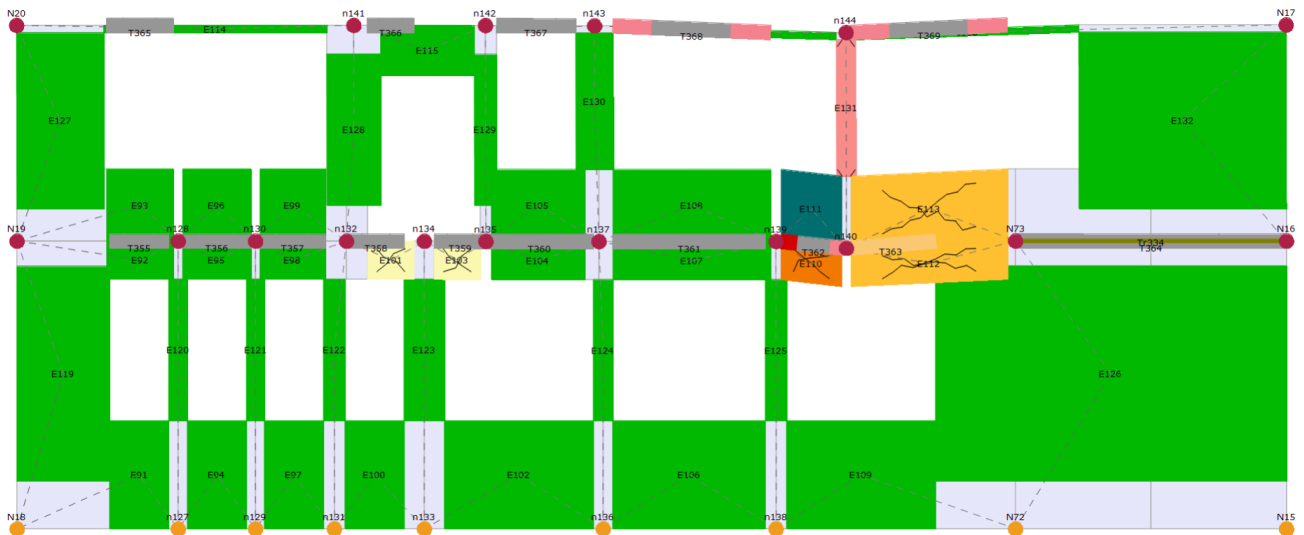
  

<b>Acciaio</b>	
	Integro
	Plastico presso flessione
	Plastico per compressione
	Plastico per trazione
	Elemento non efficace
	Ritorno in fase elastica

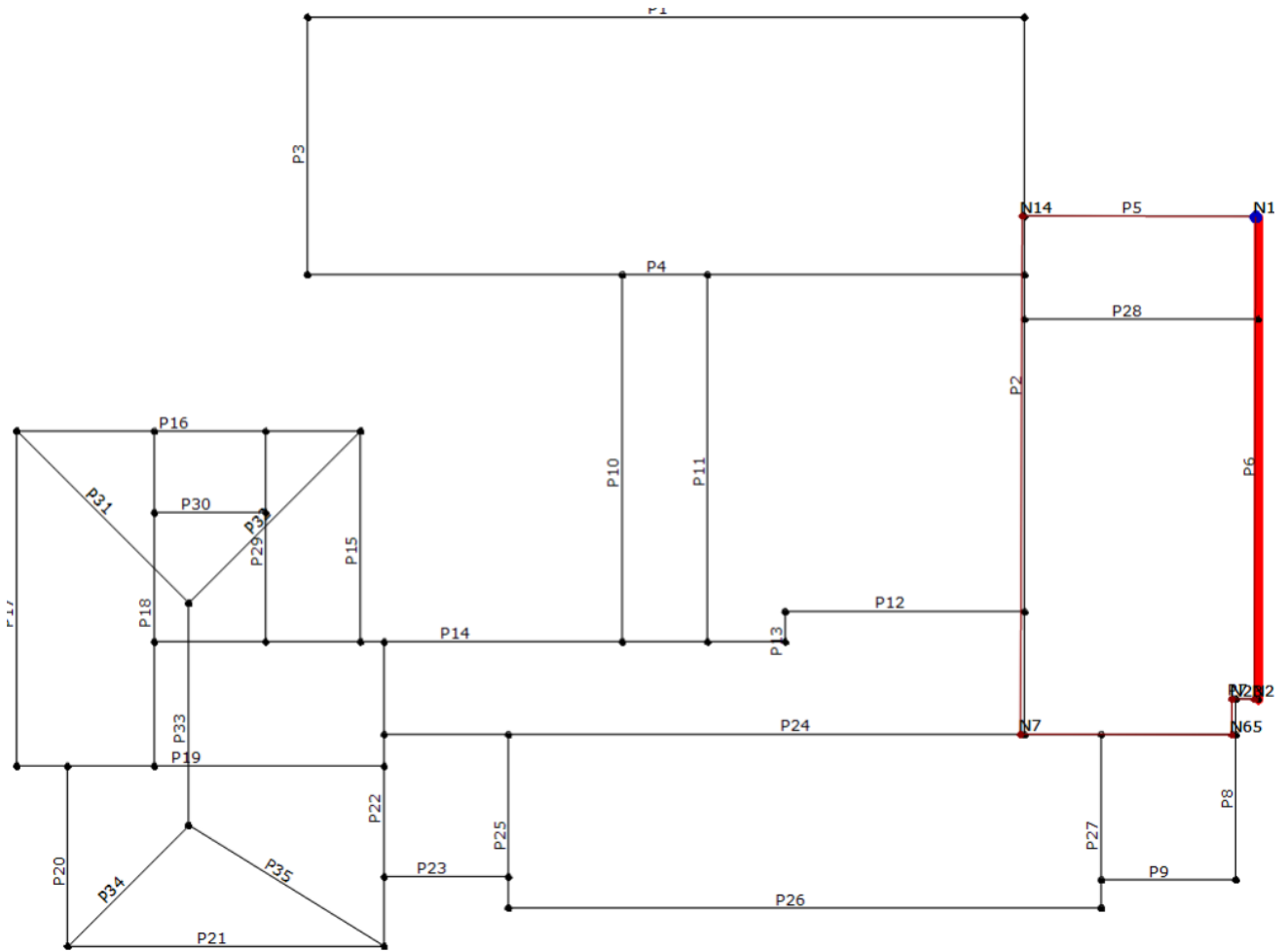
	Rottura presso flessione
	Crisi grave
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura in fase elastica
	Elemento non efficace

### Analisi sismica n. 16 Direzione X

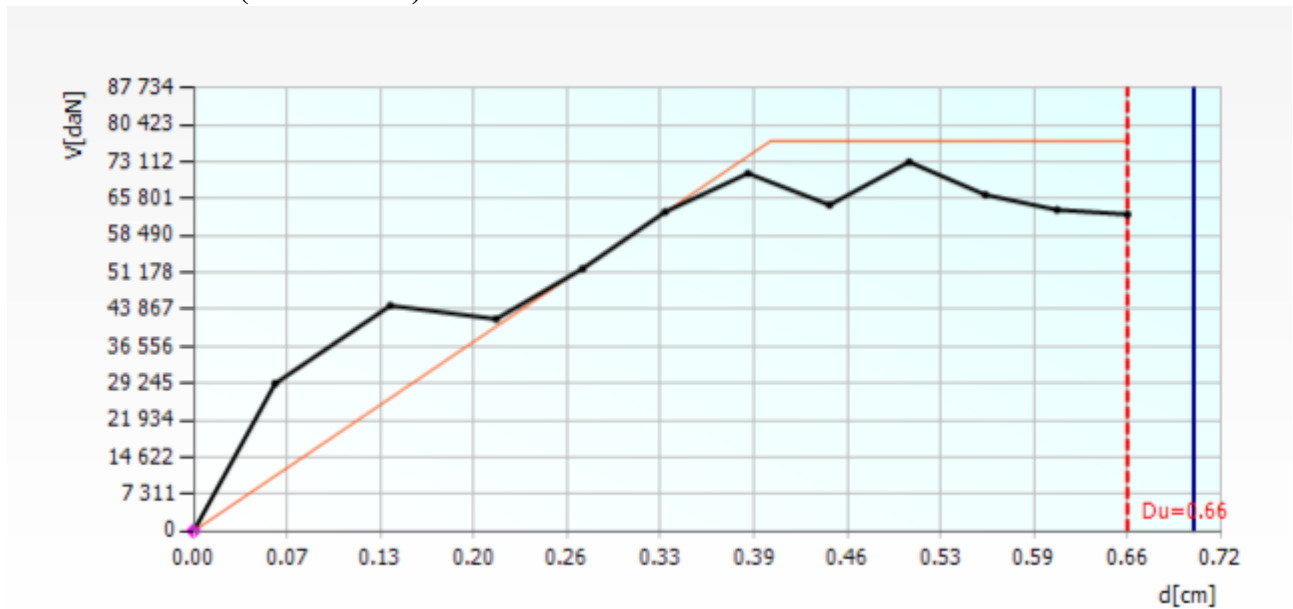
### Analisi sismica n. 16 Parete 6 Sottopasso 12



### Deformata Pianta



**Curva Pushover (analisi n. 16)**



**Vulnerabilità Sismica**

**TRc**

**TR=cost**

	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	157	1462	0.1074	1.4195	0.6102	2.54	0.27	0.4299	0.6165	0.4343
SLV	91	712	0.1278	1.1007	0.4934	2.53	0.25	0.4483	0.4951	0.4498
SLD	39	75	0.5200	0.4552	0.3463	2.55	0.21	0.7608	0.3477	0.7638
SLO	15	45	0.3333	0.3659	0.2310	2.53	0.20	0.6313	0.2283	0.6239

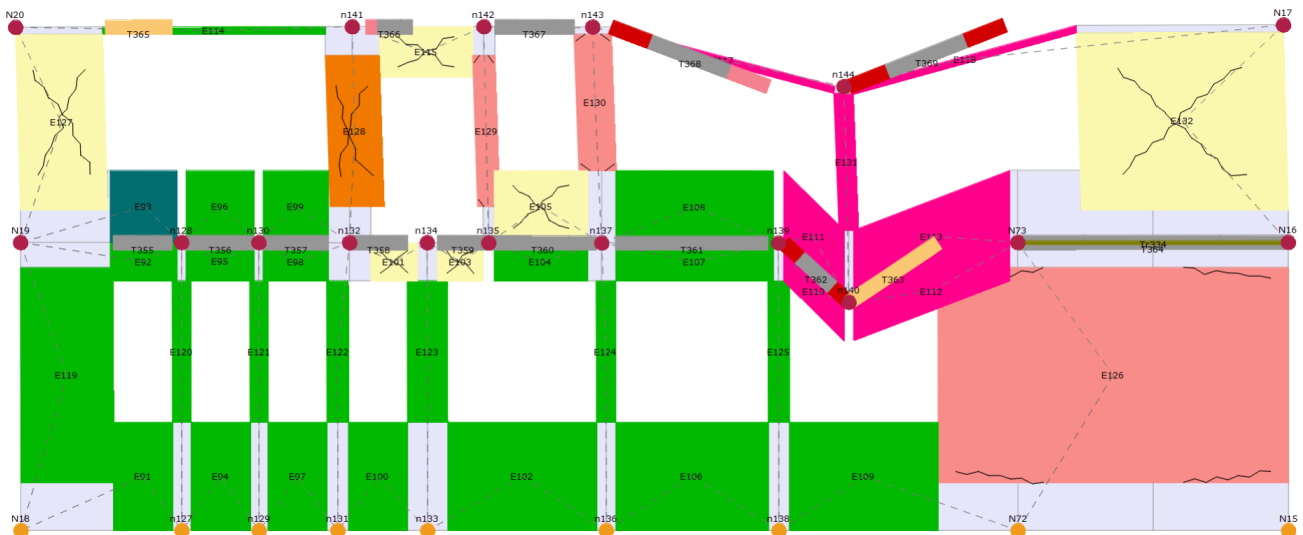
I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc							TR=cost			
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA	
SLC	157	1462	0.1074	1.7034	0.7322	2.54	0.27	0.4299	0.7398	0.4343	
SLV	91	712	0.1278	1.3208	0.5921	2.53	0.25	0.4483	0.5941	0.4498	
SLD	39	75	0.5200	0.5462	0.4156	2.55	0.21	0.7608	0.4172	0.7638	
SLO	15	45	0.3333	0.4391	0.2772	2.53	0.20	0.6313	0.2739	0.6239	

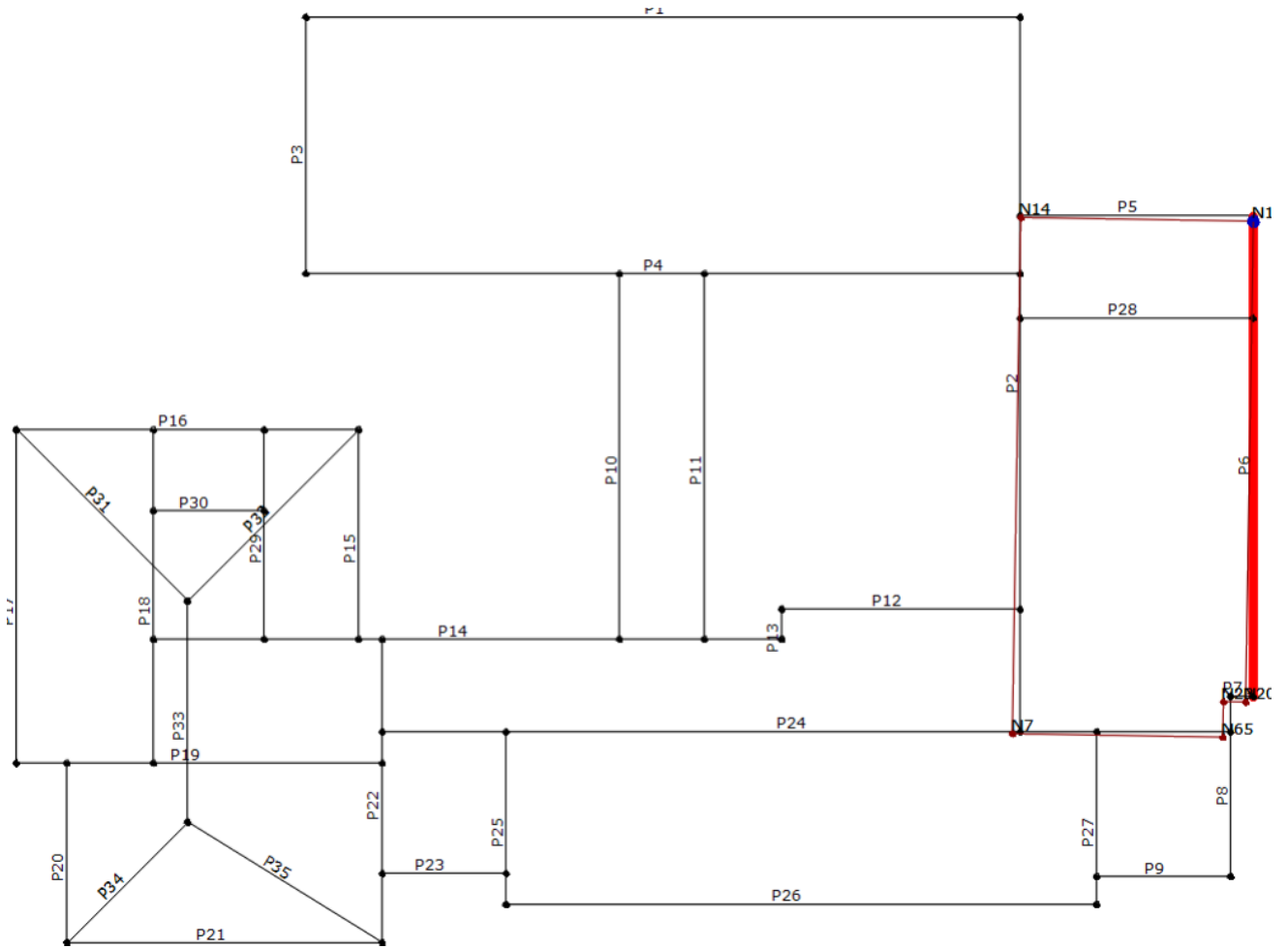
## Analisi sismica n. 23 Direzione Y

### Analisi sismica n. 23 Parete 6 Sottopasso 32

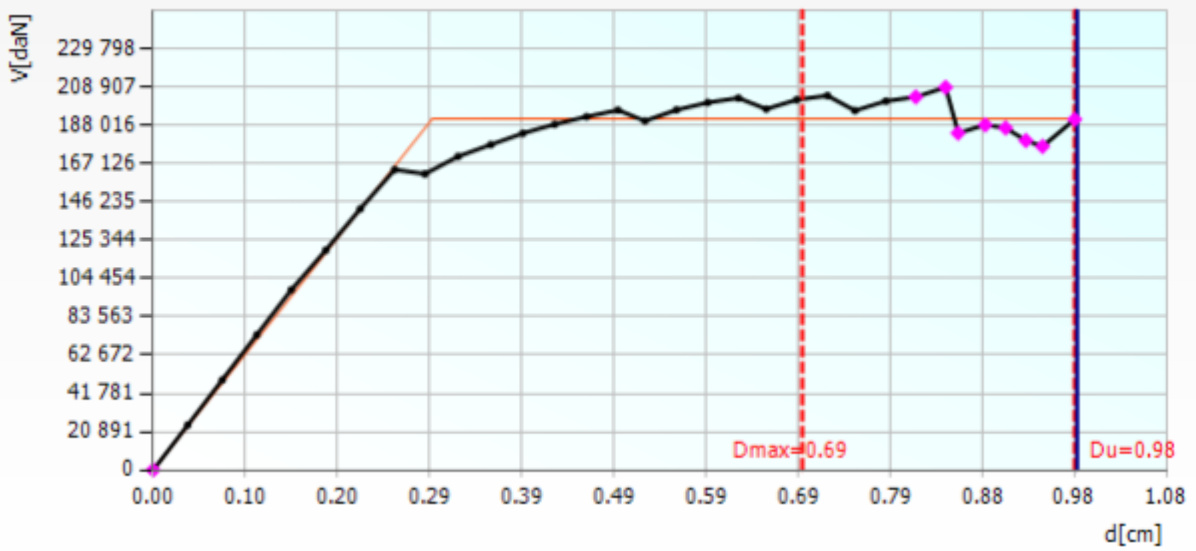


### Deformata Pianta





**Curva Pushover (analisi n. 23)**



## Vulnerabilità Sismica

	TRc					TR=cost				
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	> 2475	1462	> 1.6929	1.4195	1.6952	2.48	0.29	1.1942	1.7782	1.2527
SLV	1639	712	2.3020	1.1007	1.4744	2.47	0.29	1.3396	1.4690	1.3347
SLD	306	75	4.0800	0.4552	0.7976	2.50	0.28	1.7522	0.7911	1.7379
SLO	107	45	2.3778	0.3659	0.5268	2.54	0.26	1.4397	0.5194	1.4195

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc					TR=cost				
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	> 2475	1462	> 1.6929	1.7034	2.0342	2.48	0.29	1.1942	2.1339	1.2527
SLV	1639	712	2.3020	1.3208	1.7693	2.47	0.29	1.3396	1.7628	1.3347
SLD	306	75	4.0800	0.5462	0.9571	2.50	0.28	1.7522	0.9493	1.7379
SLO	107	45	2.3778	0.4391	0.6322	2.54	0.26	1.4397	0.6233	1.4195

## Conclusioni

### Analisi sismica n. 16 Direzione X Analisi sismica n. 23 Direzione Y

Stato limite	$\alpha$ PGA (TR)	$\alpha$ TR	$\alpha$ PGA (TR)	$\alpha$ TR
SLC	0.4299	0.1074	1.1942	> 1.6929

(\*) Tutti i valori di  $\alpha_{TR}$  sono da ritenersi calcolati come  $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$  (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume  $\zeta_{E\_lim}= 1.000$

La verifica non risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [X] del sisma.

## 10.2 Verifica sismica stato di progetto

### Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0.0	0.23	1.24	1.19	Si	0.13	0.93	0.93	Si
2	+X	Forze statiche	0.0	0.30	1.32	1.29	Si	0.16	0.99	1.00	Si
3	-X	Uniforme	0.0	0.22	1.19	1.13	Si	0.13	0.89	0.88	Si
4	-X	Forze statiche	0.0	0.29	1.02	1.19	Si	0.17	0.77	0.93	Si
5	+Y	Uniforme	0.0	0.30	1.05	1.32	Si	0.17	0.78	1.02	Si
6	+Y	Forze statiche	0.0	0.32	1.60	1.33	Si	0.19	1.20	1.03	Si
7	-Y	Uniforme	0.0	0.30	1.26	1.37	Si	0.17	0.95	1.06	Si
8	-Y	Forze statiche	0.0	0.31	1.55	1.32	Si	0.18	1.16	1.03	Si
9	+X	Uniforme	169.9	0.23	1.14	1.16	Si	0.13	0.85	0.90	Si
10	+X	Uniforme	-169.9	0.24	1.36	1.23	Si	0.13	1.02	0.96	Si
11	+X	Forze statiche	169.9	0.31	1.08	1.25	Si	0.17	0.81	0.98	Si
12	+X	Forze statiche	-169.9	0.28	1.39	1.28	Si	0.15	1.04	1.00	Si
13	-X	Uniforme	169.9	0.22	1.18	1.11	Si	0.14	0.88	0.87	Si
14	-X	Uniforme	-169.9	0.22	1.04	1.14	Si	0.13	0.78	0.89	Si
15	-X	Forze statiche	169.9	0.35	1.20	1.15	Si	0.23	0.90	0.89	Si
16	-X	Forze statiche	-169.9	0.29	0.91	1.21	Si	0.17	0.69	0.94	Si
17	+Y	Uniforme	229.1	0.34	2.02	1.34	Si	0.20	1.52	1.05	Si
18	+Y	Uniforme	-229.1	0.26	1.01	1.29	Si	0.14	0.76	1.00	Si
19	+Y	Forze statiche	229.1	0.40	2.10	1.36	Si	0.24	1.58	1.06	Si
20	+Y	Forze statiche	-229.1	0.29	1.03	1.32	Si	0.16	0.77	1.03	Si
21	-Y	Uniforme	229.1	0.34	1.52	1.39	Si	0.20	1.14	1.08	Si
22	-Y	Uniforme	-229.1	0.25	0.91	1.28	Si	0.13	0.68	1.00	Si
23	-Y	Forze statiche	229.1	0.36	1.55	1.40	Si	0.21	1.16	1.09	Si
24	-Y	Forze statiche	-229.1	0.28	1.13	1.31	Si	0.15	0.84	1.02	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0.0	0.06	0.14	Si	0.05	0.09	Si
2	+X	Forze statiche	0.0	0.07	0.16	Si	0.06	0.11	Si
3	-X	Uniforme	0.0	0.06	0.15	Si	0.05	0.10	Si
4	-X	Forze statiche	0.0	0.07	0.18	Si	0.06	0.12	Si
5	+Y	Uniforme	0.0	0.07	0.16	Si	0.06	0.11	Si
6	+Y	Forze statiche	0.0	0.07	0.17	Si	0.06	0.11	Si
7	-Y	Uniforme	0.0	0.06	0.15	Si	0.05	0.10	Si
8	-Y	Forze statiche	0.0	0.07	0.16	Si	0.06	0.11	Si
9	+X	Uniforme	169.9	0.06	0.15	Si	0.05	0.10	Si
10	+X	Uniforme	-169.9	0.06	0.14	Si	0.05	0.09	Si
11	+X	Forze statiche	169.9	0.07	0.17	Si	0.06	0.12	Si
12	+X	Forze statiche	-169.9	0.06	0.15	Si	0.05	0.10	Si
13	-X	Uniforme	169.9	0.06	0.16	Si	0.05	0.11	Si
14	-X	Uniforme	-169.9	0.06	0.15	Si	0.05	0.10	Si
15	-X	Forze statiche	169.9	0.10	0.25	Si	0.08	0.17	Si
16	-X	Forze statiche	-169.9	0.07	0.18	Si	0.06	0.12	Si

17	+Y	Uniforme	229.1	0.08	0.18	Si	0.06	0.12	Si
18	+Y	Uniforme	-229.1	0.06	0.14	Si	0.05	0.09	Si
19	+Y	Forze statiche	229.1	0.09	0.21	Si	0.08	0.14	Si
20	+Y	Forze statiche	-229.1	0.06	0.15	Si	0.05	0.10	Si
21	-Y	Uniforme	229.1	0.07	0.16	Si	0.06	0.11	Si
22	-Y	Uniforme	-229.1	0.06	0.13	Si	0.05	0.09	Si
23	-Y	Forze statiche	229.1	0.08	0.17	Si	0.06	0.12	Si
24	-Y	Forze statiche	-229.1	0.06	0.14	Si	0.05	0.10	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	$\alpha$ SLC	$\alpha$ SLV	$\alpha$ SLD	$\alpha$ SLO
1	+X	Uniforme	0.0	2.804	2.890	2.428	1.983
2	+X	Forze statiche	0.0	2.638	2.709	2.345	1.915
3	-X	Uniforme	0.0	2.720	2.819	2.584	2.110
4	-X	Forze statiche	0.0	2.129	2.231	2.570	2.099
5	+Y	Uniforme	0.0	2.231	2.309	2.322	1.897
6	+Y	Forze statiche	0.0	3.014	2.904	2.303	1.881
7	-Y	Uniforme	0.0	2.625	2.685	2.239	1.829
8	-Y	Forze statiche	0.0	3.013	2.912	2.310	1.887
9	+X	Uniforme	169.9	2.617	2.714	2.502	2.044
10	+X	Uniforme	-169.9	3.009	3.082	2.359	1.926
11	+X	Forze statiche	169.9	2.185	2.275	2.439	1.992
12	+X	Forze statiche	-169.9	2.828	2.895	2.328	1.902
13	-X	Uniforme	169.9	2.655	2.757	2.634	2.152
14	-X	Uniforme	-169.9	2.466	2.572	2.548	2.081
15	-X	Forze statiche	169.9	2.131	2.224	2.660	2.173
16	-X	Forze statiche	-169.9	1.973	2.078	2.528	2.065
17	+Y	Uniforme	229.1	2.977	2.868	2.275	1.858
18	+Y	Uniforme	-229.1	2.378	2.461	2.314	1.890
19	+Y	Forze statiche	229.1	2.939	2.831	2.246	1.834
20	+Y	Forze statiche	-229.1	2.252	2.332	2.318	1.894
21	-Y	Uniforme	229.1	2.875	2.770	2.197	1.794
22	-Y	Uniforme	-229.1	2.242	2.332	2.302	1.880
23	-Y	Forze statiche	229.1	2.821	2.757	2.187	1.786
24	-Y	Forze statiche	-229.1	2.485	2.558	2.306	1.884

## Sintesi dei risultati

## Legenda risultati

### C.A.

Integro
Rottura per taglio
Plastico presso flessione
Rottura presso flessione
Rottura per compressione
Rottura per trazione

### Muratura

Integro
Incipiente plasticità
Plastico per taglio
Incipiente rottura per taglio
Rottura per taglio
Plastico presso flessione

	Rottura per taglio
--	--------------------

### Legno

	Integro
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione

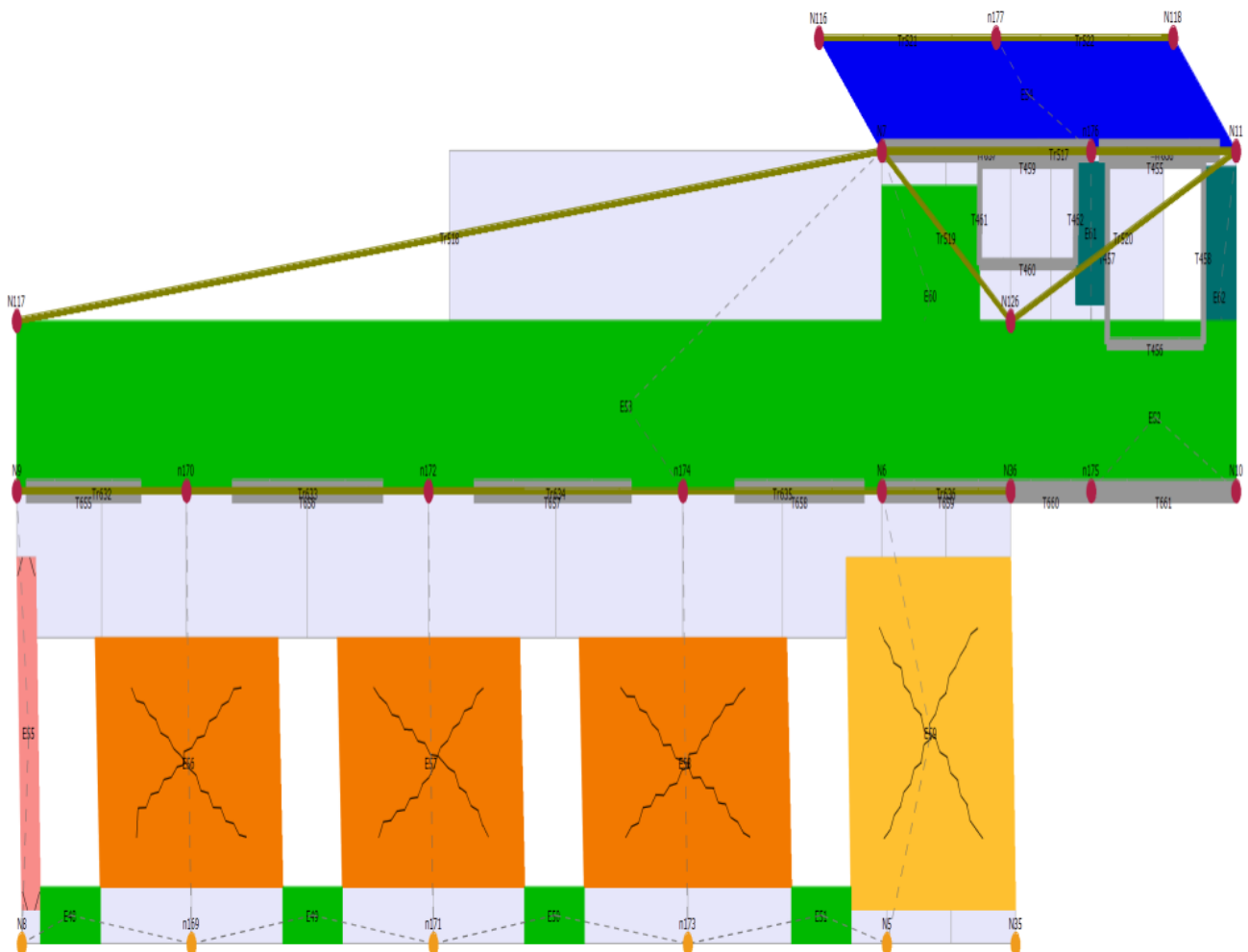
### Acciaio

	Integro
	Plastico presso flessione
	Plastico per compressione
	Plastico per trazione
	Elemento non efficace
	Ritorno in fase elastica

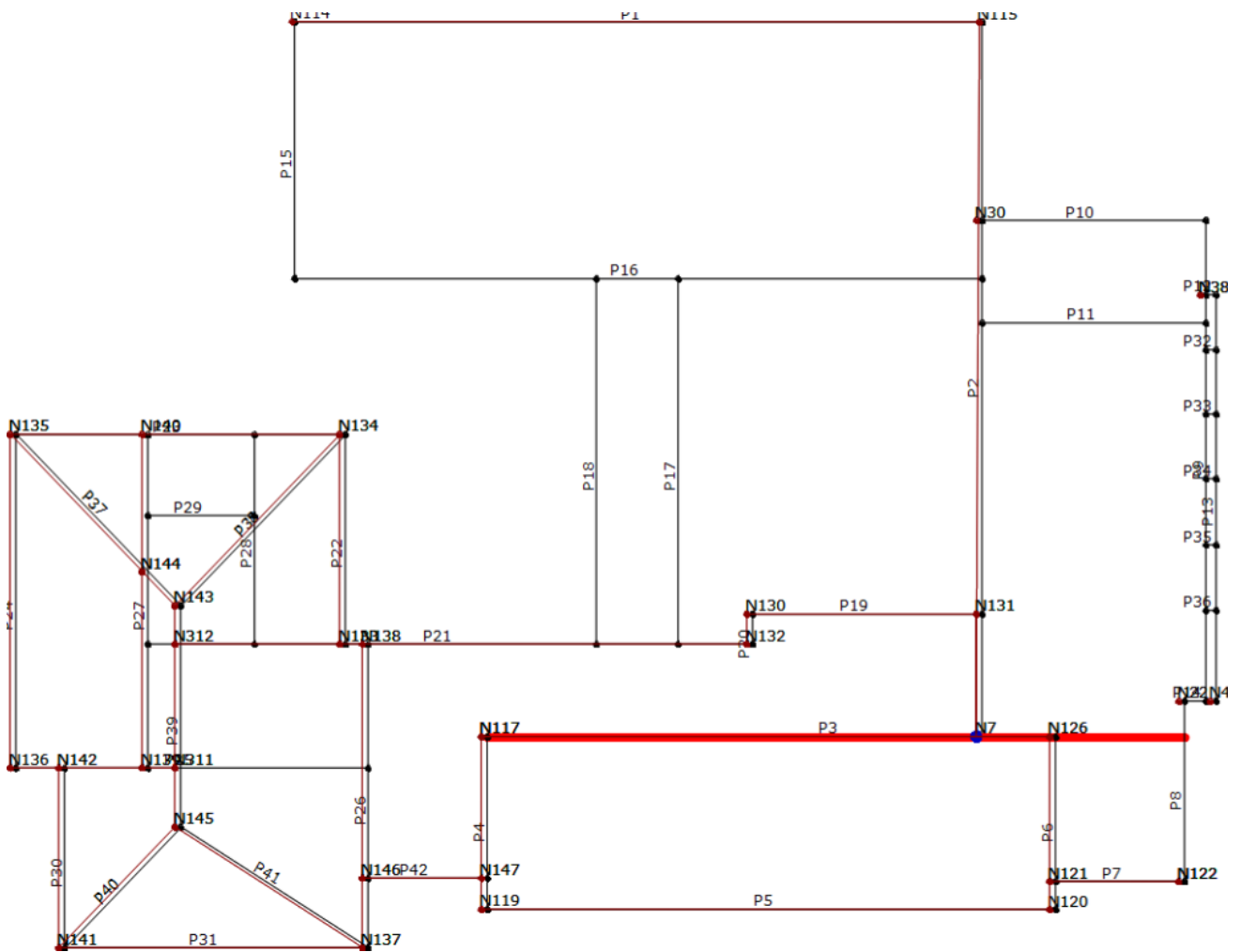
	Incipiente rottura presso flessione
	Rottura presso flessione
	Crisi grave
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura in fase elastica
	Elemento non efficace

## Analisi sismica n. 16 Direzione X

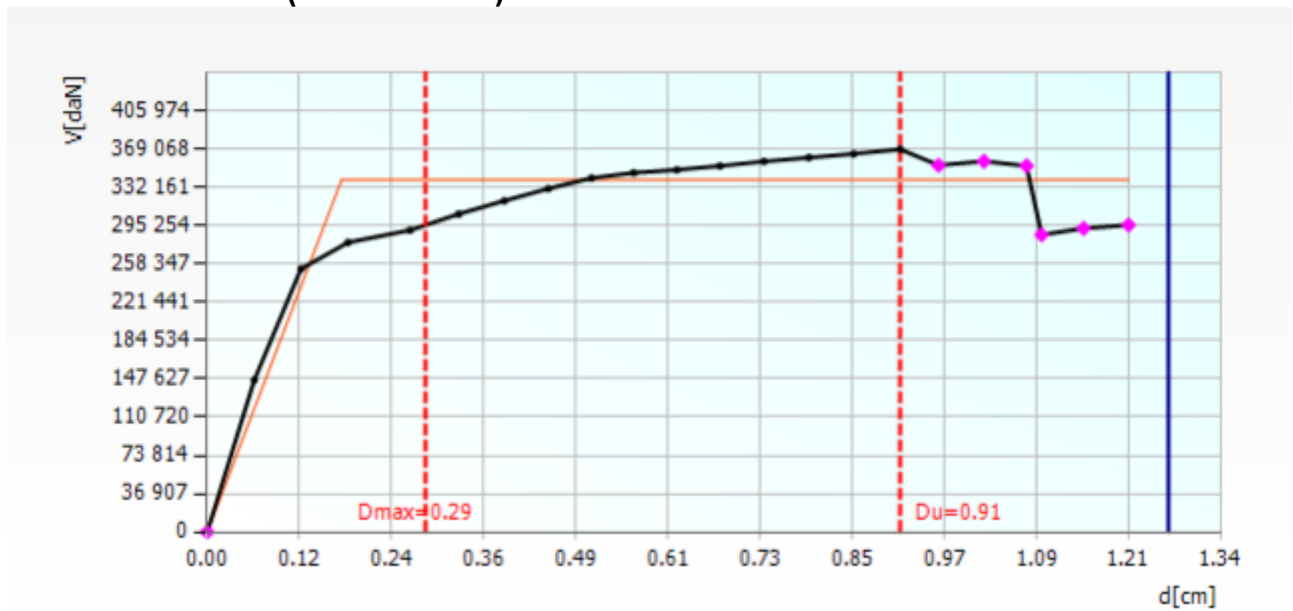
### Analisi sismica n. 16 Parete 3 Sottopasso 22



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 16)



Vulnerabilità Sismica

TRc

TR=cost

	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	> 2475	1462	> 1.6929	1.4195	1.6952	2.48	0.29	1.1942	2.8004	1.9728
SLV	> 2475	712	> 3.4761	1.1007	1.6952	2.48	0.29	1.5401	2.2872	2.0780
SLD	840	75	11.2000	0.4552	1.1703	2.48	0.29	2.5711	1.1509	2.5285
SLO	283	45	6.2889	0.3659	0.7740	2.50	0.28	2.1153	0.7557	2.0652

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	> 2475	1462	> 1.6929	1.7034	2.0342	2.48	0.29	1.1942	3.3605	1.9728
SLV	> 2475	712	> 3.4761	1.3208	2.0342	2.48	0.29	1.5401	2.7447	2.0780
SLD	840	75	11.2000	0.5462	1.4044	2.48	0.29	2.5711	1.3811	2.5285
SLO	283	45	6.2889	0.4391	0.9288	2.50	0.28	2.1153	0.9068	2.0652

Questa tabella riporta gli indici di vulnerabilità ( $\alpha$ PGA) calcolate con due approcci differenti:

#### $\alpha_{PGA}$ : Ricavato da PGAc

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità prodotta mantenendo uno spettro sismico coincidente con quello del reticolo di riferimento scalando il valore di ag fino al raggiungimento della condizione corrispondente allo stato limite considerato. Tale valore di accelerazione (ag) rappresenta la PGAc.

#### $\alpha_{PGA}(TR)$ : Ricavato da PGAc(TR)

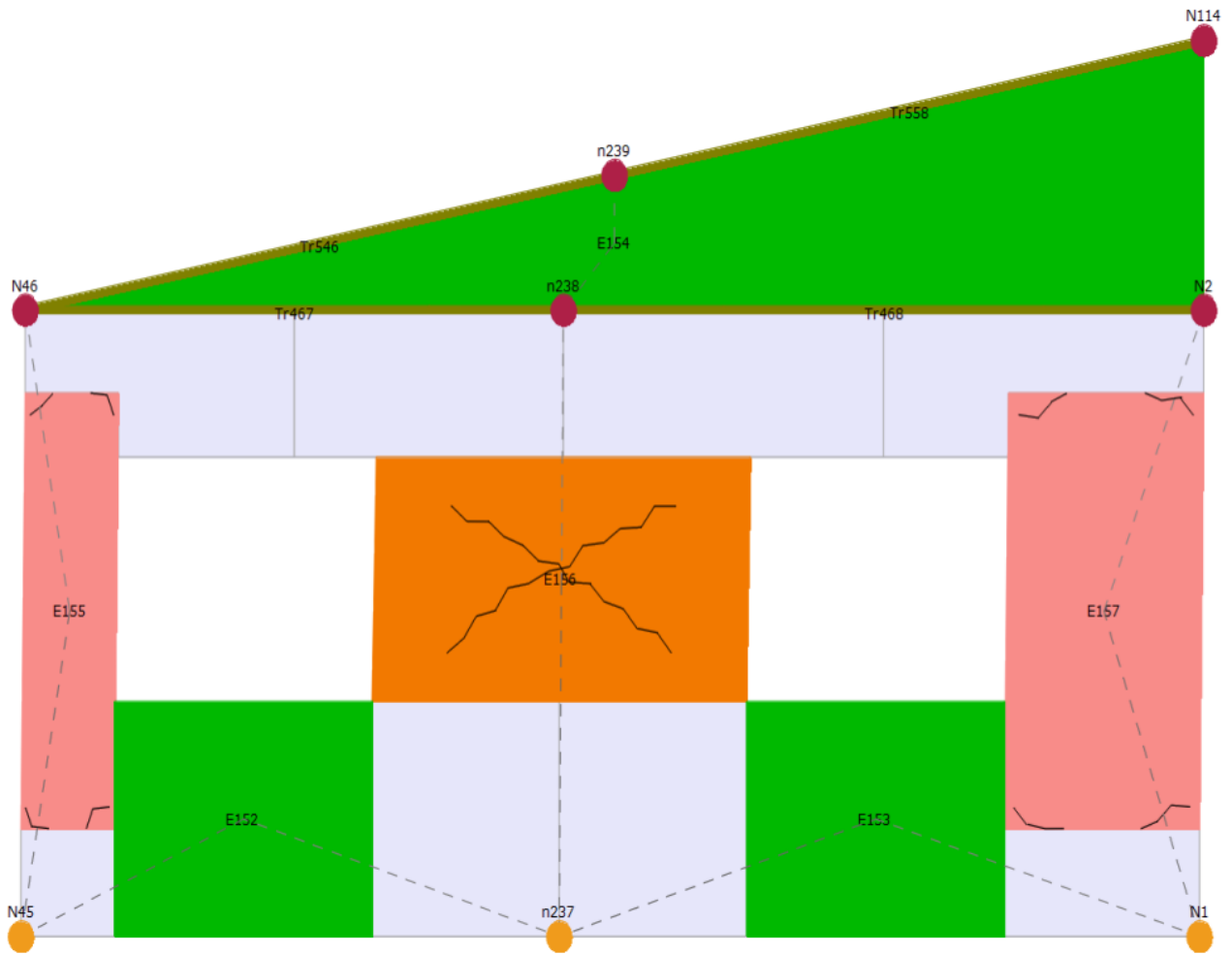
Con PGAc(TR) si intende l'accelerazione di capacità prodotta ricalcolando il TR in modo da ottenere uno spettro sismico che conduce alla condizione corrispondente allo stato limite considerato.

Periodo elastico T\*[s]= 0.136

Massa partecipante m\*/M [%]= 68.419

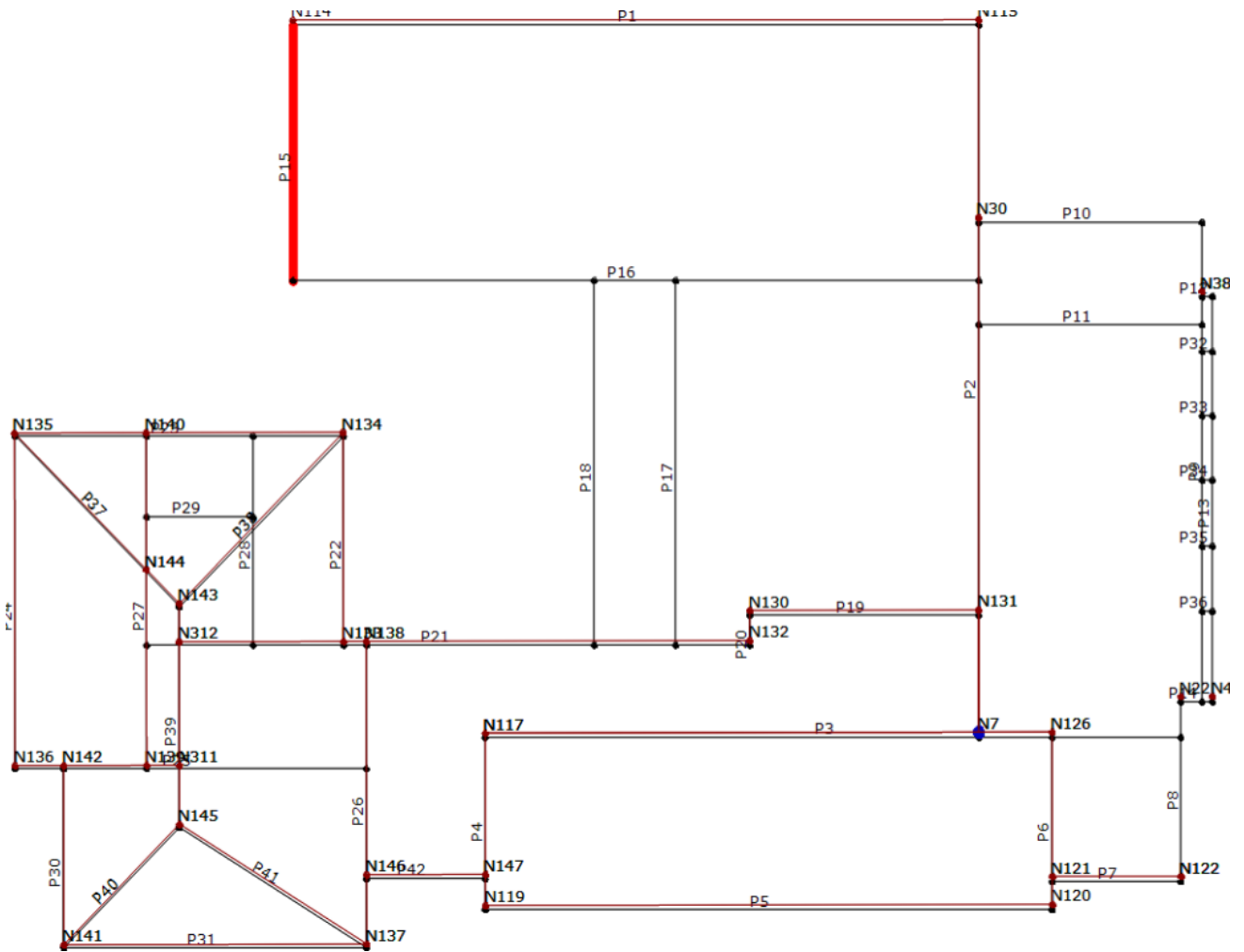
## Analisi sismica n. 5 Direzione Y

### Analisi sismica n. 5 Parete 15 Sottopasso 18

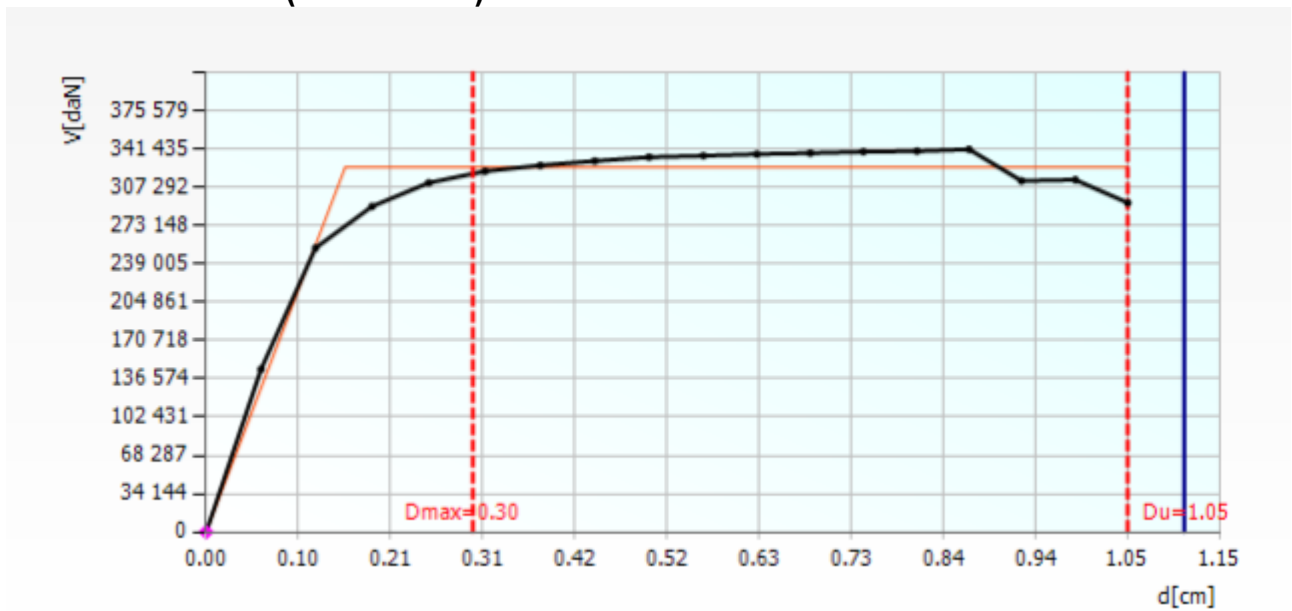


**Deformata Pianta**





Curva Pushover (analisi n. 5)



Vulnerabilità Sismica

TRc

TR=cost

	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	> 2475	1462	> 1.6929	1.4195	1.6952	2.48	0.29	1.1942	3.1664	2.2306
SLV	> 2475	712	> 3.4761	1.1007	1.6952	2.48	0.29	1.5401	2.5416	2.3091
SLD	666	75	8.8800	0.4552	1.0742	2.48	0.29	2.3599	1.0571	2.3224
SLO	225	45	5.0000	0.3659	0.7073	2.51	0.28	1.9330	0.6941	1.8969

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	> 2475	1462	> 1.6929	1.7034	2.0342	2.48	0.29	1.1942	3.7997	2.2306
SLV	> 2475	712	> 3.4761	1.3208	2.0342	2.48	0.29	1.5401	3.0499	2.3091
SLD	666	75	8.8800	0.5462	1.2890	2.48	0.29	2.3599	1.2686	2.3224
SLO	225	45	5.0000	0.4391	0.8488	2.51	0.28	1.9330	0.8329	1.8969

Questa tabella riporta gli indici di vulnerabilità ( $\alpha$ PGA) calcolate con due approcci differenti:

#### $\alpha_{PGA}$ : Ricavato da PGAc

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità prodotta mantenendo uno spettro sismico coincidente con quello del reticolo di riferimento scalando il valore di ag fino al raggiungimento della condizione corrispondente allo stato limite considerato. Tale valore di accelerazione (ag) rappresenta la PGAc.

#### $\alpha_{PGA}(TR)$ : Ricavato da PGAc(TR)

Con PGAc(TR) si intende l'accelerazione di capacità prodotta ricalcolando il TR in modo da ottenere uno spettro sismico che conduce alla condizione corrispondente allo stato limite considerato.

Periodo elastico T\*[s]= 0.140

Massa partecipante m\*/M [%]= 78.448

## Conclusioni

### Analisi sismica n. 16 Direzione X

### Analisi sismica n. 5 Direzione Y

Stato limite	$\alpha$ PGA (TR)	$\alpha$ TR	$\alpha$ PGA (TR)	$\alpha$ TR
SLC	1.1942	> 1.6929	1.1942	> 1.6929

(\* ) Tutti i valori di  $\alpha_{TR}$  sono da ritenersi calcolati come  $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$  (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume  $\zeta_{E\_lim}= 1.000$

La verifica risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [Y] del sisma.

### 10.3 Verifica statica

Le verifiche statiche eseguite sulla struttura in questione nello stato di progetto sono le seguenti:

#### Snellezza della muratura

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.4. del D.M.2018.

Si definisce snellezza di una muratura il rapporto  $h_0/t$  in cui:

$h_0$ : lunghezza libera di inflessione del muro pari a  $\rho \cdot h$ ;

$t$ : spessore del muro.

$h$ : l'altezza interna di piano;

$\rho$ : il fattore laterale di vincolo.

La verifica di snellezza risulta soddisfatta se risulta verificata la seguente:

$$h_0/t < 20$$

#### Eccentricità dei carichi

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risultino verificate le seguenti condizioni:

$$e_1/t \leq 0.33$$

$$e_2/t \leq 0.33$$

in cui:

$t$ : spessore del muro

$$e_1 = |e_s| + |e_a| ; \quad e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

$e_s$ : eccentricità totale dei carichi verticali

$e_a$ :  $h/200$

$e_v$ : eccentricità dovuta al vento  $e_v = M_v / N$

#### Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

$N_d$ : carico verticale agente

$N_r$ : carico verticale resistente;  $N_r = \phi f_d A$

$A$ : area della sezione orizzontale del muro al netto delle aperture;

$f_d$ : resistenza di calcolo della muratura;

$\phi$ : coefficiente di riduzione della resistenza del muro

Queste verifiche sono state eseguite in ogni maschio murario della struttura, nelle tre sezioni principali (inferiore, centrale, superiore).

I valori dello sforzo normale resistente saranno calcolabili solamente se le verifiche di snellezza ed eccentricità dei carichi risultano soddisfatte. Riportiamo nel seguito i dettagli di verifica per le singole pareti.

#### Parete : 1

Maschio	$h_0$ [cm]	$t$ [cm]	$h_0/t$	$e_1/t$ Inferiore	$e_2/t$ Centrale	$e_1/t$ Superiore	Verificato
7(*)	172	25	6.880	0.150	0.086	0.201	Sì
8	394	38	10.368	0.059	0.052	0.067	Sì
9	394	38	10.368	0.067	0.052	0.070	Sì

10	394	38	10.368	0.066	0.052	0.067	Sì
11	394	38	10.368	0.065	0.052	0.066	Sì
12	394	38	10.368	0.068	0.052	0.070	Sì
13	394	38	10.368	0.070	0.052	0.073	Sì
14	394	38	10.368	0.072	0.052	0.087	Sì

	Superiore				Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
7(*)	46 477	0.444	359 801	0.129	55 760	0.666	539 868	0.103	66 765	0.544	440 868	0.151	Sì
8	5 029	0.649	74 640	0.067	7 553	0.694	79 742	0.095	10 076	0.672	77 196	0.131	Sì
9	17 726	0.640	78 348	0.226	19 235	0.694	84 950	0.226	20 743	0.648	79 308	0.262	Sì
10	25 102	0.648	78 075	0.322	26 735	0.694	83 648	0.320	28 368	0.653	78 717	0.360	Sì
11	33 900	0.651	79 376	0.427	35 552	0.694	84 624	0.420	37 204	0.655	79 842	0.466	Sì
12	7 563	0.639	22 484	0.336	8 085	0.694	24 411	0.331	8 608	0.646	22 718	0.379	Sì
13	6 438	0.632	22 224	0.290	6 960	0.694	24 411	0.285	7 482	0.640	22 529	0.332	Sì
14	7 284	0.594	70 805	0.103	9 900	0.694	82 671	0.120	12 516	0.634	75 531	0.166	Sì

**Parete : 2**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
31(*)	150	25	6.000	0.030	0.030	0.030	Sì
32(*)	86	25	3.440	0.075	0.042	0.097	Sì
33(*)	100	25	4.000	0.143	0.082	0.187	Sì
34	392	38	10.316	0.096	0.052	0.104	Sì
35	392	38	10.316	0.109	0.056	0.115	Sì
36	378	38	9.947	0.117	0.059	0.120	Sì
37	394	38	10.368	0.113	0.059	0.121	Sì
38	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì
39	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì
40	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì
41	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì
42	270	25	10.800	0.121	0.069	0.167	Sì
43	270	25	10.800	0.121	0.062	0.126	Sì
44	256	25	10.240	0.112	0.058	0.120	Sì
45	256	25	10.240	0.116	0.061	0.127	Sì
46	256	25	10.240	0.111	0.058	0.121	Sì
47	272	25	10.880	0.103	0.066	0.153	Sì

	Superiore				Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
32(*)	10 566	0.694	201 709	0.052	12 539	0.848	246 414	0.051	14 513	0.745	216 502	0.067	Sì
33(*)	22 562	0.520	304 102	0.074	26 068	0.720	420 863	0.062	30 686	0.604	353 018	0.087	Sì
34	7 275	0.562	14 855	0.490	7 922	0.696	18 407	0.430	8 570	0.577	15 259	0.562	Sì
35	74 287	0.541	139 037	0.534	78 146	0.683	175 615	0.445	82 004	0.552	141 991	0.578	Sì

36	42 325	0.540	51 421	0.823	43 529	0.683	65 088	0.669	44 732	0.547	52 116	0.858	Si
37	34 830	0.528	79 692	0.437	37 097	0.674	101 812	0.364	39 363	0.543	82 012	0.480	Si
38	4 337	0.694	21 156	0.205	5 083	0.694	21 156	0.240	5 830	0.694	21 156	0.276	Si
39	4 859	0.694	21 807	0.223	5 549	0.694	21 807	0.254	6 239	0.694	21 807	0.286	Si
40	5 651	0.694	16 925	0.334	5 951	0.694	16 925	0.352	6 252	0.694	16 925	0.369	Si
41	5 524	0.694	64 119	0.086	7 553	0.694	64 119	0.118	9 582	0.694	64 119	0.149	Si
42	1 265	0.430	12 196	0.104	1 702	0.632	17 936	0.095	2 140	0.518	14 703	0.146	Si
43	19 716	0.507	37 240	0.529	20 441	0.652	47 904	0.427	21 166	0.516	37 938	0.558	Si
44	4 443	0.533	11 848	0.375	4 724	0.679	15 092	0.313	5 004	0.548	12 178	0.411	Si
45	9 630	0.520	32 599	0.295	10 421	0.672	42 082	0.248	11 213	0.541	33 883	0.331	Si
46	10 307	0.532	33 337	0.309	11 099	0.680	42 580	0.261	11 890	0.550	34 450	0.345	Si
47	592	0.454	10 712	0.055	757	0.639	15 080	0.050	1 186	0.548	12 949	0.092	Si

**Parete : 3**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
53(*)	150	25	6.000	0.051	0.030	0.060	Si
54(*)	100	25	4.000	0.020	0.020	0.020	Si
55	392	25	15.680	0.093	0.078	0.098	Si
56	392	25	15.680	0.095	0.078	0.098	Si
57	392	25	15.680	0.092	0.078	0.093	Si
58	392	25	15.680	0.086	0.078	0.087	Si
59	392	25	15.680	0.095	0.078	0.098	Si
60	270	25	10.800	0.070	0.054	0.078	Si
61	270	25	10.800	0.054	0.054	0.054	Si
62	270	25	10.800	0.071	0.067	0.148	Si

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
53(*)	43 586	0.763	627 201	0.069	53 321	0.855	702 703	0.076	63 056	0.792	650 513	0.097	Si
54(*)	12 708	0.914	218 108	0.058	14 594	0.914	218 108	0.067	16 479	0.914	218 108	0.076	Si
55	1 696	0.435	5 511	0.308	2 005	0.476	6 021	0.333	2 315	0.445	5 637	0.411	Si
56	27 179	0.437	53 795	0.505	29 318	0.476	58 593	0.500	31 458	0.442	54 399	0.578	Si
57	35 154	0.445	54 687	0.643	37 288	0.476	58 446	0.638	39 422	0.448	55 056	0.716	Si
58	52 170	0.457	63 951	0.816	54 600	0.476	66 522	0.821	57 029	0.459	64 136	0.889	Si
59	29 023	0.436	48 301	0.601	31 736	0.476	52 719	0.602	34 449	0.442	48 947	0.704	Si
60	4 113	0.605	39 713	0.104	5 124	0.675	44 319	0.116	6 135	0.628	41 231	0.149	Si
61	395	0.675	14 329	0.028	450	0.675	14 329	0.031	660	0.675	14 329	0.046	Si
62	90	0.464	10 308	0.009	106	0.636	14 130	0.007	509	0.626	13 906	0.037	Si

**Parete : 4**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
63	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si
64(*)	150	25	6.000	0.030	0.030	0.030	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
63	17 740	0.476	93 176	0.190	23 926	0.476	93 176	0.257	30 113	0.476	93 176	0.323	Si
64(*)	21 030	0.855	167 461	0.126	23 350	0.855	167 461	0.139	25 669	0.855	167 461	0.153	Si

**Parete : 5**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
73(*)	150	25	6.000	0.129	0.079	0.197	Si
74	392	25	15.680	0.121	0.078	0.136	Si
75	392	25	15.680	0.126	0.078	0.132	Si
76	392	25	15.680	0.126	0.078	0.131	Si
77	392	25	15.680	0.124	0.078	0.129	Si
78	392	25	15.680	0.123	0.078	0.127	Si
79	392	25	15.680	0.123	0.078	0.128	Si
80	392	25	15.680	0.124	0.078	0.130	Si
81	392	25	15.680	0.124	0.078	0.130	Si
82	392	25	15.680	0.118	0.078	0.136	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
73(*)	20 979	0.471	315 427	0.067	27 372	0.704	471 385	0.058	35 306	0.602	403 362	0.088	Si
74	531	0.365	1 466	0.362	623	0.476	1 909	0.326	714	0.393	1 577	0.453	Si
75	2 455	0.373	3 801	0.646	2 600	0.476	4 846	0.536	2 745	0.384	3 908	0.702	Si
76	2 709	0.374	4 039	0.671	2 862	0.476	5 140	0.557	3 016	0.384	4 148	0.727	Si
77	2 763	0.378	3 964	0.697	2 912	0.476	4 993	0.583	3 061	0.387	4 061	0.754	Si
78	6 675	0.382	9 423	0.708	7 026	0.476	11 748	0.598	7 377	0.390	9 638	0.765	Si
79	2 678	0.380	3 985	0.672	2 827	0.476	4 993	0.566	2 977	0.389	4 083	0.729	Si
80	2 210	0.376	3 602	0.614	2 346	0.476	4 552	0.515	2 482	0.387	3 703	0.670	Si
81	2 099	0.376	3 828	0.548	2 244	0.476	4 846	0.463	2 389	0.388	3 948	0.605	Si
82	401	0.366	1 467	0.273	493	0.476	1 909	0.258	585	0.399	1 602	0.365	Si

**Parete : 6**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
83	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si
84(*)	150	25	6.000	0.030	0.030	0.030	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
83	23 417	0.476	93 176	0.251	29 604	0.476	93 176	0.318	35 790	0.476	93 176	0.384	Si
84(*)	13 561	0.855	167 461	0.081	15 881	0.855	167 461	0.095	18 201	0.855	167 461	0.109	Si

**Parete : 7**

Maschio	ho	t	ho/t	e1/t	e2/t	e1/t	Verificato
---------	----	---	------	------	------	------	------------

io	[cm]	[cm]		Inferiore	Centrale	Superiore	
85(*)	150	25	6.000	0.124	0.074	0.188	Sì
86	392	38	10.316	0.112	0.063	0.149	Sì
87	392	38	10.316	0.095	0.053	0.124	Sì

Superiore			Centrale			Inferiore							
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
85(*)	5 372	0.489	74 279	0.072	7 173	0.719	109 255	0.066	8 974	0.611	92 900	0.097	Sì
86	7 020	0.476	36 647	0.192	9 169	0.662	50 956	0.180	11 319	0.547	42 096	0.269	Sì
87	1 900	0.524	11 913	0.160	2 536	0.692	15 746	0.161	3 172	0.579	13 182	0.241	Sì

Parete : 8

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
89	256	25	10.240	0.089	0.055	0.146	Sì
90(*)	150	25	6.000	0.030	0.030	0.030	Sì
91(*)	100	25	4.000	0.128	0.072	0.167	Sì
92	392	38	10.316	0.052	0.052	0.052	Sì
93	378	38	9.947	0.124	0.065	0.137	Sì

Superiore			Centrale			Inferiore							
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
89	1 025	0.484	19 508	0.053	1 618	0.687	27 656	0.058	2 572	0.593	23 895	0.108	Sì
90(*)	996	0.855	140 277	0.007	1 712	0.855	140 277	0.012	3 655	0.855	140 277	0.026	Sì
91(*)	1 741	0.557	22 445	0.078	2 059	0.751	30 242	0.068	2 377	0.632	25 451	0.093	Sì
92	43 845	0.696	153 484	0.286	49 286	0.696	153 484	0.321	54 728	0.696	153 484	0.357	Sì
93	4 850	0.508	8 817	0.550	5 278	0.666	11 563	0.456	5 706	0.533	9 254	0.617	Sì

Parete : 9

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
108	256	25	10.240	0.107	0.057	0.125	Sì
109(*)	100	25	4.000	0.145	0.079	0.173	Sì
110	378	38	9.947	0.145	0.078	0.172	Sì
111	378	38	9.947	0.233	0.122	0.258	Sì
112	378	38	9.947	0.245	0.129	0.274	Sì
113	378	38	9.947	0.250	0.132	0.279	Sì
114	378	38	9.947	0.246	0.129	0.269	Sì
115	378	38	9.947	0.245	0.126	0.261	Sì
116	378	38	9.947	0.248	0.128	0.265	Sì
117	378	38	9.947	0.141	0.077	0.174	Sì

Superiore			Centrale			Inferiore							
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato

108	12 253	0.524	44 192	0.277	14 249	0.682	57 435	0.248	16 245	0.559	47 112	0.345	Si
109(*)	5 965	0.547	46 078	0.129	6 631	0.731	61 570	0.108	7 296	0.600	50 523	0.144	Si
110	9 514	0.440	26 642	0.357	10 853	0.626	37 890	0.286	12 191	0.493	29 825	0.409	Si
111	2 268	0.260	3 166	0.716	2 422	0.536	6 538	0.370	2 576	0.308	3 751	0.687	Si
112	1 961	0.237	2 776	0.706	2 109	0.523	6 136	0.344	2 257	0.283	3 320	0.680	Si
113	2 436	0.229	3 228	0.755	2 614	0.518	7 292	0.358	2 792	0.272	3 822	0.730	Si
114	6 552	0.243	7 363	0.890	6 935	0.524	15 858	0.437	7 317	0.279	8 441	0.867	Si
117	28 495	0.435	101 299	0.281	33 640	0.629	146 277	0.230	38 786	0.500	116 426	0.333	Si

**Parete : 10**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
127(*)	100	25	4.000	0.020	0.020	0.020	Si
128	378	38	9.947	0.118	0.063	0.138	Si
129	378	38	9.947	0.119	0.061	0.127	Si
130	378	38	9.947	0.113	0.059	0.122	Si
131	378	38	9.947	0.143	0.076	0.164	Si
132	378	38	9.947	0.100	0.051	0.106	Si
133	378	38	9.947	0.056	0.050	0.059	Si
134	256	25	10.240	0.051	0.051	0.051	Si
135	256	25	10.240	0.051	0.051	0.051	Si

Maschio	Superiore			Centrale			Inferiore			Verificato			
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd		F	Nr	Nd/Nr
127(*)	8 770	0.914	241 089	0.036	10 854	0.914	241 089	0.045	12 938	0.914	241 089	0.054	Si
128	7 488	0.507	25 195	0.297	8 588	0.671	33 388	0.257	9 687	0.545	27 102	0.357	Si
129	11 187	0.528	24 749	0.452	11 779	0.677	31 745	0.371	12 372	0.542	25 415	0.487	Si
130	5 231	0.538	14 625	0.358	5 575	0.685	18 646	0.299	5 918	0.554	15 062	0.393	Si
131	2 557	0.456	10 472	0.244	2 847	0.632	14 531	0.196	3 138	0.496	11 408	0.275	Si
132	4 057	0.567	11 974	0.339	4 324	0.707	14 927	0.290	4 590	0.580	12 240	0.375	Si
133	1 992	0.685	11 884	0.168	2 375	0.712	12 357	0.192	2 759	0.692	12 016	0.230	Si
134	9 257	0.699	110 957	0.083	12 139	0.699	110 957	0.109	15 020	0.699	110 957	0.135	Si
135	3 617	0.699	28 279	0.128	4 351	0.699	28 279	0.154	5 086	0.699	28 279	0.180	Si

**Parete : 11**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
136	378	25	15.120	0.139	0.078	0.188	Si

Maschio	Superiore			Centrale			Inferiore			Verificato			
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd		F	Nr	Nd/Nr
136	6 644	0.492	32 016	0.208	8 030	0.664	43 251	0.186	9 417	0.543	35 350	0.266	Si

**Parete : 12**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
---------	---------	--------	------	----------------	---------------	----------------	------------



137	256	25	10.240	0.051	0.051	0.051	Sì
138(*)	100	25	4.000	0.020	0.020	0.020	Sì

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
137	2 752	0.699	8 419	0.327	3 038	0.699	8 419	0.361	3 323	0.699	8 419	0.395	Sì
138(*)	1 419	0.914	10 997	0.129	1 514	0.914	10 997	0.138	1 609	0.914	10 997	0.146	Sì

**Parete : 13**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
142(*)	100	25	4.000	0.146	0.084	0.187	Sì
143	256	25	10.240	0.115	0.063	0.142	Sì
144	256	25	10.240	0.115	0.060	0.129	Sì
145	256	25	10.240	0.116	0.059	0.121	Sì
146	256	25	10.240	0.118	0.060	0.121	Sì
147	256	25	10.240	0.123	0.063	0.129	Sì
148	256	25	10.240	0.123	0.063	0.132	Sì

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
142(*)	17 507	0.520	239 333	0.073	19 591	0.714	328 502	0.060	23 225	0.598	275 137	0.084	Sì
143	6 644	0.492	32 016	0.208	8 030	0.664	43 251	0.186	9 417	0.543	35 350	0.266	Sì
144	7 936	0.517	24 657	0.322	8 802	0.672	32 048	0.275	9 669	0.543	25 928	0.373	Sì
145	5 098	0.531	6 788	0.751	5 294	0.675	8 633	0.613	5 491	0.540	6 911	0.795	Sì
147	1 553	0.517	2 525	0.615	1 615	0.665	3 249	0.497	1 676	0.528	2 579	0.650	Sì
148	4 034	0.511	7 280	0.554	4 293	0.663	9 448	0.454	4 552	0.529	7 531	0.604	Sì

**Parete : 14**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
149	378	38	9.947	0.050	0.050	0.050	Sì
150	256	25	10.240	0.051	0.051	0.051	Sì
151(*)	100	25	4.000	0.020	0.020	0.020	Sì

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
149	5 848	0.712	27 219	0.215	7 055	0.712	27 219	0.259	8 263	0.712	27 219	0.304	Sì
150	7 040	0.699	26 012	0.271	7 921	0.699	26 012	0.305	8 802	0.699	26 012	0.338	Sì
151(*)	2 518	0.914	33 978	0.074	2 812	0.914	33 978	0.083	3 105	0.914	33 978	0.091	Sì

**Parete : 15**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
154(*)	86	25	3.440	0.017	0.017	0.017	Sì

155	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì
156	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì
157	394	38	10.368	0.052	0.052	0.052	Sì

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
154(*)	11 650	0.926	268 995	0.043	13 624	0.926	268 995	0.051	15 597	0.926	268 995	0.058	Sì
155	987	0.694	24 248	0.041	1 754	0.694	24 248	0.072	2 521	0.694	24 248	0.104	Sì
156	12 276	0.694	97 318	0.126	14 004	0.694	97 318	0.144	15 733	0.694	97 318	0.162	Sì
157	2 995	0.694	50 774	0.059	4 602	0.694	50 774	0.091	6 209	0.694	50 774	0.122	Sì

Parete : 16

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
166	394	38	10.368	0.188	0.108	0.260	Sì
167	394	38	10.368	0.227	0.120	0.258	Sì
168	394	38	10.368	0.168	0.093	0.208	Sì
169	394	38	10.368	0.168	0.092	0.208	Sì
170	394	38	10.368	0.227	0.121	0.258	Sì
171	394	38	10.368	0.176	0.098	0.222	Sì

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
166	9 324	0.000	n / d	n / d	11 796	0.553	62 216	0.190	14 268	0.395	44 470	0.321	No
167	16 855	0.000	n / d	n / d	18 352	0.529	64 290	0.285	19 849	0.312	37 954	0.523	No
168	14 546	0.351	39 821	0.365	17 034	0.582	65 977	0.258	19 521	0.437	49 462	0.395	Sì
169	15 002	0.353	41 071	0.365	17 556	0.583	67 812	0.259	20 111	0.437	50 895	0.395	Sì
171	13 867	0.323	37 759	0.367	16 432	0.573	66 950	0.245	18 997	0.421	49 182	0.386	Sì

Parete : 19

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
174(*)	150	25	6.000	0.113	0.061	0.136	Sì
175	392	38	10.316	0.073	0.052	0.096	Sì
176	392	38	10.316	0.119	0.062	0.130	Sì
177	392	38	10.316	0.134	0.072	0.158	Sì

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
174(*)	22 947	0.589	159 312	0.144	26 150	0.758	204 893	0.128	29 353	0.634	171 300	0.171	Sì
175	1 802	0.577	24 382	0.074	2 769	0.696	29 390	0.094	3 736	0.632	26 704	0.140	Sì
176	27 316	0.512	78 046	0.350	29 483	0.665	101 327	0.291	31 651	0.533	81 196	0.390	Sì
177	10 270	0.459	30 352	0.338	11 785	0.635	42 021	0.280	13 300	0.505	33 425	0.398	Sì

**Parete : 20**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
178	392	38	10.316	0.052	0.052	0.052	Sì
179(*)	150	25	6.000	0.030	0.030	0.030	Sì

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
178	823	0.696	36 085	0.023	2 288	0.696	36 085	0.063	3 926	0.696	36 085	0.109	Sì
179(*)	2 319	0.855	29 164	0.080	2 723	0.855	29 164	0.093	3 127	0.855	29 164	0.107	Sì

**Parete : 21**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
185(*)	150	25	6.000	0.130	0.080	0.197	Sì
186	392	12	32.667	0.212	0.163	0.224	Sì
187	392	12	32.667	0.214	0.163	0.224	Sì
188	392	25	15.680	0.112	0.078	0.122	Sì
189	392	25	15.680	0.119	0.078	0.126	Sì
190	392	25	15.680	0.095	0.078	0.101	Sì
191	392	25	15.680	0.106	0.078	0.135	Sì
192	392	25	15.680	0.093	0.078	0.114	Sì

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
185(*)	14 720	0.471	226 032	0.065	18 957	0.701	336 544	0.056	24 642	0.601	288 563	0.085	Sì
188	10 886	0.392	24 179	0.450	12 471	0.476	29 370	0.425	14 055	0.410	25 309	0.555	Sì
189	18 690	0.384	34 348	0.544	20 404	0.476	42 586	0.479	22 119	0.398	35 585	0.622	Sì
190	5 210	0.430	18 396	0.283	6 282	0.476	20 339	0.309	7 354	0.443	18 926	0.389	Sì
191	1 131	0.367	8 746	0.129	1 714	0.476	11 344	0.151	2 298	0.421	10 030	0.229	Sì
192	846	0.406	9 674	0.088	1 430	0.476	11 344	0.126	2 013	0.445	10 602	0.190	Sì

**Parete : 22**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
199(*)	150	25	6.000	0.138	0.077	0.175	Sì
200	392	25	15.680	0.129	0.078	0.140	Sì
201	392	25	15.680	0.128	0.078	0.132	Sì
202	392	25	15.680	0.125	0.078	0.129	Sì
203	392	25	15.680	0.122	0.078	0.126	Sì
204	392	25	15.680	0.119	0.078	0.122	Sì
205	392	25	15.680	0.115	0.078	0.119	Sì
206	392	25	15.680	0.107	0.078	0.117	Sì

**Superiore**

**Centrale**

**Inferiore**

Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
---------	----	---	----	-------	----	---	----	-------	----	---	----	-------	------------

199(*)	16 042	0.513	121 874	0.132	18 855	0.710	168 695	0.112	21 669	0.586	139 169	0.156	Si
200	2 090	0.358	3 373	0.620	2 298	0.476	4 479	0.513	2 506	0.377	3 552	0.706	Si
201	1 962	0.397	2 388	0.822	3 042	0.476	3 671	0.829	2 605	0.380	2 928	0.870	Si
202	1 106	0.379	1 169	0.947	1 145	0.476	1 468	0.780	1 184	0.385	1 188	0.997	Si
203	2 919	0.384	3 380	0.864	3 030	0.476	4 185	0.724	3 141	0.391	3 435	0.915	Si
204	1 810	0.390	2 350	0.770	1 886	0.476	2 864	0.659	1 962	0.397	2 388	0.822	Si
205	2 515	0.398	3 745	0.672	2 634	0.476	4 479	0.588	2 753	0.404	3 806	0.723	Si
206	1 277	0.400	4 380	0.291	1 519	0.476	5 213	0.291	1 761	0.420	4 601	0.383	Si

**Parete : 23**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
211(*)	150	25	6.000	0.117	0.069	0.176	Si
212	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si
213	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si
214	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si
215	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si
216	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
211(*)	13 322	0.511	198 404	0.067	17 921	0.733	284 674	0.063	22 521	0.626	243 141	0.093	Si
212	5 341	0.476	25 111	0.213	6 602	0.476	25 111	0.263	7 863	0.476	25 111	0.313	Si
213	3 552	0.476	9 986	0.356	3 891	0.476	9 986	0.390	4 231	0.476	9 986	0.424	Si
214	10 433	0.476	29 223	0.357	11 428	0.476	29 223	0.391	12 422	0.476	29 223	0.425	Si
215	10 018	0.476	28 636	0.350	10 992	0.476	28 636	0.384	11 966	0.476	28 636	0.418	Si
216	5 744	0.476	27 167	0.211	7 108	0.476	27 167	0.262	8 473	0.476	27 167	0.312	Si

**Parete : 24**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
220(*)	150	25	6.000	0.117	0.073	0.197	Si
221	392	25	15.680	0.120	0.078	0.148	Si
222	392	25	15.680	0.128	0.078	0.136	Si
223	392	25	15.680	0.128	0.078	0.137	Si
224	392	25	15.680	0.125	0.078	0.149	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
220(*)	9 389	0.471	177 918	0.053	13 549	0.723	273 046	0.050	18 024	0.626	236 377	0.076	Si
221	3 772	0.343	19 564	0.193	5 069	0.476	27 167	0.187	6 365	0.396	22 594	0.282	Si
222	13 855	0.365	28 973	0.478	14 951	0.476	37 740	0.396	16 047	0.380	30 140	0.532	Si
223	5 618	0.363	11 754	0.478	6 124	0.476	15 419	0.397	6 629	0.379	12 298	0.539	Si
224	8 677	0.342	30 260	0.287	10 845	0.476	42 146	0.257	13 014	0.385	34 136	0.381	Si

**Parete : 25**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
229(*)	150	25	6.000	0.030	0.030	0.030	Sì
230	392	25	15.680	0.117	0.078	0.128	Sì
231	392	25	15.680	0.095	0.078	0.098	Sì
232	392	25	15.680	0.090	0.078	0.093	Sì

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
229(*)	6 559	0.855	133 019	0.049	8 402	0.855	133 019	0.063	10 245	0.855	133 019	0.077	Sì
230	33 948	0.380	74 562	0.455	38 746	0.476	93 249	0.416	43 544	0.401	78 556	0.554	Sì
231	8 661	0.437	14 302	0.606	9 229	0.476	15 566	0.593	9 798	0.441	14 438	0.679	Sì
232	15 922	0.445	47 238	0.337	18 521	0.476	50 516	0.367	21 121	0.452	47 969	0.440	Sì

**Parete : 26**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
233	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Sì
234(*)	150	25	6.000	0.153	0.084	0.186	Sì

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
233	23 095	0.476	96 920	0.238	29 530	0.476	96 920	0.305	35 965	0.476	96 920	0.371	Sì
234(*)	17 913	0.491	100 055	0.179	20 326	0.689	140 329	0.145	22 739	0.556	113 230	0.201	Sì

**Parete : 27**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
237(*)	150	25	6.000	0.162	0.094	0.230	Sì
238	392	25	15.680	0.118	0.078	0.125	Sì
239	392	25	15.680	0.101	0.078	0.104	Sì
240	392	25	15.680	0.083	0.078	0.084	Sì

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	
237(*)	17 130	0.404	152 769	0.112	21 605	0.669	252 580	0.086	26 081	0.540	203 834	0.128	Sì
238	8 688	0.385	13 434	0.647	9 542	0.476	16 594	0.575	10 396	0.400	13 936	0.746	Sì
239	48 061	0.425	74 990	0.641	51 126	0.476	83 951	0.609	54 192	0.430	75 946	0.714	Sì
240	11 086	0.462	44 078	0.251	13 423	0.476	45 422	0.296	15 760	0.465	44 435	0.355	Sì

**Parete : 28**

Maschio	ho	t	ho/t	e1/t	e2/t	e1/t	Verificato
---------	----	---	------	------	------	------	------------

io	[cm]	[cm]		Inferiore	Centrale	Superiore	
243	392	25	15.680	0.093	0.078	0.099	Sì
244	392	25	15.680	0.088	0.078	0.094	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato	
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr		Nd/Nr
243	10 809	0.433	39 800	0.272	13 056	0.476	43 688	0.299	15 304	0.445	40 864	0.375	Sì
244	10 044	0.444	51 017	0.197	12 855	0.476	54 628	0.235	15 666	0.455	52 194	0.300	Sì

**Parete : 29**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
247	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Sì
248	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato	
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr		Nd/Nr
247	6 879	0.476	32 747	0.210	8 564	0.476	32 747	0.262	10 249	0.476	32 747	0.313	Sì
248	2 169	0.476	12 335	0.176	2 804	0.476	12 335	0.227	3 438	0.476	12 335	0.279	Sì

**Parete : 30**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
249	392	25	15.680	0.078	0.078	0.078	Sì
250(*)	150	25	6.000	0.120	0.070	0.169	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato	
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr		Nd/Nr
249	14 552	0.476	96 920	0.150	20 987	0.476	96 920	0.217	27 422	0.476	96 920	0.283	Sì
250(*)	8 873	0.526	107 076	0.083	11 286	0.733	149 222	0.076	13 699	0.620	126 234	0.109	Sì

**Parete : 31**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
255(*)	150	25	6.000	0.102	0.063	0.175	Sì
256	392	25	15.680	0.112	0.078	0.127	Sì
257	392	25	15.680	0.121	0.078	0.126	Sì
258	392	25	15.680	0.124	0.078	0.129	Sì
259	392	25	15.680	0.126	0.078	0.132	Sì
260	392	25	15.680	0.124	0.078	0.138	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato	
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr		Nd/Nr
255(*)	8 298	0.514	183 873	0.045	12 535	0.753	269 431	0.047	16 773	0.655	234 259	0.072	Sì

256	3 927	0.383	13 991	0.281	4 765	0.476	17 402	0.274	5 603	0.410	14 979	0.374	Sì
257	2 265	0.383	3 905	0.580	2 409	0.476	4 846	0.497	2 554	0.394	4 009	0.637	Sì
258	2 378	0.378	3 733	0.637	2 519	0.476	4 699	0.536	2 659	0.388	3 832	0.694	Sì
259	2 497	0.373	3 688	0.677	2 637	0.476	4 699	0.561	2 778	0.383	3 788	0.733	Sì
260	531	0.362	1 283	0.414	613	0.476	1 689	0.363	694	0.388	1 376	0.504	Sì

**Parete : 42**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
261(*)	150	25	6.000	0.139	0.078	0.182	Sì
262	392	38	10.316	0.107	0.058	0.131	Sì
263	392	38	10.316	0.117	0.065	0.151	Sì

Maschio	Superiore			Centrale			Inferiore			Verificato			
	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd		F	Nr	Nd/Nr
261(*)	8 385	0.501	70 309	0.119	10 048	0.706	99 112	0.101	11 712	0.584	82 020	0.143	Sì
262	2 498	0.510	9 813	0.255	3 036	0.676	12 994	0.234	3 573	0.556	10 696	0.334	Sì
263	6 718	0.471	29 631	0.227	8 474	0.655	41 197	0.206	10 231	0.537	33 763	0.303	Sì

(\*) Elementi di copertura

## 10.4 Verifiche presso flessione fuori piano

### Verifiche fuori piano

Nelle vigenti normative tecniche, il capitolo dedicato ai metodi di analisi riporta l'applicabilità dei vari metodi di calcolo:

- Analisi lineare statica
- Analisi dinamica modale
- Analisi statica non lineare
- Analisi dinamica non lineare

Nel caso specifico di analisi statica non lineare non si trova alcun riferimento a procedure per eseguire verifiche fuori piano della muratura, per trovare maggiori informazioni è necessario fare riferimento ai capitoli di analisi lineare statica e analisi dinamica modale che suggeriscono l'utilizzo del metodo di calcolo attualmente impiegato per gli elementi non strutturali.

### Metodo di calcolo

#### Momento sollecitante

Le verifiche fuori piano possono essere eseguite separatamente assumendo  $q_a = 3$ . Più precisamente l'azione sismica ortogonale alla parete può essere rappresentata da una forza orizzontale pari a  $S_a/q_a$  volte il carico verticale.

Per le pareti resistenti al sisma si può assumere per  $S_a$  la seguente espressione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1.5 \cdot (1 - Z/H) - 0.5] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

$\alpha$  : rapporto tra accelerazione massima del terreno  $a_g$  su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità  $g$ ;  
 S: coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;  
 Z: quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione  
 H : altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione;

Si assume quindi una forza orizzontale  $F_h$  definita  $F_h = N \cdot S_a / q_a$  dove N è il peso del maschio murario.

Tale forza deve però essere assunta uniformemente distribuita lungo l'altezza del pannello murario calcolata come  $q_h = F_h / h_e$

Ipotizzando che il pannello murario sia incernierato in corrispondenza dei solai, il momento sollecitante massimo sarà a metà altezza del maschio definito come  $M_{ed} = q_h \cdot h_e^2 / coef$  dove  $h_e$  è l'altezza equivalente di calcolo del maschio pari all'altezza del livello e  $coef=8$ .

### Momento resistente

Per procedere al calcolo del momento ultimo  $M_{Rd}$  è necessario che sia superata la verifica a compressione centrata:

$$N \leq N_{Rd} = 0.85 \cdot f_d \cdot l \cdot t$$

Dove:

fd: resistenza di progetto della muratura

l: lunghezza del pannello murario

t: spessore della muratura

Il momento ultimo sarà calcolato con la seguente formulazione:

$$M_{Rd} = \left( t^2 \cdot l \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

$\sigma_0$  è definita come la tensione media nel maschio

### Verifica

La verifica viene condotta mediante il confronto  $M_{ed} \leq M_{Rd}$ , il corrispondente coefficiente di sicurezza sarà individuato mediante il rapporto  $M_{Rd} / M_{ed}$ . La verifica sarà pertanto da ritenersi superata qualora il coefficiente di sicurezza risulti maggiore di uno.

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità che porterebbe al raggiungimento della condizione limite il maschio in esame.

### Dettaglio verifiche

#### Parete: 1

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
7	34 196	1 032 986	0.33	40 269	413 295	14.57	10.26	Si
8	5 241	146 546	0.24	22 228	96 012	6.13	4.32	Si
9	13 108	156 117	0.24	23 680	228 147	13.68	9.63	Si
10	17 826	153 724	0.24	23 317	299 425	18.23	12.84	Si
11	23 407	155 519	0.24	23 589	377 795	22.73	16.02	Si
12	5 351	44 861	0.24	6 805	89 538	18.68	13.16	Si
13	4 656	44 861	0.24	6 805	79 275	16.54	11.65	Si



14	6 930	151 930	0.24	23 045	125 659	7.74	5.45	Si
----	-------	---------	------	--------	---------	------	------	----

### Parete: 2

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
31	6 268	176 887	0.33	5 188	75 578	20.68	14.57	Si
32	10 271	370 498	0.35	46 698	124 829	3.79	2.67	Si
33	13 618	745 521	0.42	12 368	167 114	19.18	13.51	Si
34	5 270	33 716	0.24	5 114	84 484	23.45	16.52	Si
35	51 927	327 865	0.24	49 730	830 348	23.70	16.70	Si
36	28 718	121 424	0.24	18 418	416 596	32.11	22.62	Si
37	24 693	192 604	0.24	29 214	409 012	19.87	14.00	Si
38	3 350	38 880	0.24	5 897	58 168	14.00	9.86	Si
39	3 672	40 076	0.24	6 079	63 374	14.80	10.43	Si
40	4 017	31 104	0.24	4 718	66 463	20.00	14.09	Si
41	5 328	117 835	0.24	17 873	96 654	7.68	5.41	Si
42	672	36 204	0.35	4 563	8 239	2.56	1.81	Si
43	17 144	93 657	0.35	11 805	175 074	21.05	14.83	Si
44	2 379	28 333	0.35	3 571	27 245	10.83	7.63	Si
45	5 589	79 884	0.35	10 069	64 976	9.16	6.45	Si
46	6 784	79 884	0.35	10 069	77 598	10.94	7.71	Si
47	567	30 104	0.35	3 794	6 959	2.60	1.83	Si

### Parete: 3

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
53	36 915	1 047 743	0.35	132 058	445 183	4.79	3.37	Si
54	10 289	304 387	0.42	5 050	124 266	34.93	24.61	Si
55	1 119	16 134	0.24	2 447	13 015	7.55	5.32	Si
56	17 581	157 014	0.24	23 816	195 151	11.63	8.19	Si
57	24 006	156 620	0.24	23 756	254 081	15.18	10.70	Si
58	35 943	178 264	0.24	27 039	358 702	18.83	13.27	Si
59	21 177	141 273	0.24	21 428	225 029	14.91	10.50	Si
60	3 526	83 721	0.35	10 552	42 217	5.68	4.00	Si
61	535	27 068	0.35	3 412	6 559	2.73	1.92	Si
62	405	28 320	0.35	3 569	4 988	1.98	1.40	Si

### Parete: 4

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
63	14 570	249 687	0.24	37 873	171 500	6.43	4.53	Si
64	13 905	249 687	0.33	7 323	164 129	31.82	22.41	Si

### Parete: 5

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
73	16 921	853 935	0.33	25 045	207 321	11.75	8.28	Si
74	406	5 116	0.24	776	4 667	8.54	6.02	Si
75	1 688	12 986	0.24	1 970	18 360	13.23	9.32	Si
76	1 855	13 773	0.24	2 089	20 063	13.63	9.60	Si
77	1 885	13 380	0.24	2 029	20 244	14.16	9.98	Si

78	4 523	31 481	0.24	4 775	48 414	14.39	10.14	Si
79	1 807	13 380	0.24	2 029	19 536	13.66	9.63	Si
80	1 488	12 199	0.24	1 850	16 332	12.53	8.83	Si
81	1 411	12 986	0.24	1 970	15 718	11.33	7.98	Si
82	307	5 116	0.24	776	3 604	6.59	4.64	Si

**Parete: 6**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
83	19 731	249 687	0.24	37 873	227 142	8.51	6.00	Si
84	11 100	249 687	0.33	7 323	132 577	25.70	18.10	Si

**Parete: 7**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
85	4 805	193 808	0.33	5 684	58 575	14.63	10.30	Si
86	6 080	98 095	0.24	14 879	108 356	10.34	7.28	Si
87	1 745	29 011	0.24	4 400	31 161	10.05	7.08	Si

**Parete: 8**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
89	879	51 354	0.35	6 473	10 794	2.37	1.67	Si
90	1 495	209 155	0.33	6 134	18 552	4.29	3.02	Si
91	1 730	51 354	0.42	852	20 894	34.81	24.52	Si
92	33 723	281 130	0.24	42 642	563 875	18.77	13.22	Si
93	3 578	22 131	0.24	3 357	56 995	24.10	16.98	Si

**Parete: 9**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
108	8 545	107 431	0.35	13 541	98 320	10.31	7.26	Si
109	4 866	107 431	0.42	1 782	58 072	46.25	32.58	Si
110	7 290	77 161	0.24	11 704	125 430	15.21	10.72	Si
111	1 557	15 552	0.24	2 359	26 627	16.02	11.29	Si
112	1 351	14 954	0.24	2 268	23 350	14.61	10.29	Si
113	1 656	17 944	0.24	2 722	28 563	14.90	10.49	Si
114	4 402	38 581	0.24	5 852	74 097	17.97	12.66	Si
115	4 327	27 814	0.24	4 219	69 429	23.36	16.46	Si
116	4 414	29 309	0.24	4 446	71 238	22.75	16.02	Si
117	23 076	296 681	0.24	45 001	404 338	12.75	8.99	Si

**Parete: 10**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
127	8 375	336 458	0.42	5 582	102 078	25.96	18.29	Si
128	5 741	63 404	0.24	9 617	99 204	14.64	10.32	Si
129	8 386	59 815	0.24	9 073	136 993	21.43	15.10	Si
130	4 303	34 693	0.24	5 262	71 614	19.32	13.61	Si
131	2 118	29 309	0.24	4 446	37 340	11.92	8.40	Si
132	3 103	26 917	0.24	4 083	52 156	18.13	12.77	Si

133	1 741	22 131	0.24	3 357	30 482	12.89	9.08	Si
134	8 487	202 269	0.35	25 494	101 634	5.66	3.99	Si
135	3 370	51 551	0.35	6 498	39 371	8.60	6.06	Si

**Parete: 11**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
136	19 521	336 458	0.24	51 034	229 852	6.39	4.50	Si

**Parete: 12**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
137	1 860	15 347	0.35	1 934	20 428	14.99	10.56	Si
138	791	15 347	0.42	255	9 375	52.27	36.82	Si

**Parete: 13**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
142	8 119	586 736	0.42	9 734	100 087	14.60	10.28	Si
143	6 265	83 032	0.35	10 465	72 409	9.82	6.92	Si
144	6 760	60 826	0.35	7 666	75 107	13.91	9.80	Si
145	3 961	16 304	0.35	2 055	37 482	25.89	18.24	Si
146	7 875	24 398	0.35	3 075	66 666	30.77	21.68	Si
147	1 100	6 231	0.35	785	11 326	20.47	14.42	Si
148	2 953	18 167	0.35	2 290	30 909	19.16	13.50	Si

**Parete: 14**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
149	4 801	48 749	0.24	7 394	82 232	15.79	11.12	Si
150	5 977	47 419	0.35	5 977	65 298	15.51	10.93	Si
151	1 528	47 419	0.42	787	18 480	33.35	23.49	Si

**Parete: 15**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
154	8 324	370 498	0.32	3 458	101 714	41.75	29.41	Si
155	919	44 562	0.24	6 759	17 096	3.59	2.53	Si
156	9 934	178 846	0.24	27 127	178 266	9.33	6.57	Si
157	3 200	93 311	0.24	14 153	58 708	5.89	4.15	Si

**Parete: 16**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
166	7 096	143 556	0.24	21 774	128 152	8.35	5.89	Si
167	11 767	154 920	0.24	23 498	206 586	12.48	8.79	Si
168	10 867	144 453	0.24	21 911	190 944	12.37	8.71	Si
169	11 207	148 341	0.24	22 500	196 847	12.42	8.75	Si
170	11 362	150 434	0.24	22 818	199 575	12.42	8.75	Si
171	10 783	148 939	0.24	22 591	190 051	11.94	8.41	Si

**Parete: 19**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
174	20 697	344 722	0.33	10 110	243 180	34.14	24.05	Si
175	1 659	53 833	0.24	8 165	30 542	5.31	3.74	Si
176	19 663	194 398	0.24	29 486	335 811	16.17	11.39	Si
177	7 864	84 339	0.24	12 792	135 481	15.03	10.59	Si

#### Parete: 20

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
178	1 397	66 095	0.24	10 025	25 987	3.68	2.59	Si
179	953	43 484	0.33	1 275	11 651	12.97	9.14	Si

#### Parete: 21

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
185	12 163	611 921	0.33	17 947	149 014	11.79	8.30	Si
186	311	3 022	0.24	458	1 672	5.18	3.65	Si
187	7 815	54 967	0.24	8 337	40 225	6.85	4.82	Si
188	8 036	78 704	0.24	11 938	90 194	10.72	7.56	Si
189	13 134	114 120	0.24	17 310	145 280	11.91	8.39	Si
190	4 043	54 502	0.24	8 267	46 789	8.03	5.66	Si
191	1 117	30 399	0.24	4 611	13 445	4.14	2.92	Si
192	927	30 399	0.24	4 611	11 233	3.46	2.44	Si

#### Parete: 22

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
199	11 067	302 812	0.33	8 881	133 278	21.30	15.01	Si
200	1 480	12 002	0.24	1 821	16 220	12.65	8.91	Si
201	1 965	9 838	0.24	1 492	19 653	18.70	13.17	Si
202	741	3 935	0.24	597	7 520	17.88	12.60	Si
203	1 967	11 215	0.24	1 701	20 272	16.92	11.92	Si
204	1 229	7 674	0.24	1 164	12 898	15.73	11.08	Si
205	1 724	12 002	0.24	1 821	18 454	14.39	10.14	Si
206	1 001	13 970	0.24	2 119	11 616	7.78	5.48	Si

#### Parete: 23

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
211	12 077	495 046	0.33	14 519	147 282	14.40	10.14	Si
212	4 029	67 292	0.24	10 207	47 351	6.59	4.64	Si
213	2 418	26 759	0.24	4 059	27 497	9.62	6.77	Si
214	7 217	78 310	0.24	11 878	81 897	9.79	6.89	Si
215	7 093	76 736	0.24	11 639	80 465	9.81	6.91	Si
216	4 665	72 801	0.24	11 042	54 575	7.02	4.94	Si

#### Parete: 24

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
220	8 248	481 667	0.33	14 127	101 336	10.18	7.17	Si
221	3 341	72 801	0.24	11 042	39 850	5.12	3.61	Si

222	9 466	101 134	0.24	15 340	107 250	9.92	6.99	Si
223	3 801	41 319	0.24	6 267	43 139	9.77	6.88	Si
224	6 622	112 940	0.24	17 131	77 922	6.46	4.55	Si

#### Parete: 25

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
229	5 413	198 333	0.33	5 817	65 811	16.06	11.31	Si
230	24 149	249 884	0.24	37 902	272 688	10.21	7.19	Si
231	5 512	41 713	0.24	6 327	59 795	13.42	9.45	Si
232	11 342	135 370	0.24	20 533	129 891	8.98	6.33	Si

#### Parete: 26

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
233	18 866	259 722	0.24	39 395	218 698	7.88	5.55	Si
234	12 308	259 722	0.33	7 617	146 559	27.31	19.24	Si

#### Parete: 27

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
237	13 398	481 667	0.33	14 127	162 811	16.36	11.53	Si
238	5 855	44 468	0.24	6 745	63 547	13.37	9.42	Si
239	31 452	224 969	0.24	34 123	338 186	14.07	9.91	Si
240	8 365	121 721	0.24	18 463	97 376	7.49	5.27	Si

#### Parete: 28

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
243	7 340	117 072	0.24	17 757	85 999	6.87	4.84	Si
244	7 746	146 389	0.24	22 204	91 699	5.86	4.13	Si

#### Parete: 29

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
247	5 375	87 755	0.24	13 311	63 071	6.73	4.74	Si
248	1 642	33 056	0.24	5 014	19 507	5.52	3.89	Si

#### Parete: 30

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
249	13 858	259 722	0.24	39 395	163 982	5.91	4.16	Si
250	7 536	259 722	0.33	7 617	91 465	17.04	12.01	Si

#### Parete: 31

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
255	8 186	456 088	0.33	13 376	100 488	10.66	7.51	Si
256	3 274	46 632	0.24	7 073	38 052	7.64	5.38	Si
257	1 620	12 986	0.24	1 970	17 724	12.77	9.00	Si
258	1 670	12 593	0.24	1 910	18 109	13.46	9.48	Si
259	1 729	12 593	0.24	1 910	18 648	13.86	9.76	Si

260	398	4 525	0.24	686	4 539	9.39	6.61	Si
-----	-----	-------	------	-----	-------	------	------	----

**Parete: 42**

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s <sup>2</sup> ]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s <sup>2</sup> ]	MRd/Med	Verificato
261	6 142	179 051	0.33	5 251	74 144	20.04	14.12	Si
262	1 947	24 524	0.24	3 720	34 050	12.99	9.15	Si
263	5 428	80 152	0.24	12 157	96 148	11.23	7.91	Si

## 10.5 Verifiche strutture in acciaio

Di seguito si riportano le verifiche delle strutture in acciaio a sostegno del muro in falso

### Pilastrini acciaio

#### Combinazioni di carico

##### Carico Sismico

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione:

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

##### Carico Statico

• *Combinazione S.L.U. fondamentale* - viene adottata per situazioni di progetto persistenti e considera le sole azioni permanenti e variabili, escludendo quelle accidentali o sismiche:

$$\gamma_{G,1} G_{k,1} + \gamma_{G,2} G_{k,2} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• *Combinazione S.L.E. caratteristica (rara)* - impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili:

$$G_{k1} + G_{k2} + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• *Combinazione S.L.E. frequente* - impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{1,i} Q_{k,i}$$

• *Combinazione S.L.E. quasi permanente* - impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

dove:

$G_{k,1}$  = carichi caratteristici strutturali;

$G_{k,2}$  = carichi caratteristici non strutturali;

$Q_{k,i}$  = azioni variabili caratteristiche;

E = azione sismica;

$\gamma_{G,1}$  = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi caratteristici strutturali;

$\gamma_{G,2}$  = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi caratteristici non strutturali;

$\gamma_{Q,i}$  = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi variabili;

$\psi_{j,i}$  = coefficienti di combinazioni relativi all'i-esima azione variabile; i valori dei fattori di combinazione adottati dipendono dal tipo di azione considerata, dalla destinazione d'uso della struttura e dalla situazione di progetto.

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella normativa di riferimento adottata.

## Normativa di riferimento

- Norme Tecniche (NTC 18)
- Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019
- EN 1993-1-1: Eurocodice 3 – parte 1-1
- EN 1993-1-5: Eurocodice 3 – parte 1-5

## Tipo di calcolo

- Statico

## Classificazione delle sezioni

La classificazione delle sezioni trasversali è basata sulla valutazione dell'entità della limitazione della resistenza e della capacità rotazionale  $C_\theta$  delle sezioni trasversali a causa della loro resistenza all'instabilità locale, come indicato nella formulazione della N.T.C. 2018:

$$C_\theta = \theta_r / \theta_y - 1$$

essendo  $\theta_r$  e  $\theta_y$  le rotazioni corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento.

Si definiscono 4 classi di sezioni trasversali in funzione della loro capacità di deformarsi in campo plastico:

- classe 1: se la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico senza subire riduzioni della resistenza, in tal caso queste sezioni presentano  $C_\theta \geq 3$ ;
- classe 2: se la sezione è in grado di sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma con capacità rotazionale limitata, in tal caso queste sezioni presentano  $C_\theta \geq 1.5$ ;



- classe 3: se nella sezione le tensioni calcolate in corrispondenza delle fibre estreme compresse possono raggiungere la tensione di snervamento, ma l'insorgere di fenomeni di instabilità locale impediscono lo sviluppo del momento resistente plastico;
- classe 4: per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso, nel calcolo della resistenza, la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La classe di una sezione composta corrisponde al valore di classe più alto tra quelli dei suoi elementi componenti.

Per i casi più comuni delle forme delle sezioni e delle modalità di sollecitazione, per valutare la classe della sezione si è utilizzata la procedura riportata nelle Tabelle 4.2.III, 4.2.IV e 4.2.V della N.T.C. 2018.

In riferimento a quanto indicato nel paragrafo di riferimento della N.T.C. 2018, la capacità resistente delle sezioni è stata valutata nei confronti delle sollecitazioni di trazione o compressione, flessione, taglio e torsione, determinando anche gli effetti indotti sulla resistenza dalla presenza combinata di più sollecitazioni.

La capacità resistente della sezione di classe 1 e 2 con il metodo plastico (P): si assume la completa plasticizzazione del materiale. Il metodo può applicarsi solo a sezioni di classe 1 e 2.

La capacità resistente della sezione di classe 3 e 4 con il metodo elastico (E): si assume un comportamento elastico lineare del materiale, sino al raggiungimento della condizione di snervamento.

La verifica in campo elastico è comunque ammessa per tutti i tipi di sezione, ma è necessario considerare gli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Nel caso in cui si abbiano elementi con sezioni di classe 4 si fa riferimento alle caratteristiche geometriche "efficaci", ovvero area efficace  $A_{eff}$ , modulo di resistenza efficace  $W_{eff}$ , modulo di inerzia efficace  $J_{eff}$ , valutati seguendo il procedimento indicato in UNI EN 1993-1-5.

Le verifiche che interessano le membrature metalliche possono così essere riassunte:

- Verifiche di resistenza (eseguite per tutti gli elementi strutturali)
  - Verifica a pressoflessione (N-M-V)
  - Verifica a taglio retto ( $V_y$ ,  $V_z$ )
- Verifiche di stabilità (eseguite solo quando ritenute rilevanti per l'elemento strutturale)

- Verifica a instabilità assiale e flessionale (N-M-Inst)
- Verifica a instabilità assiale e flessotorsionale (N-M-LTInst)

Nelle tabelle, per ogni elemento strutturale e per ogni tipologia di verifica, vengono mostrati i risultati del calcolo condotto considerando le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di carico più gravose.

### Verifiche di resistenza

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono determinate secondo le indicazioni del cap. §4.2.4 N.T.C. 2018.

Le azioni caratteristiche devono essere definite in accordo con quanto indicato nei Capitoli 3 e 5 della NTC.

Il valore di progetto dell'effetto di un'azione non deve eccedere la corrispondente resistenza di progetto e, se diversi effetti agiscono simultaneamente, l'effetto combinato non deve eccedere la resistenza per tale combinazione.

I modelli resistenti esposti di seguito per le verifiche di resistenza delle sezioni delle membrature sono contenuti nel paragrafo della N.T.C. 2018.

### Verifica a pressoflessione (N-M-V)

Utilizzando il *Criterio Classico* la verifica a pressoflessione semplice o deviata è condotta con l'equazione indicata nella N.T.C. 2018, che varia in funzione della classe dell'elemento strutturale:

- per le sezioni di classe 1 e 2:

$$\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

- per le sezioni di classe 3:

$$\frac{N_{Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{pl,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$$

- per le sezioni di classe 4:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$$

Nel caso in cui il taglio sollecitante  $V_{Ed}$  sia superiore a metà della resistenza di progetto a taglio  $V_{c,Rd}$ , nelle precedenti formulazioni si utilizza la tensione di snervamento ridotta  $f_y$ :

$$f_y = (1 - \rho) f_{yk}$$

dove:

$$\rho = \left[ \frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right]^2$$

### Verifica a taglio retto ( $V_y$ , $V_z$ )

La verifica di resistenza a taglio retto delle sezioni è determinata secondo le indicazioni del capitolo di riferimento della N.T.C. 2018.

La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

dove  $V_{Ed}$  indica il valore di progetto dell'azione tagliante, mentre  $V_{c,Rd}$  indica la resistenza di progetto a taglio valutata come:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MO}}$$

dove  $A_v$  è l'area resistente a taglio che viene calcolata in funzione della forma della sezione e del piano di applicazione del carico nella sezione seguendo le indicazioni riportate nella normativa.

## **PILASTRO: P 123 (Livello: 1) - Aste 3Muri**

### **Dati generali**

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

### **Pilastro: P 123 (Livello: 1)**

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t ≤ 40mm)	HE B 260

### **Sollecitazioni**

#### **Pilastro: P 123 (Livello: 1)**

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9

## Risultati

### Pilastro: P 123 (Livello: 1)

#### Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,000	0,043	0,043
0	0	0,000	0,000	0,000	0,043	0,043
0	0	0,000	0,000	0,000	0,043	0,043
0	0	0,000	0,000	0,000	0,043	0,043
0	0	0,000	0,000	0,000	0,043	0,043

#### Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 874 179	1 333 434
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 874 179	1 333 434

### PILASTRO: P 108 (Livello: 1) - Aste 3Muri

#### Dati generali

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

### Pilastro: P 108 (Livello: 1)

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t <= 40mm)	HE B 260

## Sollecitazioni

### Pilastro: P 108 (Livello: 1)

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	0	-12 001	-27 984	-380	0	106
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
1	SLU Statica	400	-11 629	-14 254	380	0	-106
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	0	-8 556	-20 288	-277	0	77
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
2	SLE Rara	400	-8 556	-10 339	277	0	-77
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4
3	SLE Frequente	0	-8 208	-19 268	-268	0	73
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
3	SLE Frequente	400	-8 208	-9 831	268	0	-73
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 429	-23 898	-350	0	90
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 429	-12 197	350	0	-90
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	0	-10 330	-23 549	-346	0	89
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
5	SLU permanente	400	-10 330	-12 039	346	0	-89
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	0	-7 566	-17 331	-254	0	65
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9
6	SLE permanente	400	-7 566	-8 862	254	0	-65

## Risultati

### Pilastro: P 108 (Livello: 1)

#### Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,002	0,064	0,064

0	0	0,000	0,000	0,002	0,064	0,064
0	0	0,000	0,002	0,002	0,064	0,064
0	0	0,000	0,000	0,002	0,064	0,064
0	0	0,000	0,000	0,002	0,064	0,064

## Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 869 036	1 326 406
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 869 036	1 326 406

## PILASTRO: P 120 (Livello: 1) - Aste 3Muri

### Dati generali

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

### Pilastro: P 120 (Livello: 1)

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t <= 40mm)	HE B 260

## Sollecitazioni

### Pilastro: P 120 (Livello: 1)

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	0	-12 001	-27 984	-380	0	106
1	SLU Statica	0	-9 033	-13 023	31	0	49
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
1	SLU Statica	400	-11 629	-14 254	380	0	-106
1	SLU Statica	400	-8 661	-6 653	-31	0	-49
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	0	-8 556	-20 288	-277	0	77
2	SLE Rara	0	-6 375	-8 283	22	0	31
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
2	SLE Rara	400	-8 556	-10 339	277	0	-77
2	SLE Rara	400	-6 375	-4 253	-22	0	-31
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4

3	SLE Frequente	0	-8 208	-19 268	-268	0	73
3	SLE Frequente	0	-6 113	-6 372	22	0	24
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
3	SLE Frequente	400	-8 208	-9 831	268	0	-73
3	SLE Frequente	400	-6 113	-3 310	-22	0	-24
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 429	-23 898	-350	0	90
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 770	-2 518	29	0	10
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 429	-12 197	350	0	-90
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 770	-1 437	-29	0	-10
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	0	-10 330	-23 549	-346	0	89
5	SLU permanente	0	-7 729	-2 718	29	0	11
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
5	SLU permanente	400	-10 330	-12 039	346	0	-89
5	SLU permanente	400	-7 729	-1 557	-29	0	-11
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	0	-7 566	-17 331	-254	0	65
6	SLE permanente	0	-5 630	-1 413	21	0	6
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9
6	SLE permanente	400	-7 566	-8 862	254	0	-65
6	SLE permanente	400	-5 630	-856	-21	0	-6

## Risultati

**Pilastro: P 120 (Livello: 1)**

## Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,001	0,047	0,047
0	0	0,000	0,000	0,001	0,047	0,047
0	0	0,000	0,001	0,001	0,047	0,047
0	0	0,000	0,000	0,001	0,047	0,047
0	0	0,000	0,000	0,001	0,047	0,047

## Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809

1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 873 452	1 332 441
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 873 452	1 332 441

## PILASTRO: P 117 (Livello: 1) - Aste 3Muri

### Dati generali

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

### Pilastro: P 117 (Livello: 1)

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t <= 40mm)	HE B 260

### Sollecitazioni

#### Pilastro: P 117 (Livello: 1)

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	0	-12 001	-27 984	-380	0	106
1	SLU Statica	0	-9 033	-13 023	31	0	49
1	SLU Statica	0	-12 594	-15 488	33	0	58
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
1	SLU Statica	400	-11 629	-14 254	380	0	-106
1	SLU Statica	400	-8 661	-6 653	-31	0	-49
1	SLU Statica	400	-12 222	-7 791	-33	0	-58
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	0	-8 556	-20 288	-277	0	77
2	SLE Rara	0	-6 375	-8 283	22	0	31
2	SLE Rara	0	-8 948	-9 638	24	0	36
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
2	SLE Rara	400	-8 556	-10 339	277	0	-77
2	SLE Rara	400	-6 375	-4 253	-22	0	-31
2	SLE Rara	400	-8 948	-4 864	-24	0	-36
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4
3	SLE Frequente	0	-8 208	-19 268	-268	0	73
3	SLE Frequente	0	-6 113	-6 372	22	0	24
3	SLE Frequente	0	-8 598	-7 055	24	0	27
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
3	SLE Frequente	400	-8 208	-9 831	268	0	-73



3	SLE Frequente	400	-6 113	-3 310	-22	0	-24
3	SLE Frequente	400	-8 598	-3 588	-24	0	-27
4	SLU neve- manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve- manutenzione	0	-10 429	-23 898	-350	0	90
4	SLU neve- manutenzione	0	-7 770	-2 518	29	0	10
4	SLU neve- manutenzione	0	-10 970	-1 384	34	0	5
4	SLU neve- manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
4	SLU neve- manutenzione	400	-10 429	-12 197	350	0	-90
4	SLU neve- manutenzione	400	-7 770	-1 437	-29	0	-10
4	SLU neve- manutenzione	400	-10 970	-804	-34	0	-5
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	0	-10 330	-23 549	-346	0	89
5	SLU permanente	0	-7 729	-2 718	29	0	11
5	SLU permanente	0	-10 926	-1 572	35	0	6
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
5	SLU permanente	400	-10 330	-12 039	346	0	-89
5	SLU permanente	400	-7 729	-1 557	-29	0	-11
5	SLU permanente	400	-10 926	-912	-35	0	-6
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	0	-7 566	-17 331	-254	0	65
6	SLE permanente	0	-5 630	-1 413	21	0	6
6	SLE permanente	0	-7 960	-361	25	0	2
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9
6	SLE permanente	400	-7 566	-8 862	254	0	-65
6	SLE permanente	400	-5 630	-856	-21	0	-6
6	SLE permanente	400	-7 960	-278	-25	0	-2

## Risultati

**Pilastro: P 117 (Livello: 1)**

### Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,001	0,065	0,065
0	0	0,000	0,000	0,001	0,065	0,065
0	0	0,000	0,001	0,001	0,065	0,065
0	0	0,000	0,000	0,001	0,065	0,065
0	0	0,000	0,000	0,001	0,065	0,065

## Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 868 154	1 325 200
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 868 154	1 325 200

## PILASTRO: P 114 (Livello: 1) - Aste 3Muri

### Dati generali

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

### Pilastro: P 114 (Livello: 1)

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t <= 40mm)	HE B 260

## Sollecitazioni

### Pilastro: P 114 (Livello: 1)

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	0	-12 001	-27 984	-380	0	106
1	SLU Statica	0	-9 033	-13 023	31	0	49
1	SLU Statica	0	-12 594	-15 488	33	0	58
1	SLU Statica	0	-8 035	-31 981	-183	0	120
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
1	SLU Statica	400	-11 629	-14 254	380	0	-106
1	SLU Statica	400	-8 661	-6 653	-31	0	-49
1	SLU Statica	400	-12 222	-7 791	-33	0	-58
1	SLU Statica	400	-7 663	-15 899	183	0	-120
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	0	-8 556	-20 288	-277	0	77
2	SLE Rara	0	-6 375	-8 283	22	0	31
2	SLE Rara	0	-8 948	-9 638	24	0	36
2	SLE Rara	0	-5 636	-21 657	-133	0	81
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
2	SLE Rara	400	-8 556	-10 339	277	0	-77

2	SLE Rara	400	-6 375	-4 253	-22	0	-31
2	SLE Rara	400	-8 948	-4 864	-24	0	-36
2	SLE Rara	400	-5 636	-10 771	133	0	-81
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4
3	SLE Frequente	0	-8 208	-19 268	-268	0	73
3	SLE Frequente	0	-6 113	-6 372	22	0	24
3	SLE Frequente	0	-8 598	-7 055	24	0	27
3	SLE Frequente	0	-5 398	-18 704	-128	0	70
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
3	SLE Frequente	400	-8 208	-9 831	268	0	-73
3	SLE Frequente	400	-6 113	-3 310	-22	0	-24
3	SLE Frequente	400	-8 598	-3 588	-24	0	-27
3	SLE Frequente	400	-5 398	-9 312	128	0	-70
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 429	-23 898	-350	0	90
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 770	-2 518	29	0	10
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 970	-1 384	34	0	5
4	SLU neve-manutenzione	0	-6 807	-16 627	-167	0	62
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 429	-12 197	350	0	-90
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 770	-1 437	-29	0	-10
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 970	-804	-34	0	-5
4	SLU neve-manutenzione	400	-6 807	-8 291	167	0	-62
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	0	-10 330	-23 549	-346	0	89
5	SLU permanente	0	-7 729	-2 718	29	0	11
5	SLU permanente	0	-10 926	-1 572	35	0	6
5	SLU permanente	0	-6 797	-16 676	-166	0	63
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
5	SLU permanente	400	-10 330	-12 039	346	0	-89
5	SLU permanente	400	-7 729	-1 557	-29	0	-11
5	SLU permanente	400	-10 926	-912	-35	0	-6
5	SLU permanente	400	-6 797	-8 327	166	0	-63
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	0	-7 566	-17 331	-254	0	65
6	SLE permanente	0	-5 630	-1 413	21	0	6

6	SLE permanente	0	-7 960	-361	25	0	2
6	SLE permanente	0	-4 935	-11 454	-121	0	43
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9
6	SLE permanente	400	-7 566	-8 862	254	0	-65
6	SLE permanente	400	-5 630	-856	-21	0	-6
6	SLE permanente	400	-7 960	-278	-25	0	-2
6	SLE permanente	400	-4 935	-5 723	121	0	-43

## Risultati

**Pilastro: P 114 (Livello: 1)**

### Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,002	0,044	0,044
0	0	0,000	0,000	0,002	0,044	0,044
0	0	0,000	0,002	0,002	0,044	0,044
0	0	0,000	0,000	0,002	0,044	0,044
0	0	0,000	0,000	0,002	0,044	0,044

### Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 874 938	1 334 470
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 874 938	1 334 470

## PILASTRO: P 111 (Livello: 1) - Aste 3Muri

### Dati generali

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

**Pilastro: P 111 (Livello: 1)**

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t ≤ 40mm)	HE B 260

### Sollecitazioni

**Pilastro: P 111 (Livello: 1)**

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	0	-12 001	-27 984	-380	0	106
1	SLU Statica	0	-9 033	-13 023	31	0	49
1	SLU Statica	0	-12 594	-15 488	33	0	58
1	SLU Statica	0	-8 035	-31 981	-183	0	120
1	SLU Statica	0	-5 016	-36 967	127	0	138
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
1	SLU Statica	400	-11 629	-14 254	380	0	-106
1	SLU Statica	400	-8 661	-6 653	-31	0	-49
1	SLU Statica	400	-12 222	-7 791	-33	0	-58
1	SLU Statica	400	-7 663	-15 899	183	0	-120
1	SLU Statica	400	-4 644	-18 304	-127	0	-138
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	0	-8 556	-20 288	-277	0	77
2	SLE Rara	0	-6 375	-8 283	22	0	31
2	SLE Rara	0	-8 948	-9 638	24	0	36
2	SLE Rara	0	-5 636	-21 657	-133	0	81
2	SLE Rara	0	-3 474	-25 868	94	0	97
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
2	SLE Rara	400	-8 556	-10 339	277	0	-77
2	SLE Rara	400	-6 375	-4 253	-22	0	-31
2	SLE Rara	400	-8 948	-4 864	-24	0	-36
2	SLE Rara	400	-5 636	-10 771	133	0	-81
2	SLE Rara	400	-3 474	-12 808	-94	0	-97
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4
3	SLE Frequente	0	-8 208	-19 268	-268	0	73
3	SLE Frequente	0	-6 113	-6 372	22	0	24
3	SLE Frequente	0	-8 598	-7 055	24	0	27
3	SLE Frequente	0	-5 398	-18 704	-128	0	70
3	SLE Frequente	0	-3 324	-23 462	92	0	88
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
3	SLE Frequente	400	-8 208	-9 831	268	0	-73
3	SLE Frequente	400	-6 113	-3 310	-22	0	-24
3	SLE Frequente	400	-8 598	-3 588	-24	0	-27
3	SLE Frequente	400	-5 398	-9 312	128	0	-70
3	SLE Frequente	400	-3 324	-11 619	-92	0	-88
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 429	-23 898	-350	0	90
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 770	-2 518	29	0	10
4	SLU neve-	0	-10 970	-1 384	34	0	5

	manutenzione						
4	SLU neve- manutenzione	0	-6 807	-16 627	-167	0	62
4	SLU neve- manutenzione	0	-4 158	-24 692	120	0	92
4	SLU neve- manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
4	SLU neve- manutenzione	400	-10 429	-12 197	350	0	-90
4	SLU neve- manutenzione	400	-7 770	-1 437	-29	0	-10
4	SLU neve- manutenzione	400	-10 970	-804	-34	0	-5
4	SLU neve- manutenzione	400	-6 807	-8 291	167	0	-62
4	SLU neve- manutenzione	400	-4 158	-12 220	-120	0	-92
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	0	-10 330	-23 549	-346	0	89
5	SLU permanente	0	-7 729	-2 718	29	0	11
5	SLU permanente	0	-10 926	-1 572	35	0	6
5	SLU permanente	0	-6 797	-16 676	-166	0	63
5	SLU permanente	0	-4 154	-24 668	120	0	92
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
5	SLU permanente	400	-10 330	-12 039	346	0	-89
5	SLU permanente	400	-7 729	-1 557	-29	0	-11
5	SLU permanente	400	-10 926	-912	-35	0	-6
5	SLU permanente	400	-6 797	-8 327	166	0	-63
5	SLU permanente	400	-4 154	-12 216	-120	0	-92
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	0	-7 566	-17 331	-254	0	65
6	SLE permanente	0	-5 630	-1 413	21	0	6
6	SLE permanente	0	-7 960	-361	25	0	2
6	SLE permanente	0	-4 935	-11 454	-121	0	43
6	SLE permanente	0	-3 023	-17 668	89	0	66
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9
6	SLE permanente	400	-7 566	-8 862	254	0	-65
6	SLE permanente	400	-5 630	-856	-21	0	-6
6	SLE permanente	400	-7 960	-278	-25	0	-2
6	SLE permanente	400	-4 935	-5 723	121	0	-43
6	SLE permanente	400	-3 023	-8 750	-89	0	-66

## Risultati

Pilastro: P 111 (Livello: 1)

Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,003	0,030	0,030
0	0	0,000	0,000	0,003	0,030	0,030
0	0	0,000	0,003	0,003	0,030	0,030
0	0	0,000	0,000	0,003	0,030	0,030
0	0	0,000	0,000	0,003	0,030	0,030

## Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 879 430	1 340 609
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 879 430	1 340 609

## PILASTRO: P 107 (Livello: 1) - Aste 3Muri

### Dati generali

Tipo di struttura	Nuovo
Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	A

### Pilastro: P 107 (Livello: 1)

Altezza [cm]	Acciaio	Profilo
400	S 235 (t <= 40mm)	HE B 260

## Sollecitazioni

### Pilastro: P 107 (Livello: 1)

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
1	SLU Statica	0	-8 545	-4 123	-272	0	16
1	SLU Statica	0	-12 001	-27 984	-380	0	106
1	SLU Statica	0	-9 033	-13 023	31	0	49
1	SLU Statica	0	-12 594	-15 488	33	0	58
1	SLU Statica	0	-8 035	-31 981	-183	0	120
1	SLU Statica	0	-5 016	-36 967	127	0	138
1	SLU Statica	0	-11 600	-8 112	129	0	30
1	SLU Statica	400	-8 173	-2 334	272	0	-16
1	SLU Statica	400	-11 629	-14 254	380	0	-106
1	SLU Statica	400	-8 661	-6 653	-31	0	-49
1	SLU Statica	400	-12 222	-7 791	-33	0	-58

1	SLU Statica	400	-7 663	-15 899	183	0	-120
1	SLU Statica	400	-4 644	-18 304	-127	0	-138
1	SLU Statica	400	-11 228	-3 970	-129	0	-30
2	SLE Rara	0	-6 023	-2 108	-198	0	8
2	SLE Rara	0	-8 556	-20 288	-277	0	77
2	SLE Rara	0	-6 375	-8 283	22	0	31
2	SLE Rara	0	-8 948	-9 638	24	0	36
2	SLE Rara	0	-5 636	-21 657	-133	0	81
2	SLE Rara	0	-3 474	-25 868	94	0	97
2	SLE Rara	0	-8 227	-5 727	93	0	21
2	SLE Rara	400	-6 023	-1 260	198	0	-8
2	SLE Rara	400	-8 556	-10 339	277	0	-77
2	SLE Rara	400	-6 375	-4 253	-22	0	-31
2	SLE Rara	400	-8 948	-4 864	-24	0	-36
2	SLE Rara	400	-5 636	-10 771	133	0	-81
2	SLE Rara	400	-3 474	-12 808	-94	0	-97
2	SLE Rara	400	-8 227	-2 802	-93	0	-21
3	SLE Frequente	0	-5 770	-823	-192	0	4
3	SLE Frequente	0	-8 208	-19 268	-268	0	73
3	SLE Frequente	0	-6 113	-6 372	22	0	24
3	SLE Frequente	0	-8 598	-7 055	24	0	27
3	SLE Frequente	0	-5 398	-18 704	-128	0	70
3	SLE Frequente	0	-3 324	-23 462	92	0	88
3	SLE Frequente	0	-7 966	-4 778	90	0	18
3	SLE Frequente	400	-5 770	-626	192	0	-4
3	SLE Frequente	400	-8 208	-9 831	268	0	-73
3	SLE Frequente	400	-6 113	-3 310	-22	0	-24
3	SLE Frequente	400	-8 598	-3 588	-24	0	-27
3	SLE Frequente	400	-5 398	-9 312	128	0	-70
3	SLE Frequente	400	-3 324	-11 619	-92	0	-88
3	SLE Frequente	400	-7 966	-2 334	-90	0	-18
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 330	3 288	-254	0	-12
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 429	-23 898	-350	0	90
4	SLU neve-manutenzione	0	-7 770	-2 518	29	0	10
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 970	-1 384	34	0	5
4	SLU neve-manutenzione	0	-6 807	-16 627	-167	0	62
4	SLU neve-manutenzione	0	-4 158	-24 692	120	0	92
4	SLU neve-manutenzione	0	-10 328	-2 830	118	0	10



4	SLU neve-manutenzione	400	-7 330	1 356	254	0	12
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 429	-12 197	350	0	-90
4	SLU neve-manutenzione	400	-7 770	-1 437	-29	0	-10
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 970	-804	-34	0	-5
4	SLU neve-manutenzione	400	-6 807	-8 291	167	0	-62
4	SLU neve-manutenzione	400	-4 158	-12 220	-120	0	-92
4	SLU neve-manutenzione	400	-10 328	-1 346	-118	0	-10
5	SLU permanente	0	-7 279	3 045	-251	0	-11
5	SLU permanente	0	-10 330	-23 549	-346	0	89
5	SLU permanente	0	-7 729	-2 718	29	0	11
5	SLU permanente	0	-10 926	-1 572	35	0	6
5	SLU permanente	0	-6 797	-16 676	-166	0	63
5	SLU permanente	0	-4 154	-24 668	120	0	92
5	SLU permanente	0	-10 340	-2 827	119	0	10
5	SLU permanente	400	-7 279	1 214	251	0	11
5	SLU permanente	400	-10 330	-12 039	346	0	-89
5	SLU permanente	400	-7 729	-1 557	-29	0	-11
5	SLU permanente	400	-10 926	-912	-35	0	-6
5	SLU permanente	400	-6 797	-8 327	166	0	-63
5	SLU permanente	400	-4 154	-12 216	-120	0	-92
5	SLU permanente	400	-10 340	-1 350	-119	0	-10
6	SLE permanente	0	-5 303	2 670	-184	0	-9
6	SLE permanente	0	-7 566	-17 331	-254	0	65
6	SLE permanente	0	-5 630	-1 413	21	0	6
6	SLE permanente	0	-7 960	-361	25	0	2
6	SLE permanente	0	-4 935	-11 454	-121	0	43
6	SLE permanente	0	-3 023	-17 668	89	0	66
6	SLE permanente	0	-7 512	-2 204	86	0	8
6	SLE permanente	400	-5 303	1 105	184	0	9
6	SLE permanente	400	-7 566	-8 862	254	0	-65
6	SLE permanente	400	-5 630	-856	-21	0	-6
6	SLE permanente	400	-7 960	-278	-25	0	-2
6	SLE permanente	400	-4 935	-5 723	121	0	-43
6	SLE permanente	400	-3 023	-8 750	-89	0	-66
6	SLE permanente	400	-7 512	-1 056	-86	0	-8

## Risultati

Pilastro: P 107 (Livello: 1)

## Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
0	0	0,000	0,000	0,001	0,059	0,059
0	0	0,000	0,000	0,001	0,059	0,059
0	0	0,000	0,001	0,001	0,059	0,059
0	0	0,000	0,000	0,001	0,059	0,059
0	0	0,000	0,000	0,001	0,059	0,059

## Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	265 090	117 587	48 578	2 886 894	1 350 809
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 869 633	1 327 221
1	0	1	200 660	117 587	48 578	2 869 633	1 327 221

## 11. Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

Il programma utilizzato per l'analisi della struttura è 3Muri della S.T.A. DATA srl, Corso Raffaello, 12 – 10126 Torino

L'affidabilità dei codici utilizzati è garantita da:

- esistenza di una documentazione esauriente sulle premesse teoriche, sulla impostazione generale e sui limiti di applicabilità del codice;
- esistenza di controlli e riscontri con soluzioni note o con risultati ottenuti con procedimenti indipendenti;
- presenza nel codice di un'autodiagnostica atta a segnalare eventuali incompatibilità nei dati e difficoltà numeriche in fase di elaborazione;
- capacità del codice di fornire sintetiche rappresentazioni dei risultati salienti, anche intermedi, per consentire un rapido controllo dei dati di uscita.

Gli elementi necessari perché il progettista effettui la valutazione di cui sopra sono forniti dal distributore del programma.

Per quanto riguarda la verifica di alcuni elementi si sono utilizzati dei fogli di calcolo di comprovata affidabilità

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: <a href="http://www.stadata.com">http://www.stadata.com</a> e.mail: <a href="mailto:info@stadata.com">info@stadata.com</a>
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.9.0.1
Numero Licenza:	(6563) SAPE S.A.S. DI ING. GANDOLFI ENRICO & C.

## **12. Fondazioni**

In considerazione della conformazione del terreno di fondazione, della tipologia d'intervento e dell'entità dei carichi trasmessi sostanzialmente paragonabili a quelli esistenti e alla mancanza di cedimenti in fondazione, non si ritiene necessaria la verifica analitica delle fondazioni.

### 13. Relazioni sui materiali

#### Calcestruzzo

Specifiche calcestruzzo

Per quanto riguarda le procedure di realizzazione si fa riferimento a UNI ENV 13670-1:2001 e Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive - Febbraio 2008 oltre a quanto prescritto dal DM 14-1-2010 Norme Tecniche per le Costruzioni e Circolare esplicativa.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori ed è dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4, eseguite a 28 giorni di maturazione.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

Classe di resistenza

Il calcestruzzo è classificato in classi di resistenza in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica  $R_{ck}$  oppure  $f_{ck}$ .

Le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004, che sono state recepite dal D.M. 14 gennaio 2008, attualmente in vigore e pertanto sono divenute cogenti anche dal punto di vista legale per tutte le opere in c.a., e c.a.p. regolamentate dalla Legge n. 1086/1971.

Per le strutture in progetto sono previste la seguente classe: C25/30

Classe di consistenza

La consistenza deve essere determinata mediante le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004, effettuando le seguenti prove dai cui risultati sarà controllata la classe di consistenza del calcestruzzo che nel progetto è richiesta come S4

La misura della lavorabilità deve essere condotta dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo.

- Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:
- S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
- S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
- S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
- S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
- S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump)  $\geq 220$  mm.

Classi di consistenza mediante la misura dello spandimento

- F1 - diametro spandimento:  $\leq 340$  mm
- F2 - diametro spandimento: da 350 a 410 mm
- F3 - diametro spandimento: da 420 a 480 mm
- F4 - diametro spandimento: da 490 a 550 mm
- F5 - diametro spandimento: da 560 a 620 mm
- F6 - diametro spandimento:  $\geq 630$  mm

Diametro massimo degli aggregati

Per le opere in cls. del presente progetto è richiesta un  $D_{max}$  pari a:  $\leq 30$  mm

Classe di esposizione ambientale

Per il presente progetto sono previste le seguenti classi di esposizione ambientale: XC2

- Assenza di rischio di corrosione dell'armatura - X0; minima classe di resistenza: C12/15
- Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:
- XC1 - asciutto o permanentemente bagnato:  $a/c_{max} = 0,60$  (0,65); dosaggio minimo di cemento ( $kg/m^3$ ) = 300 (260); minima classe di resistenza: C25/30 (C20/25)

- XC2 - bagnato, raramente asciutto:  $a/c_{max} = 0,60$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 300 (280); minima classe di resistenza: C25/30
- XC3 - umidità moderata:  $a/c_{max} = 0,55$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 320 (280); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- XC4 - ciclicamente asciutto e bagnato:  $a/c_{max} = 0,50$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:
- XD1 - umidità moderata:  $a/c_{max} = 0,55$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- XD2 - bagnato, raramente asciutto:  $a/c_{max} = 0,50$  (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C32/40)
- XD3 - ciclicamente bagnato e asciutto:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45
- Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare:
- XS1 - esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare:  $a/c_{max} = 0,45$ (0,50); dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XS2 - permanentemente sommerso:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45
- XS3 - zone esposte agli spruzzi o alla marea:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360(340); minima classe di resistenza: C35/45
- Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti:
- XF1 - moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante:  $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 320(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XF2 - moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante:  $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340(300); minima classe di resistenza: C25/30
- XF3 - elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante:  $a/c_{max} = 0,50$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340(320); minima classe di resistenza: C25/30(C30/37)
- XF4 - elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360(340); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- Attacco chimico da parte di acque del terreno e acque fluenti (p.to 4.1 prospetto 2 UNI EN 206-1):
- XA1 - ambiente chimicamente debolmente aggressivo:  $a/c_{max} = 0,55$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- XA2 - ambiente chimicamente moderatamente aggressivo:  $a/c_{max} = 0,50$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340(320); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XA3 - ambiente chimicamente fortemente aggressivo:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360; minima classe di resistenza: C35/45.

I valori riportati in parantesi sono riferiti alla EN 206 la cui versione italiana è la UNI EN 206.

Le classi di resistenza minime (N/mm<sup>2</sup>) sono espresse con due valori, riferiti il primo a provini cilindrici di diametro 150 mm ed altezza 300 mm (fck) e il secondo a provini cubici di spigolo pari a 150 mm (Rck).

In letteratura, la classe di esposizione ambientale viene indicata con Dck, in analogia alla classe di resistenza che viene comunemente indicata con Rck.

### **Controlli di qualità del calcestruzzo**

Per il controllo di qualità del calcestruzzo sono previsti i seguenti controlli:

- Controllo di accettazione (prelievi)
- Prove complementari (se ritenute necessarie dalla D.L.)

### Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare

I controlli sanciti dalla Legge n.1086/71, poi ripresi nel DPR380/01, sono descritti nel § 11.2.5 delle NTC.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tab. 11.2.I seguente:

**Tabella 11.2.I**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_1$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

### Controlli di tipo A

Minimo 6 provini = 3 prelievi per quantitativo di miscela omogenea < 300 m<sup>3</sup>

1 prelievo (2 provini) ogni 100 m<sup>3</sup>

1 prelievo/giorno minimo se il quantitativo di miscela omogenea è > 100 m<sup>3</sup>

### Controlli di tipo B

Obbligatorio per volumi > 1500 m<sup>3</sup>

min. 15 prelievi (30 provini) e almeno 1/giorno

Prelievi per controlli di accettazione

Il Prelievo in fase di getto ed alla presenza della D.L. consiste in due provini.

La Resistenza di prelievo è determinata dal valore medio dei due provini.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

### Certificati di prelievo

Prescrizioni per il D.L.

- redigere apposito Verbale di prelievo;
- fornire indicazioni circa le modalità di prelievo;
- fornire indicazioni circa le modalità di conservazione dei campioni in cantiere;
- identificare i provini mediante sigle, etichettature indelebili;
- sottoscrivere la domanda di prove al laboratorio e indica la posizione, la data, gli estremi dei Verbali di prelievo;
- consegna i campioni presso uno dei laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Se i campioni sono < 6 il laboratorio lo indica sul certificato di prova.

#### Laboratori di prova

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

#### Certificati di accettazione

I prelievi saranno inviati ad un Laboratorio di prova ufficiale che rilascerà certificati di prova.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel successivo § 11.2.6.

Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

#### Controllo della resistenza del cls in opera

Nel caso di non soddisfacimento dei criteri di accettazione si procede alla stima della resistenza caratteristica in opera e confronto con valore caratteristico di progetto.

- minimo 15 provini con rapporto h/d =2;
- $f_{opera,k} = f_{opera,m} - s*k$  ( $f_{opera,m}$  = valore medio delle prove, s = scarto quadratico medio, k =1,48);
- $f_{opera,k} \geq 0,85 f_{ck}$

#### AVVERTENZE

- D carote > dimensione max aggregato e > 10 cm
- no presenza di ferri e minimo 3 carote per area di prova
- lunghezza/diametro  $\geq 1$  e  $\leq 2$  ottimale = 2
- accurata conservazione dei provini (umidi)
- rettifica dei provini (piani paralleli)

#### Prove complementari

Le prove complementari, a discrezione della D.L. simili al controllo di accettazione, ma non sostitutive per situazioni particolari (precompressione, elevata temperatura, ecc.).

Nel caso si intenda effettuare una campagna di prove si utilizza la stessa procedura delle prove di accettazione.

#### Prescrizioni per cls con processo di industrializzazione

Compito D.L. è la verifica se il fornitore è certificato e ricevere, prima della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo, rifiutare forniture da impianti non conformi ed effettuare comunque le prove di accettazione.

In particolare deve esaminare, prima dell'inizio della fornitura, "evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato in 11.2.3."

#### Componenti del cls

##### Leganti

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno



specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

**Aggregati**

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente Tab. 11.2.II.

**Tabella 11.2.I**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $R_m$ = resistenza media dei prelievi ( $N/mm^2$ ); $R_1$ = minore valore di resistenza dei prelievi ( $N/mm^2$ ); $s$ = scarto quadratico medio.	

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella 11.2.III**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	$\leq C30/37$	$\leq 30$ %
	$\leq C20/25$	Fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi $> C45/55$	$\leq C45/55$	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Nelle

prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità

ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta. Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

**Tabella 11.2.IV – Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck $\geq$ C50/60)

II

progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

**Aggiunte**

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 2061:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

**Additivi**

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

**Acqua di impasto**

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

**Miscele confezionate di componenti per calcestruzzo**

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele confezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

## **Acciaio**

**Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ogni prodotto qualificato deve essere riconoscibile con marchiatura indelebile (se possibile per ogni pezzo):

- Azienda produttrice;
- Stabilimento di produzione;
- Tipo di acciaio;
- Lotto di produzione;
- Data di produzione;
- Saldabilità.

Se il prodotto non è riconoscibile non è impiegabile.

**Controlli di qualità acciaio**

Le norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione (30-120 t);
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture (max 90 t);
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione (max 30 t).

#### Forniture in cantiere

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione:

- Organizzazione;
- Procedimenti di lavorazione;
- Massime dimensione elementi utilizzati;
- Certificazione del Sistema Qualità;
- Logo e Marchio che identifica il Centro di Trasformazione.

Ogni fornitura in cantiere effettuata di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

#### Acciaio per cemento armato

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

#### Specifiche acciaio

Prima della fornitura in cantiere gli elementi in acciaio possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre sono caratterizzate dal diametro Ø della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Per il presente progetto si utilizza acciaio tipo B450C

#### B450C

Per le strutture in c.a. è previsto acciaio per cemento armato tipo B450C, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

$f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_t\ nom$	540 N/mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_t\ nom$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

[embi

### m2.bmp]

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro  $\phi$  compreso tra 6 e 40 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\phi=16\ mm$  per B450C.

B450A

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ic.

Tabella 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_t\ nom$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 2,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10\ mm$	4 $\phi$	

[embi

### m3.bmp]

Per gli acciai B450A il diametro  $\phi$  delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\phi=10\ mm$  per B450A.

Altri tipi di acciaio

### Acciai inossidabili

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai B450C, con l'avvertenza di sostituire al termine  $f_t$  della Tab. 11.3.Ia, il termine  $f_7\%$ , ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento  $A_{gt}=7\%$ . La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

### Acciai zincati

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

### Accertamento delle proprietà

#### Accertamento proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f_{(0,2)}$ .

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

## **Procedure di controllo**

### Barre e Rotoli

#### Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Tabella 11.3.VI – Valori di accettazione

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

[embi

#### m4.bmp]

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;

- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### Reti e Tralici

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi.

#### Acciaio per cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.3.5.

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;

Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;

Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali.

Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature, vale quanto indicato al § 11.3.1.4.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5. Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; non sono ammesse saldature durante l'operazione di cordatura.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

#### Specifiche acciaio

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella successiva Tab. 11.3.VII:

Tabella 11.3.VII

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura ..... $f_{pk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥1000	≥1570	≥1860	≥1820	≥1900
Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua ..... $f_{p(0,1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	-----	≥1420	-----	-----	-----
Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale ..... $f_{p(1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	-----	-----	≥1670	≥1620	≥1700
Tensione caratteristiche di snervamento $f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥800	-----	-----	-----	-----
Allungamento sotto carico massimo $A_g$	≥3,5	≥3,5	≥3,5	≥3,5	≥3,5

[embim5.bmp]

Per il modulo di elasticità si farà riferimento al catalogo del fornitore.

Le grandezze qui di seguito elencate: Ø, A, fptk, fp(0,1)k, fpyk, fp(1)k, Agt, Ep, l, N, a(180°), L e r devono formare oggetto di garanzia da parte del produttore ed i corrispondenti valori garantiti figurare nel catalogo del produttore stesso.

Procedure di controllo

Modalità di prelievo

I saggi destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori. Effettuato un prelievo di 3 saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 30 t, ed appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, i corrispondenti valori minimi di fpt, fpy, fp(1), fp(0,1).

Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a 10, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, i corrispondenti valori medi gmn e le deviazioni standard sn di fpt, fpy, fp(1), fp(0,1).

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura fpt;
- per le grandezze fpy, fp(1), fp(0,1);
- i valori del modulo di elasticità longitudinale Ep sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del ±5%.

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni relative ai controlli in stabilimento, si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.



L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

In tal caso il Direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo che al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei lavori che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio, si fa riferimento a quanto riportato precedentemente, fatta eccezione per il marchio di qualificazione, normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del richiedente.

Il Direttore dei lavori curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti, che il suddetto Centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni sopraesposte.

Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

Identificazione e qualificazione

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto.

Specifiche Acciaio

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale  $G = E/[2(1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$  (per temperature fino a  $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ )
- densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

**Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

**Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

**embim6.bmp]**

Per gli acciai Non marcati CE ma qualificato con NTC08, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e rottura  $f_{tk}$  riportati nella seguente tabella C11.1. Tali acciai potranno essere impiegati nella gamma di spessori da 0,6 a 15 mm compresi.

**Tabella C11.1**

Tipo di acciaio	Norma di riferimento	Qualità degli acciai	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Nastri e lamiera di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.	UNI EN 10326	S250GD+Z	250	330
		S280GD+Z	280	360
		S320GD+Z	320	390
		S350GD+Z	350	420
Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica.	UNI EN 10149-2	S 315 MC	315	390
		S 355 MC	355	430
		S 420 MC	420	480
		S 460 MC	460	520
Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai normalizzati o laminati normalizzati.	UNI EN 10149-3	S 260 NC	260	370
		S 315 NC	315	430
		S 355 NC	355	470
		S 420 NC	420	530

[em

**bim7.bmp]**

I raggi interni di piegatura dei profilati formati a freddo e delle lamiera grecate devono rispettare le seguenti limitazioni:

Acciai S235 - S275

$t < 8 \text{ mm } r/t > 1$

$8 \text{ mm} < t < 15 \text{ mm } r/t > 1,5.$

Acciai S 355 - S 469

$t < 4 \text{ mm } r/t > 1$

$4 \text{ mm} < t < 15 \text{ mm } r/t > 1,5.$

Per il progetto si utilizzano le seguenti tipologie di acciaio: S235

Acciai Laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani

- lamiera e piatti
- nastri

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo Prodotti derivati
- travi saldate (ricavate da lamiera o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiera grecate (ricavate da nastri a caldo)

Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293:2006.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

Acciaio per strutture saldate

Gli acciai per strutture saldate devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili (vedere norme in Identificazione e qualificazione).

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. 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 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, 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 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

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 14555:2001; 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 1011:2005 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 9692-1:2005.

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 5817:2004 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 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella Tab. 11.3.II dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (11.3.12)$$

[embim8.bmp]

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

**Tabella 11.3.II – Massimo contenuto di elementi chimici in %**

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

[e

**mbim9.bmp]**

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C<sub>eq</sub> venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella 11.3.XI**

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
<b>Riferimento</b>				
<b>Materiale Base: Spessore minimo delle membrature</b>	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
<b>Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006</b>	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
<b>Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996</b>	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

[

**embim10.bmp]**

Bulloni e chiodi

Gli elementi di collegamento impiegati nelle unioni a taglio devono soddisfare i requisiti di cui alla norma armonizzata UNI EN 15048-1:2007 "Bulloneria strutturale non a serraggio controllato" e recare la relativa marcatura CE.

Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

**Tabella 11.3.XII.a**

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

[em

**bim11.bmp]**

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XII.a sono riportate nella seguente tabella 11.3.XII.b:

**Tabella 11.3.XII.b**

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

[embi

**m12.bmp]**

Per il progetto si utilizzano bulloni di classe: \_\_\_\_\_

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tab. 11.3.XIII Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XIII.

**Tabella 11.3.XIII**

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	

[embi

**m13.bmp]**

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE.

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.

Connettori a piolo

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0 = 5,65 \sqrt{A_0}$ , dove  $A_0$  è l'area della sezione trasversale del saggio) = 12;
- rapporto  $f_t / f_y = 1,2$ .

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

C = 0,18%, Mn = 0,9%, S = 0,04%, P = 0,05%.

## Acciai inossidabili

E' consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

## Acciaio da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} = 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

## Centri di trasformazione

Si definiscono Centri di trasformazione, nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica, i centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo, i centri di prelaborazione di componenti strutturali, le officine di produzione di carpenterie metalliche, le officine di produzione di elementi strutturali di serie e le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Il Centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti esposti.

## Procedure di controllo su acciai da carpenteria

### Controlli nei centri di trasformazione

#### Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme citate, anche alle norme alle UNI EN 10025, UNI EN 10326:2004 e UNI EN 10149:1997 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate, oggetto delle presenti norme, devono rispettare le seguenti prescrizioni.

Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte (di cui al precedente § 4.6.6 delle NTC08) il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto  $t_u.Rd$  della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 alla norma UNI EN 1994-1-1:2005. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al Servizio Tecnico Centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti nelle presenti norme tecniche, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il Direttore dei Lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centri di prelaborazione di elementi strutturali

Si definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione, oggetto delle presenti norme, devono rispettare le prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione..

Officine per la produzione di carpenterie metalliche

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina.

Con riferimento ai prodotti Non marcati CE ma qualificati con NTC08, i controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Tecnico dell'officina che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Il Direttore Tecnico dell'officina curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Le forniture devono essere accompagnate dalla relativa documentazione.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie si rimanda agli equivalenti paragrafi del §11.8 delle NTC08, ove applicabili.

Laboratori di prova

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

Fa eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.



Officine per la produzione di bulloni e chiodi

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni per i controlli in cantiere per l'acciaio da cemento armato, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

La fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per l'acciaio da cemento armato.

Piacenza 27-12-2022

Il Progettista

Dott. Ing. Marco Girani

