



**COMUNE DI DERUTA**  
**SETTORE LAVORI PUBBLICI**  
Servizio Edilizia Scolastica e Patrimonio

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ ESECUTIVA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO  
SEDE DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA E DELLA PRIMARIA - COMUNE DI DERUTA, VIA FRANCESANA,  
FRAZIONE PONTENUOVO**

**Responsabile dell'Area Lavori Pubblici**  
Geom. Marco Ricciarelli

**Responsabile Unico del Procedimento**  
Geom. Fabio Tamantini

**FIGURE PROFESSIONALI**

**Responsabile di Commessa e delle Attività di Coordinamento della  
Progettazione, Supporto al RUP in fase di Validazione e Gara d'appalto,  
Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione**  
Arch. Roberto Di Ramio

**Responsabile Progettazione Impianti Meccanici**  
Ing. Massimo Gerosolimo Porziella

**Responsabile Progettazione Edile ed  
Architettonica**  
Arch. Pietro La Gatta

**Responsabile verifica documentaria, referente Enti, Contabilità**  
Geom. Luca Caroselli

**Co-responsabile Progettazione Edile ed Architettonica**  
Ing. Maurizio Ciarrocchi

**Responsabile CAM**  
Ing. Claudia Viscioni

**Responsabile Progettazione Strutturale**  
Ing. Sebastiano Ortu

**Professionista incaricato nel team per la redazione  
del CSP-giovane professionista**  
Ing. Francesca Orsini

**Co-responsabile Progettazione Strutturale**  
Ing. Daniele Cianchetta

**Responsabile della relazione Geologica**  
Geol. Tiziano Desiderio

**Responsabile Progettazione Impianti Elettrici**  
Ing. Vincenzo Di Cretico

**Consulenti** (nel rispetto dell'art. 91, comma 3 del D.lgs 163/2006 e.s.m.i.)  
Arch. Clelia Dell'Arciprete, Arch. Sara Menna,  
Arch. Michele D'Amico, Arch. Laura Di Scipio

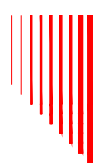
**Capogruppo**



**INSIGHT & Co. S.r.l.**

Via Tiburtina Valeria, 149/1  
65129 Pescara (PE)  
Tel. 085/4159367 - Fax. 085.2192520  
e-mail: direzione@insight.co.it  
PEC: insight@arubapec.it

**Mandante**



**S.A.G.I. S.r.l.**

Società per l'Ambiente,  
la Geologia e l'Ingegneria

Via Pasubio, 20  
63074 San Benedetto del Tronto (AP)  
Tel. e Fax. 0735.757580  
e-mail: info@sagistudio.it  
PEC: info@pec.sagistudio.it

**Mandante**



Via Spaventa, 10  
63039 Sulmona (AQ)  
Tel. 0864.51619 e Fax. 0864.576003  
e-mail: studiotecnico@progettointegrato.it  
PEC: massimo.gerosolimoporziella@ing.pe.eu

**Mandante**



**Geol. Tiziano  
Desiderio**

Strada San Fele, 29/B  
Tel. 347.5780523  
e-mail: studiogeotd@gmail.com  
PEC:

**CODICE**

**Doc.07\_STR\_C**

**SCALA**

**CLASSE**

**Elaborati Documentali**

**TITOLO**

**Tabulati di Calcolo Ante - Operam**



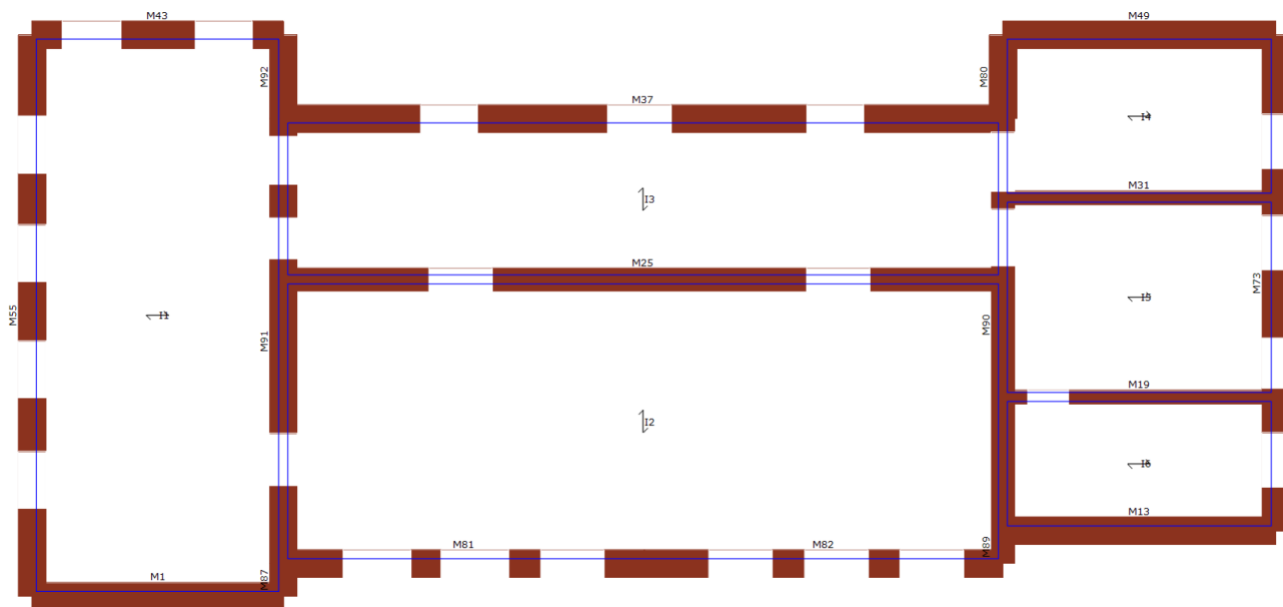
## Introduzione

Il presente elaborato costituisce parte integrante del progetto definitivo – esecutivo per il miglioramento sismico dell'edificio scolastico sede della scuola dell'infanzia e della primaria sito in via Francescana n.79, nella frazione Pontenuovo del Comune di Deruta in provincia di Perugia. Nel seguito sono riportati i tabulati di calcolo delle analisi sismiche e statiche relativi al modello di calcolo nella configurazione ante – operam.

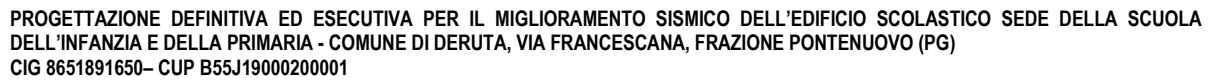
## Tabulati di calcolo

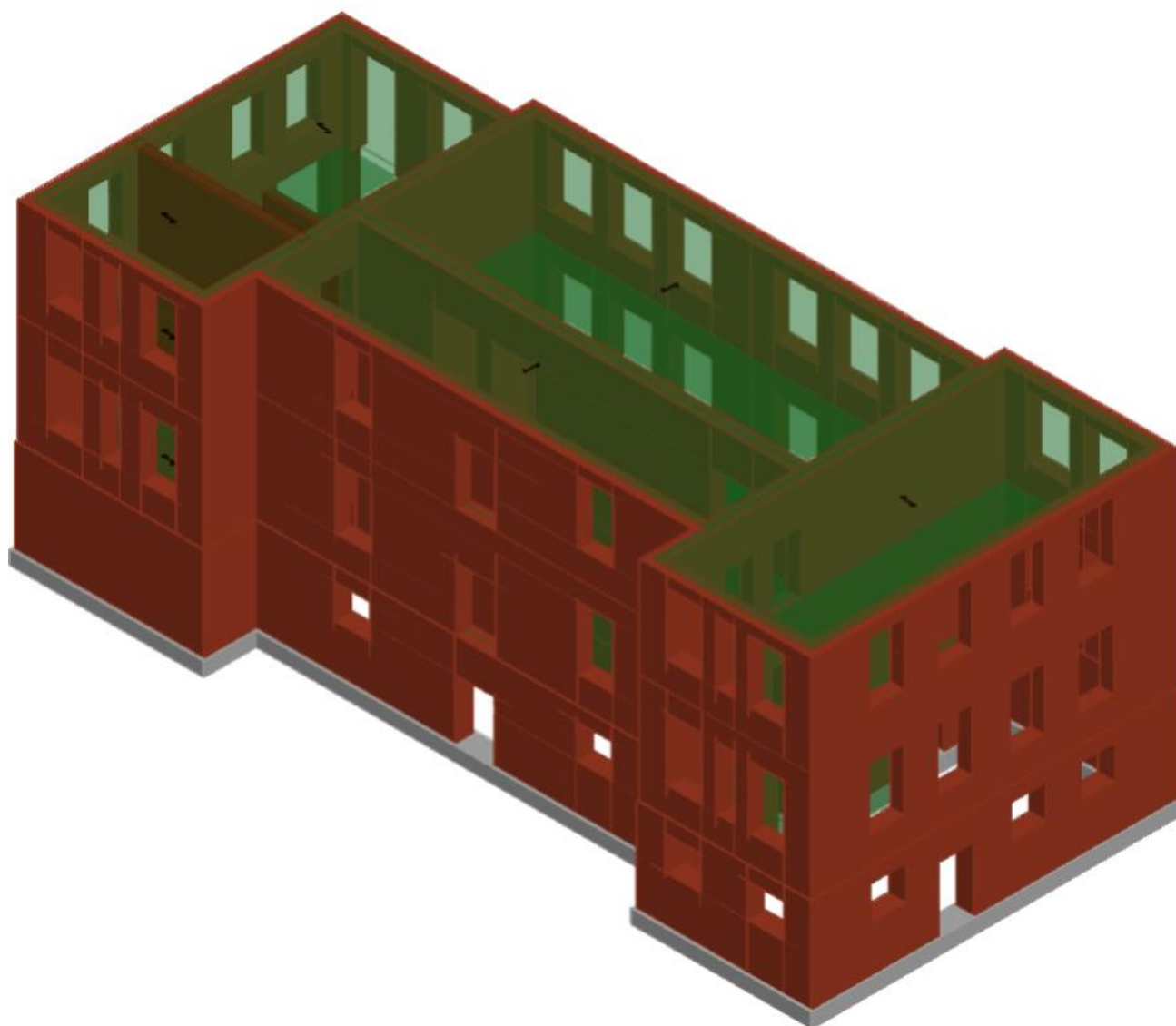
Al fine di agevolare la lettura dei tabulati si riportano una serie di immagini con la numerazione degli elementi e la schematizzazione delle pareti effettuata dal software:

### Immagini del modello

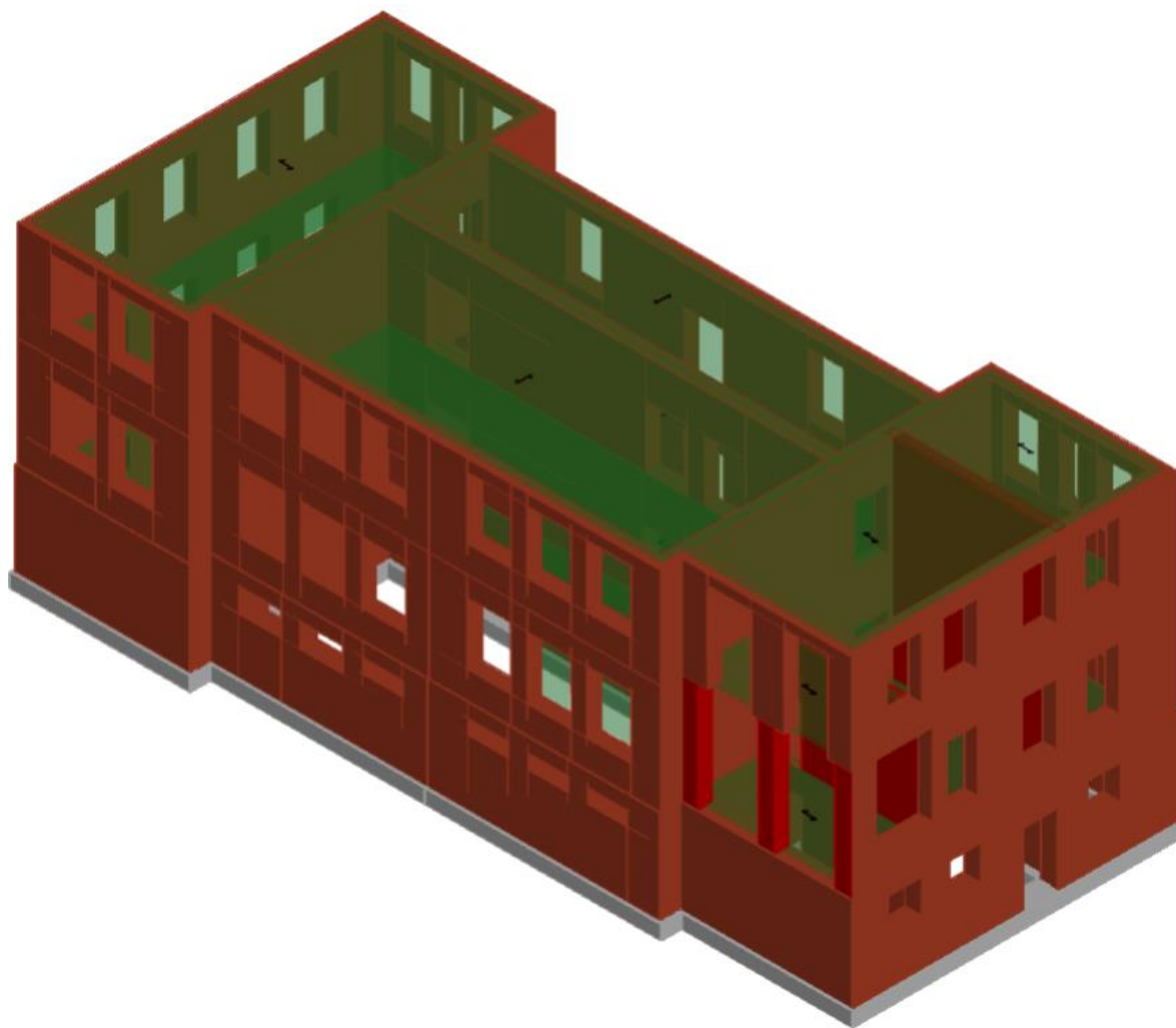


Vista pianta livello 1





Vista 3D (1)



Vista 3D (2)



## Tipo di analisi svolta

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.

## Metodo di analisi

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.

## Combinazioni di carico adottate

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);



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





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.

## Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

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:	13.2.0.14
Numero Licenza:	(14356)



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -







## Presentazione dei risultati

### Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

### Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 12.42978
- Latitudine: 43.01007
- Vita nominale: Opere ordinarie VN  $\geq$  50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

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" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	$A_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$	$T_c^*$ [s]	$T_r$	$S_s$	$T_b$ [s]	$T_c$ [s]	$T_d$ [s]
SLC	2,50	2,48	0,32	1462,00	1,15	0,15	0,44	2,62
SLV	2,02	2,45	0,32	712,00	1,20	0,15	0,44	2,42
SLD	0,88	2,46	0,29	75,00	1,20	0,14	0,41	1,96
SLO	0,71	2,48	0,28	45,00	1,20	0,13	0,40	1,89





## Descrizione dei materiali e del loro comportamento

### Comportamento meccanico della muratura

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

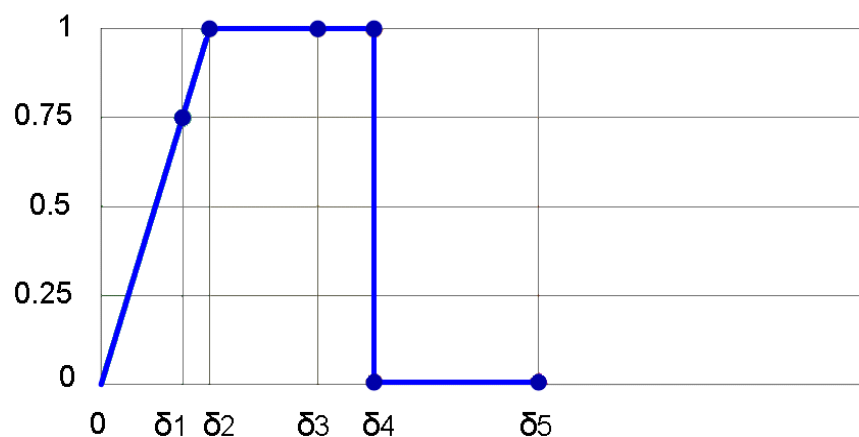
Le caratteristiche principali sono:

- 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



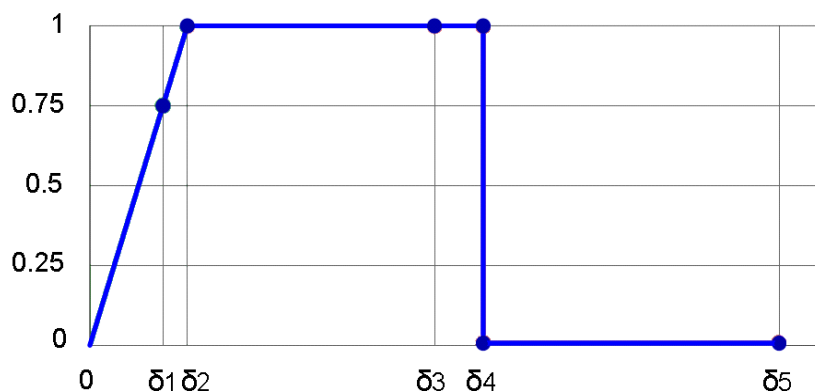
Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

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

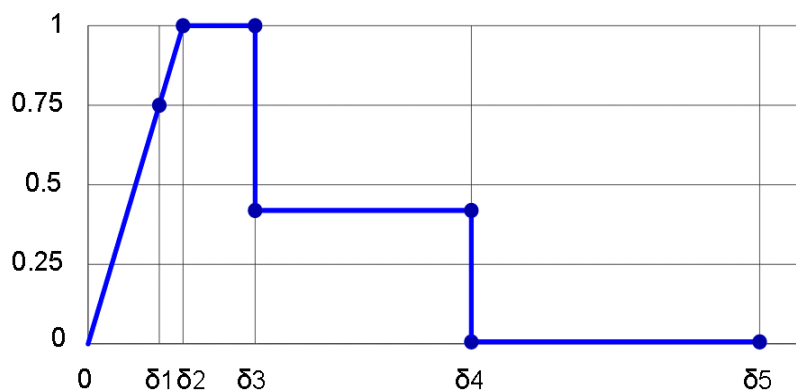
Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:





- 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.

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
C16/20	Calcestruzzo		
MA	Muratura		
MB	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> ]	f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]
MA	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	1.230,00	1.230,00	410,00	20	200,00
MB	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	1.500,00	1.500,00	500,00	18	345,00

Condizione del materiale: Esistente



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588  
Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	fk [N/cm2]	τ [N/cm2]	FC	ym
MA	116,67	4,30	1,20	3,00
MB	201,25	9,00	1,20	3,00

## Combinazione delle azioni

### 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:

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

### Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

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].

N. Carico	Livello	Tipo	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ0	ψ2	Note
1	2	Lineare [daN/m]	745	175	480	1,00	0,60	-
2	2	Lineare [daN/m]	745	175	480	1,00	0,60	-





3	2	Lineare [daN/m]	745	175	480	1,00	0,60	-
4	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
5	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
6	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
7	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
8	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
9	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
10	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
11	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
12	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
13	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
14	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-
15	3	Lineare [daN/m]	300	60	0	0,00	0,00	-

### Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Carico dominante	$\psi_0$	$\psi_2$
1	250	350	300	Sì	1,00	0,60
2	250	350	300	Sì	1,00	0,60
3	250	350	300	Sì	1,00	0,60
4	250	350	300	Sì	1,00	0,60
5	250	350	400	Sì	1,00	0,60
6	250	350	400	Sì	1,00	0,60
7	250	350	300	Sì	1,00	0,60
8	250	350	300	Sì	1,00	0,60
9	250	350	300	Sì	1,00	0,60
10	250	350	300	Sì	1,00	0,60
11	250	350	300	Sì	1,00	0,60
12	250	260	80	No	0,50	0,00
13	250	260	80	No	0,50	0,00
14	250	260	80	No	0,50	0,00
15	250	260	80	No	0,50	0,00
16	250	260	80	No	0,50	0,00

### Verifiche per gli stati limite considerati

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:



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





- 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.



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





$D_u^{SLO}$  : 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

### 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	3,79	4,62	2,76	Sì	3,14	3,47	2,30	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	4,65	4,47	3,83	No	3,88	3,35	3,20	No
3	-X	Uniforme	0,0	4,45	3,20	3,36	No	3,71	2,40	2,81	No
4	-X	Forze statiche	0,0	5,25	4,06	4,38	No	4,38	3,05	3,66	No



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -







5	+Y	Uniforme	0,0	4,72	3,45	5,19	No	3,94	2,59	4,33	No
6	+Y	Forze statiche	0,0	5,44	4,22	5,04	No	4,55	3,16	4,21	No
7	-Y	Uniforme	0,0	4,57	2,99	4,86	No	3,82	2,25	4,06	No
8	-Y	Forze statiche	0,0	5,24	3,34	4,94	No	4,37	2,51	4,12	No
9	+X	Uniforme	62,0	3,75	4,61	2,76	Sì	3,09	3,46	2,31	Sì
10	+X	Uniforme	-62,0	3,84	4,70	2,76	Sì	3,18	3,53	2,30	Sì
11	+X	Forze statiche	62,0	4,57	4,39	3,88	No	3,82	3,29	3,24	No
12	+X	Forze statiche	-62,0	4,71	4,44	3,75	No	3,93	3,33	3,13	No
13	-X	Uniforme	62,0	4,40	3,28	3,19	No	3,66	2,46	2,66	No
14	-X	Uniforme	-62,0	4,49	3,15	3,55	No	3,75	2,36	2,96	No
15	-X	Forze statiche	62,0	5,18	3,72	4,17	No	4,33	2,79	3,48	No
16	-X	Forze statiche	-62,0	5,31	3,62	4,49	No	4,44	2,71	3,75	No
17	+Y	Uniforme	137,8	4,67	2,45	5,65	No	3,90	1,84	4,72	No
18	+Y	Uniforme	-137,8	4,67	2,87	5,07	No	3,90	2,16	4,23	No
19	+Y	Forze statiche	137,8	5,45	3,04	5,30	No	4,55	2,28	4,43	No
20	+Y	Forze statiche	-137,8	5,39	3,91	4,94	No	4,50	2,93	4,13	No
21	-Y	Uniforme	137,8	4,65	2,59	5,07	No	3,88	1,95	4,23	No
22	-Y	Uniforme	-137,8	4,50	2,59	4,99	No	3,75	1,94	4,16	No
23	-Y	Forze statiche	137,8	5,37	2,96	4,96	No	4,49	2,22	4,15	No
24	-Y	Forze statiche	-137,8	5,24	3,51	5,05	No	4,37	2,63	4,21	No

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	1,26	1,13	No	1,02	0,75	No
2	+X	Forze statiche	0,0	1,58	1,13	No	1,25	0,75	No
3	-X	Uniforme	0,0	1,53	1,29	No	1,21	0,86	No
4	-X	Forze statiche	0,0	1,78	1,20	No	1,41	0,80	No
5	+Y	Uniforme	0,0	1,60	0,91	No	1,27	0,61	No
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,85	1,08	No	1,46	0,72	No
7	-Y	Uniforme	0,0	1,56	0,93	No	1,23	0,62	No
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,78	1,06	No	1,41	0,71	No
9	+X	Uniforme	62,0	1,24	1,22	No	1,00	0,81	No
10	+X	Uniforme	-62,0	1,28	1,08	No	1,04	0,72	No
11	+X	Forze statiche	62,0	1,56	1,16	No	1,23	0,78	No
12	+X	Forze statiche	-62,0	1,60	1,14	No	1,26	0,76	No
13	-X	Uniforme	62,0	1,51	1,34	No	1,20	0,89	No
14	-X	Uniforme	-62,0	1,54	1,24	No	1,22	0,83	No
15	-X	Forze statiche	62,0	1,76	1,24	No	1,39	0,83	No
16	-X	Forze statiche	-62,0	1,80	1,18	No	1,43	0,79	No
17	+Y	Uniforme	137,8	1,58	0,83	No	1,25	0,55	No
18	+Y	Uniforme	-137,8	1,58	0,92	No	1,25	0,61	No
19	+Y	Forze statiche	137,8	1,85	1,03	No	1,46	0,69	No





20	+Y	Forze statiche	-137,8	1,83	1,09	No	1,45	0,73	No
21	-Y	Uniforme	137,8	1,58	0,92	No	1,25	0,61	No
22	-Y	Uniforme	-137,8	1,53	0,88	No	1,21	0,59	No
23	-Y	Forze statiche	137,8	1,82	1,08	No	1,44	0,72	No
24	-Y	Forze statiche	-137,8	1,78	1,04	No	1,41	0,69	No

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	$\alpha$ SLC	$\alpha$ SLV	$\alpha$ SLD	$\alpha$ SLO
1	+X	Uniforme	0,0	1,206	1,099	0,900	0,737
2	+X	Forze statiche	0,0	0,962	0,864	0,718	0,604
3	-X	Uniforme	0,0	0,723	0,653	0,844	0,711
4	-X	Forze statiche	0,0	0,774	0,695	0,674	0,567
5	+Y	Uniforme	0,0	0,731	0,656	0,568	0,479
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,775	0,696	0,586	0,493
7	-Y	Uniforme	0,0	0,656	0,590	0,598	0,503
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,639	0,573	0,598	0,503
9	+X	Uniforme	62,0	1,218	1,110	0,986	0,808
10	+X	Uniforme	-62,0	1,213	1,104	0,843	0,691
11	+X	Forze statiche	62,0	0,960	0,863	0,747	0,629
12	+X	Forze statiche	-62,0	0,943	0,847	0,715	0,602
13	-X	Uniforme	62,0	0,748	0,676	0,883	0,743
14	-X	Uniforme	-62,0	0,703	0,634	0,806	0,679
15	-X	Forze statiche	62,0	0,717	0,644	0,707	0,596
16	-X	Forze statiche	-62,0	0,681	0,611	0,657	0,553
17	+Y	Uniforme	137,8	0,525	0,471	0,522	0,440
18	+Y	Uniforme	-137,8	0,616	0,553	0,582	0,490
19	+Y	Forze statiche	137,8	0,559	0,502	0,556	0,469
20	+Y	Forze statiche	-137,8	0,725	0,651	0,597	0,503
21	-Y	Uniforme	137,8	0,558	0,501	0,581	0,490
22	-Y	Uniforme	-137,8	0,578	0,521	0,575	0,484
23	-Y	Forze statiche	137,8	0,551	0,495	0,594	0,500
24	-Y	Forze statiche	-137,8	0,670	0,602	0,585	0,492

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°. 17, 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



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588  
Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





### C.A.

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

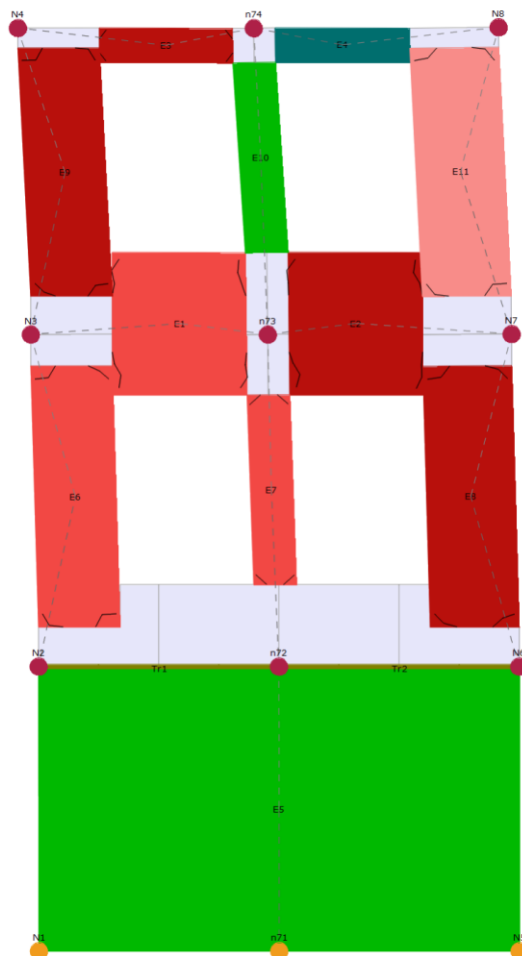
### Muratura

	Integro
	Incipiente plasticità
	Plastico per taglio
	Incipiente rottura per taglio
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	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 1 Sottopasso 106

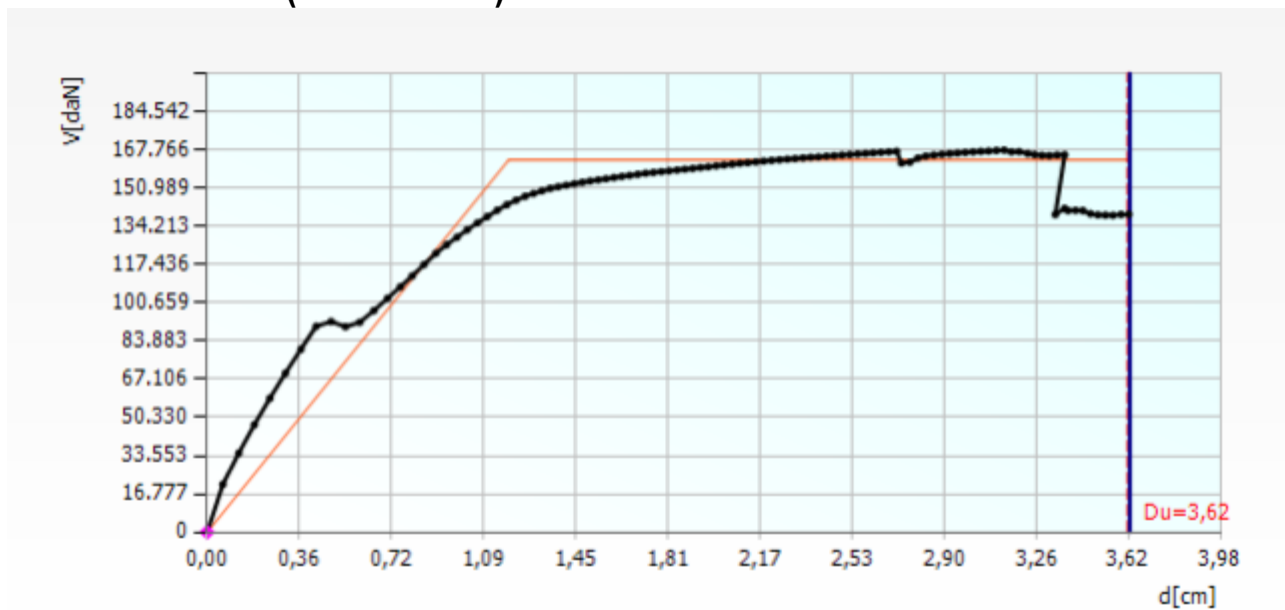




## Deformata Pianta



## 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	415	1462	0,2839	2,4966	1,7001	2,43	0,31	0,6809	1,7000	0,6809





SLV	200	712	0,2809	2,0218	1,3155	2,42	0,30	0,6507	1,2362	0,6114
SLD	31	75	0,4133	0,8829	0,6092	2,49	0,27	0,6900	0,5797	0,6566
SLO	11	45	0,2444	0,7132	0,4045	2,49	0,27	0,5671	0,3945	0,5531

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

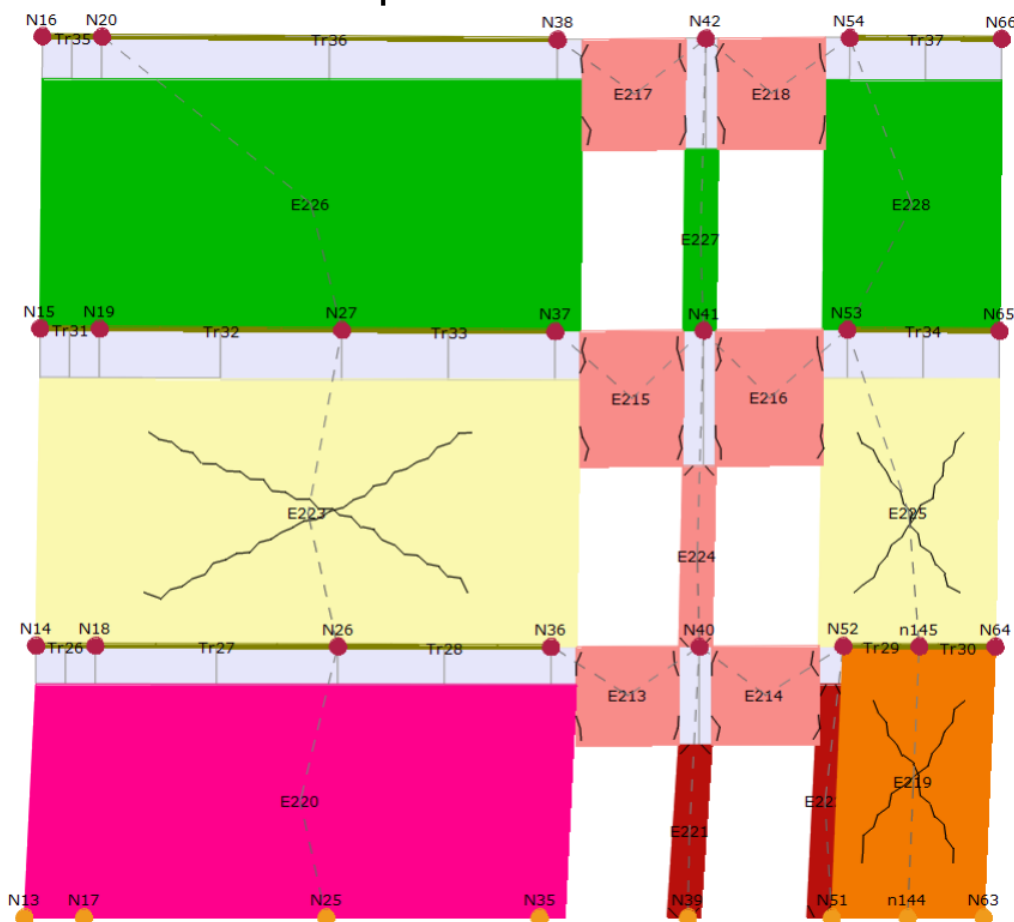
Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc							TR=cost		
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s2]	PGA C (TR) [m/s2]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s2]	$\alpha$ PGA
SLC	415	1462	0,2839	2,8650	2,0401	2,43	0,31	0,7121	1,9508	0,6809
SLV	200	712	0,2809	2,4222	1,5786	2,42	0,30	0,6517	1,4810	0,6114
SLD	31	75	0,4133	1,0595	0,7310	2,49	0,27	0,6900	0,6956	0,6566
SLO	11	45	0,2444	0,8558	0,4854	2,49	0,27	0,5671	0,4733	0,5531



## Analisi sismica n. 17 Direzione Y

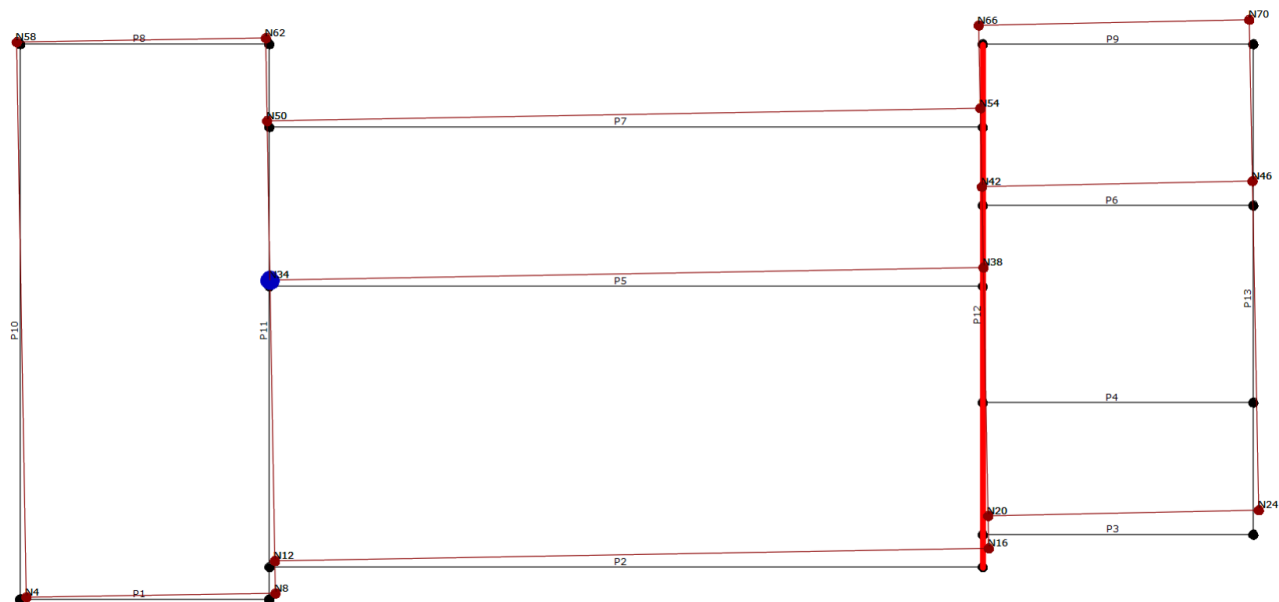
### Analisi sismica n. 17 Parete 12 Sottopasso 24



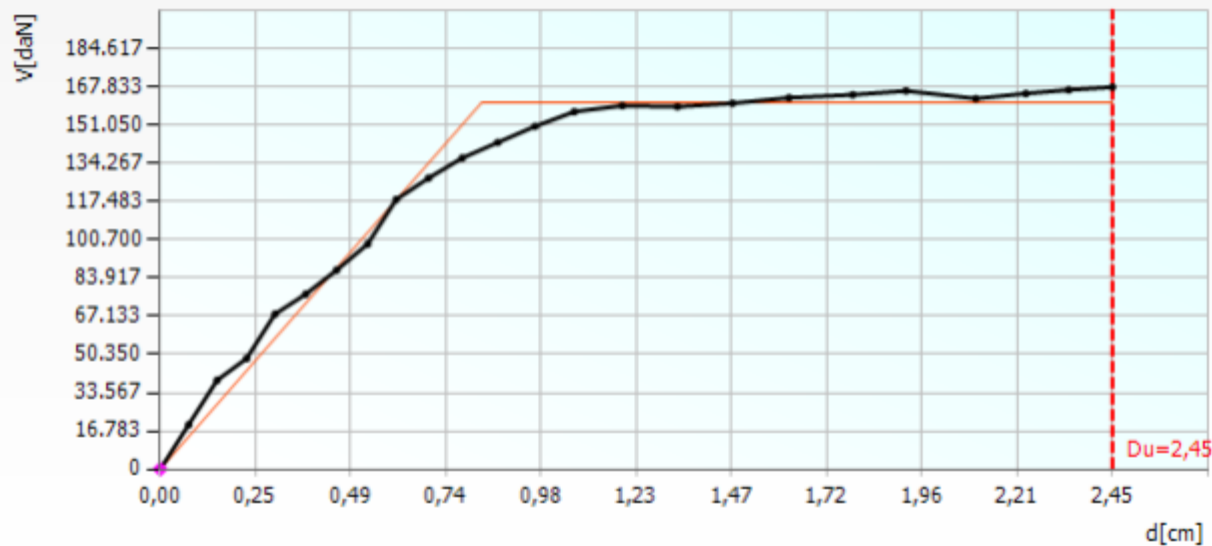




## Deformata Pianta



## Curva Pushover (analisi n. 17)





## Vulnerabilità Sismica

	TRc							TR=cost		
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s2]	PGA C (TR) [m/s2]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s2]	$\alpha$ PGA
SLC	213	1462	0,1457	2,4966	1,3450	2,43	0,30	0,5387	1,3095	0,5245
SLV	109	712	0,1531	2,0218	1,0350	2,44	0,29	0,5119	0,9523	0,4710
SLD	17	75	0,2267	0,8829	0,4823	2,49	0,27	0,5463	0,4611	0,5223
SLO	< 10	45	< 0,2222	0,7132	0,3849	2,49	0,27	0,5397	0,3138	0,4399

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/s2]	PGA C (TR) [m/s2]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s2]	$\alpha$ PGA
SLC	213	1462	0,1457	2,8650	1,6139	2,43	0,30	0,5633	1,5027	0,5245
SLV	109	712	0,1531	2,4222	1,2419	2,44	0,29	0,5127	1,1408	0,4710
SLD	17	75	0,2267	1,0595	0,5788	2,49	0,27	0,5463	0,5533	0,5223
SLO	< 10	45	< 0,2222	0,8558	0,4619	2,49	0,27	0,5397	0,3765	0,4399

## Allegati

### Elementi di struttura

#### Livello 1

##### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	MA	-	330	330	60,0
81	2	MA	-	330	330	60,0
82	2	MA	-	330	330	60,0
13	3	MA	-	330	330	60,0
19	4	MA	-	330	330	30,3
25	5	MA	-	330	330	50,0
31	6	MA	-	330	330	30,0
37	7	MA	-	330	330	60,0
43	8	MA	-	330	330	60,0
49	9	MA	-	330	330	60,0
55	10	MA	-	330	330	60,0
87	11	MA	-	330	330	60,0





91	11	MA	-	330	330	60,0
92	11	MA	-	330	330	60,0
80	12	MA	-	330	330	60,0
89	12	MA	-	330	330	50,0
90	12	MA	-	330	330	50,0
73	13	MA	-	330	330	60,0

## Solaio

N.	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	330	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
2	330	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
3	330	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
4	330	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
5	330	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
6	330	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento

## Livello 2

### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
3	1	MA	-	715	385	50,0
83	2	MA	-	715	385	50,0
84	2	MA	-	715	385	50,0
15	3	MB	-	715	385	50,0
21	4	MB	-	715	385	30,0
27	5	MA	-	715	385	50,0
33	6	MB	-	715	385	30,0
39	7	MA	-	715	385	50,0
45	8	MA	-	715	385	50,0
51	9	MA	-	715	385	50,0
57	10	MA	-	715	385	50,0
94	11	MA	-	715	385	50,0
99	11	MA	-	715	385	50,0
100	11	MA	-	715	385	50,0
96	12	MA	-	715	385	50,0
97	12	MA	-	715	385	50,0
98	12	MA	-	715	385	50,0
75	13	MA	-	715	385	50,0

## Solaio

N.	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
----	------------	---------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------	------



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





7	715	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
8	715	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
9	715	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
10	715	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
11	715	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento

### Livello 3

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
5	1	MA	-	1.070	355	50,0
85	2	MA	-	1.070	355	50,0
86	2	MA	-	1.070	355	50,0
17	3	MA	-	1.070	355	50,0
29	5	MA	-	1.070	355	50,0
35	6	MB	-	1.070	355	30,0
41	7	MA	-	1.070	355	50,0
47	8	MA	-	1.070	355	50,0
53	9	MA	-	1.070	355	50,0
59	10	MA	-	1.070	355	50,0
65	11	MA	-	1.070	355	50,0
71	12	MA	-	1.070	355	50,0
77	13	MA	-	1.070	355	50,0

#### Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
12	1.070	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
13	1.070	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
14	1.070	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
15	1.070	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
16	1.070	4,0	1.000,00	17.164,80	0,00	Monodirezionale	Laterocemento

### Telaio equivalente

Parete : 1

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-970	-317	0	0
5	-413	-317	0	0
2	-970	-317	330	1
6	-413	-317	330	1



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





3	-970	-317	715	2
7	-413	-317	715	2
4	-970	-317	1.070	3
8	-413	-317	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
71	279	0	0
72	279	330	1
73	274	715	2
74	274	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
5	MA	-	60,0	557,0	330,0	279	165	71	72
6	MA	-	50,0	94,5	302,5	47	527	2	3
8	MA	-	50,0	103,1	302,5	505	527	6	7
7	MA	-	50,0	49,5	220,0	274	535	72	73
9	MA	-	50,0	94,5	287,5	47	903	3	4
11	MA	-	50,0	103,1	287,5	505	903	7	8
10	MA	-	50,0	49,5	220,0	274	920	73	74

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
1	MA	-	50,0	155,0	165,0	172	728	3	73
2	MA	-	50,0	155,0	165,0	376	728	73	7
3	MA	-	50,0	155,0	40,0	172	1.050	4	74
4	MA	-	50,0	155,0	40,0	376	1.050	74	8

### Parete : 2

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	-413	-244	0	0
13	1.182	-244	0	0
10	-413	-244	330	1
14	1.182	-244	330	1
11	-413	-244	715	2
15	1.182	-244	715	2
12	-413	-244	1.070	3
16	1.182	-244	1.070	3



## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
79	316	0	0
81	535	0	0
75	800	0	0
83	1.120	0	0
85	1.331	0	0
80	316	330	1
82	534	330	1
76	800	330	1
84	1.120	330	1
86	1.331	330	1
87	316	715	2
88	533	715	2
77	800	715	2
89	1.120	715	2
90	1.331	715	2
91	316	1.070	3
92	533	1.070	3
78	800	1.070	3
93	1.120	1.070	3
94	1.331	1.070	3

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
45	MA	-	60,0	89,0	190,0	755	177	75	76
46	MA	-	60,0	143,4	190,0	872	177	75	76
49	MA	-	60,0	88,0	190,0	1.551	177	13	14
42	MA	-	60,0	132,7	207,5	66	180	9	10
43	MA	-	60,0	68,0	85,0	316	238	79	80
44	MA	-	60,0	71,7	85,0	535	238	81	82
47	MA	-	60,0	72,5	50,0	1.120	255	83	84
48	MA	-	60,0	71,2	50,0	1.331	255	85	86
50	MA	-	50,0	130,2	302,5	65	527	10	11
53	MA	-	50,0	81,5	302,5	759	527	76	77
54	MA	-	50,0	135,9	302,5	868	527	76	77
57	MA	-	50,0	80,5	302,5	1.555	527	14	15
51	MA	-	50,0	61,7	220,0	316	535	80	87
52	MA	-	50,0	61,7	220,0	533	535	82	88
55	MA	-	50,0	57,5	220,0	1.120	535	84	89
56	MA	-	50,0	56,2	220,0	1.331	535	86	90
58	MA	-	50,0	130,2	287,5	65	903	11	12



61	MA	-	50,0	81,5	287,5	759	903	77	78
62	MA	-	50,0	135,9	287,5	868	903	77	78
65	MA	-	50,0	80,5	287,5	1.555	903	15	16
59	MA	-	50,0	61,7	220,0	316	920	87	91
60	MA	-	50,0	61,7	220,0	533	920	88	92
63	MA	-	50,0	57,5	220,0	1.120	920	89	93
64	MA	-	50,0	56,2	220,0	1.331	920	90	94

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
12	MA	-	60,0	150,0	195,0	208	98	9	79
15	MA	-	60,0	150,0	195,0	424	98	79	81
18	MA	-	60,0	140,0	230,0	641	115	81	75
21	MA	-	60,0	140,0	230,0	1.013	115	75	83
24	MA	-	60,0	140,0	230,0	1.226	115	83	85
27	MA	-	60,0	140,0	230,0	1.437	115	85	13
13	MA	-	60,0	152,5	50,0	208	305	10	80
16	MA	-	60,0	152,5	50,0	424	305	80	82
19	MA	-	60,0	147,5	50,0	641	305	82	76
22	MA	-	60,0	147,5	50,0	1.013	305	76	84
25	MA	-	60,0	147,5	50,0	1.226	305	84	86
28	MA	-	60,0	147,5	50,0	1.437	305	86	14
14	MA	-	50,0	152,5	95,0	208	378	10	80
17	MA	-	50,0	152,5	95,0	424	378	80	82
20	MA	-	50,0	147,5	95,0	641	378	82	76
23	MA	-	50,0	147,5	95,0	1.013	378	76	84
26	MA	-	50,0	147,5	95,0	1.226	378	84	86
29	MA	-	50,0	147,5	95,0	1.437	378	86	14
30	MA	-	50,0	155,0	165,0	208	728	11	87
31	MA	-	50,0	155,0	165,0	424	728	87	88
32	MA	-	50,0	155,0	165,0	641	728	88	77
33	MA	-	50,0	155,0	165,0	1.013	728	77	89
34	MA	-	50,0	155,0	165,0	1.226	728	89	90
35	MA	-	50,0	155,0	165,0	1.437	728	90	15
36	MA	-	50,0	155,0	40,0	208	1.050	12	91
37	MA	-	50,0	155,0	40,0	424	1.050	91	92
38	MA	-	50,0	155,0	40,0	641	1.050	92	78
39	MA	-	50,0	155,0	40,0	1.013	1.050	78	93
40	MA	-	50,0	155,0	40,0	1.226	1.050	93	94
41	MA	-	50,0	155,0	40,0	1.437	1.050	94	16

Parete : 3



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -







### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
17	1.182	-172	0	0
21	1.787	-172	0	0
18	1.182	-172	330	1
22	1.787	-172	330	1
19	1.182	-172	715	2
23	1.787	-172	715	2
20	1.182	-172	1.070	3
24	1.787	-172	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
95	303	0	0
96	303	330	1
97	327	715	2
98	331	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
68	MA	-	60,0	605,0	330,0	303	165	95	96
69	MB	-	50,0	85,0	385,0	43	523	18	19
70	MB	-	50,0	57,0	385,0	327	523	96	97
71	MB	-	50,0	36,0	385,0	587	523	22	23
73	MA	-	50,0	116,3	320,0	331	875	97	98
72	MA	-	50,0	118,2	338,4	59	884	19	20
74	MA	-	50,0	60,5	338,4	575	884	23	24

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
66	MA	-	50,0	155,0	35,0	196	1.053	20	98
67	MA	-	50,0	155,0	35,0	467	1.053	98	24

### Parete : 4

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
25	1.182	123	0	0
28	1.787	123	0	0
26	1.182	123	330	1
29	1.787	123	330	1





27	1.182	123	715	2
30	1.787	123	715	2

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
78	MA	-	30,3	55,1	270,0	28	155	25	26
79	MA	-	30,3	459,9	270,0	375	155	28	29
80	MB	-	30,0	55,1	323,2	28	492	26	27
81	MB	-	30,0	459,9	323,2	375	492	29	30

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
75	MA	-	30,3	90,0	35,0	100	18	25	28
76	MA	-	30,3	90,0	85,0	100	288	26	29
77	MB	-	30,0	90,0	175,0	100	628	27	30

### Parete : 5

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
31	-413	382	0	0
35	1.182	382	0	0
32	-413	382	330	1
36	1.182	382	330	1
33	-413	382	715	2
37	1.182	382	715	2
34	-413	382	1.070	3
38	1.182	382	1.070	3

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
99	811	0	0
100	811	330	1
101	624	715	2
102	627	1.070	3
103	1.117	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
88	MA	-	50,0	697,0	210,0	811	105	99	100
87	MA	-	50,0	323,0	283,3	161	142	31	32





89	MA	-	50,0	295,0	283,3	1.447	142	35	36
91	MA	-	50,0	613,0	220,0	621	440	100	101
90	MA	-	50,0	165,0	325,0	83	493	32	33
92	MA	-	50,0	517,0	325,0	1.336	493	36	37
94	MA	-	50,0	625,0	220,0	627	825	101	102
95	MA	-	50,0	64,0	220,0	1.117	825	37	103
93	MA	-	50,0	165,0	303,3	83	867	33	34
96	MA	-	50,0	301,0	303,3	1.444	867	37	38

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
82	MA	-	50,0	150,0	165,0	240	633	33	101
83	MA	-	50,0	147,5	165,0	1.008	633	101	37
84	MA	-	50,0	150,0	135,0	240	1.003	34	102
85	MA	-	50,0	145,0	135,0	1.012	1.003	102	103
86	MA	-	50,0	145,0	135,0	1.221	1.003	103	38

### Parete : 6

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
39	1.182	563	0	0
43	1.787	563	0	0
40	1.182	563	330	1
44	1.787	563	330	1
41	1.182	563	715	2
45	1.787	563	715	2
42	1.182	563	1.070	3
46	1.787	563	1.070	3

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
104	303	0	0
105	303	330	1
106	303	715	2
107	303	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
97	MA	-	30,0	605,0	330,0	303	165	104	105
98	MB	-	30,0	605,0	385,0	303	523	105	106
99	MB	-	30,0	605,0	355,0	303	893	106	107





## Parete : 7

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
47	-413	738	0	0
51	1.182	738	0	0
48	-413	738	330	1
52	1.182	738	330	1
49	-413	738	715	2
53	1.182	738	715	2
50	-413	738	1.070	3
54	1.182	738	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
108	574	0	0
110	1.010	0	0
109	574	330	1
111	1.010	330	1
112	574	715	2
113	1.010	715	2
114	574	1.070	3
115	1.010	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
114	MA	-	60,0	289,5	165,0	574	163	108	109
115	MA	-	60,0	301,5	165,0	1.010	163	110	111
113	MA	-	60,0	304,5	225,0	152	180	47	48
116	MA	-	60,0	309,5	225,0	1.440	180	51	52
118	MA	-	50,0	289,5	220,0	574	488	109	112
119	MA	-	50,0	301,5	220,0	1.010	488	111	113
117	MA	-	50,0	304,5	302,5	152	527	48	49
120	MA	-	50,0	309,5	302,5	1.440	527	52	53
122	MA	-	50,0	289,5	220,0	574	873	112	114
123	MA	-	50,0	301,5	220,0	1.010	873	113	115
121	MA	-	50,0	304,5	287,5	152	903	49	50
124	MA	-	50,0	309,5	287,5	1.440	903	53	54

### Macroelementi Fasce

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



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





100	MA	-	60,0	125,0	160,0	367	80	47	108
104	MA	-	60,0	125,0	160,0	1.223	80	110	51
103	MA	-	60,0	140,0	120,0	789	270	109	111
101	MA	-	60,0	125,0	50,0	367	305	48	109
105	MA	-	60,0	125,0	50,0	1.223	305	111	52
102	MA	-	50,0	125,0	95,0	367	378	48	109
106	MA	-	50,0	125,0	95,0	1.223	378	111	52
108	MA	-	50,0	140,0	165,0	789	633	112	113
107	MA	-	50,0	125,0	165,0	367	728	49	112
109	MA	-	50,0	125,0	165,0	1.223	728	113	53
111	MA	-	50,0	140,0	135,0	789	1.003	114	115
110	MA	-	50,0	125,0	40,0	367	1.050	50	114
112	MA	-	50,0	125,0	40,0	1.223	1.050	115	54

## Parete : 8

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
55	-970	923	0	0
59	-413	923	0	0
56	-970	923	330	1
60	-413	923	330	1
57	-970	923	715	2
61	-413	923	715	2
58	-970	923	1.070	3
62	-413	923	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
116	279	0	0
117	279	330	1
118	222	715	2
119	337	715	2
120	222	1.070	3
121	337	1.070	3

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
137	MA	-	60,0	67,0	225,0	34	180	55	56
139	MA	-	60,0	70,0	225,0	522	180	59	60
138	MA	-	60,0	165,0	120,0	279	220	116	117
140	MA	-	50,0	72,0	302,5	36	527	56	57



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





143	MA	-	50,0	70,0	302,5	522	527	60	61
141	MA	-	50,0	50,0	220,0	222	535	117	118
142	MA	-	50,0	50,0	220,0	337	535	117	119
144	MA	-	50,0	72,0	287,5	36	903	57	58
147	MA	-	50,0	70,0	287,5	522	903	61	62
145	MA	-	50,0	50,0	220,0	222	920	118	120
146	MA	-	50,0	50,0	220,0	337	920	119	121

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
125	MA	-	60,0	130,0	160,0	132	80	55	116
128	MA	-	60,0	125,0	160,0	424	80	116	59
126	MA	-	60,0	127,5	50,0	133	305	56	117
129	MA	-	60,0	125,0	50,0	424	305	117	60
127	MA	-	50,0	127,5	95,0	133	378	56	117
130	MA	-	50,0	125,0	95,0	424	378	117	60
131	MA	-	50,0	125,0	165,0	135	728	57	118
132	MA	-	50,0	65,0	165,0	280	728	118	119
133	MA	-	50,0	125,0	165,0	424	728	119	61
134	MA	-	50,0	125,0	40,0	135	1.050	58	120
135	MA	-	50,0	65,0	40,0	280	1.050	120	121
136	MA	-	50,0	125,0	40,0	424	1.050	121	62

### Parete : 9

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
63	1.182	923	0	0
67	1.787	923	0	0
64	1.182	923	330	1
68	1.787	923	330	1
65	1.182	923	715	2
69	1.787	923	715	2
66	1.182	923	1.070	3
70	1.787	923	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
122	303	0	0
123	303	330	1
124	233	715	2
125	369	715	2





126	233	1.070	3
127	369	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
154	MA	-	60,0	605,0	330,0	303	165	122	123
155	MA	-	50,0	70,0	302,5	35	527	64	65
158	MA	-	50,0	78,0	302,5	566	527	68	69
156	MA	-	50,0	75,0	220,0	233	535	123	124
157	MA	-	50,0	67,0	220,0	369	535	123	125
159	MA	-	50,0	70,0	287,5	35	903	65	66
162	MA	-	50,0	78,0	287,5	566	903	69	70
160	MA	-	50,0	75,0	220,0	233	920	124	126
161	MA	-	50,0	67,0	220,0	369	920	125	127

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
148	MA	-	50,0	125,0	165,0	133	728	65	124
149	MA	-	50,0	65,0	165,0	303	728	124	125
150	MA	-	50,0	125,0	165,0	465	728	125	69
151	MA	-	50,0	125,0	40,0	133	1.050	66	126
152	MA	-	50,0	65,0	40,0	303	1.050	126	127
153	MA	-	50,0	125,0	40,0	465	1.050	127	70

### Parete : 10

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-970	-317	0	0
55	-970	923	0	0
2	-970	-317	330	1
56	-970	923	330	1
3	-970	-317	715	2
57	-970	923	715	2
4	-970	-317	1.070	3
58	-970	923	1.070	3

#### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
128	379	0	0
130	630	0	0
132	878	0	0



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -







129	379	330	1
131	630	330	1
133	878	330	1
134	379	715	2
135	630	715	2
136	878	715	2
137	379	1.070	3
138	630	1.070	3
139	878	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
184	MA	-	60,0	132,0	172,5	630	166	130	131
185	MA	-	60,0	114,5	172,5	878	166	132	133
182	MA	-	60,0	194,7	225,0	97	180	1	2
186	MA	-	60,0	180,0	225,0	1.150	180	55	56
183	MA	-	60,0	118,9	120,0	379	220	128	129
187	MA	-	50,0	194,7	302,5	97	527	2	3
191	MA	-	50,0	180,0	302,5	1.150	527	56	57
188	MA	-	50,0	118,9	220,0	379	535	129	134
189	MA	-	50,0	132,0	220,0	630	535	131	135
190	MA	-	50,0	114,5	220,0	878	535	133	136
192	MA	-	50,0	194,7	287,5	97	903	3	4
196	MA	-	50,0	180,0	287,5	1.150	903	57	58
193	MA	-	50,0	118,9	220,0	379	920	134	137
194	MA	-	50,0	132,0	220,0	630	920	135	138
195	MA	-	50,0	114,5	220,0	878	920	136	139

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
163	MA	-	60,0	125,0	160,0	257	80	1	128
166	MA	-	60,0	125,0	160,0	501	80	128	130
171	MA	-	60,0	125,0	160,0	998	80	132	55
169	MA	-	60,0	125,0	105,0	758	278	131	133
164	MA	-	60,0	125,0	50,0	257	305	2	129
167	MA	-	60,0	125,0	50,0	501	305	129	131
172	MA	-	60,0	125,0	50,0	998	305	133	56
165	MA	-	50,0	125,0	95,0	257	378	2	129
168	MA	-	50,0	125,0	95,0	501	378	129	131
170	MA	-	50,0	125,0	95,0	758	378	131	133
173	MA	-	50,0	125,0	95,0	998	378	133	56



174	MA	-	50,0	125,0	165,0	257	728	3	134
175	MA	-	50,0	125,0	165,0	501	728	134	135
176	MA	-	50,0	125,0	165,0	758	728	135	136
177	MA	-	50,0	125,0	165,0	998	728	136	57
178	MA	-	50,0	125,0	40,0	257	1.050	4	137
179	MA	-	50,0	125,0	40,0	501	1.050	137	138
180	MA	-	50,0	125,0	40,0	758	1.050	138	139
181	MA	-	50,0	125,0	40,0	998	1.050	139	58

## Parete : 11

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	-413	-317	0	0
9	-413	-244	0	0
31	-413	382	0	0
47	-413	738	0	0
59	-413	923	0	0
6	-413	-317	330	1
10	-413	-244	330	1
32	-413	382	330	1
48	-413	738	330	1
60	-413	923	330	1
7	-413	-317	715	2
11	-413	-244	715	2
33	-413	382	715	2
49	-413	738	715	2
61	-413	923	715	2
8	-413	-317	1.070	3
12	-413	-244	1.070	3
34	-413	382	1.070	3
50	-413	738	1.070	3
62	-413	923	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
140	873	0	0
141	876	330	1
142	880	715	2
143	880	1.070	3



### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
204	MA	-	60,0	385,2	210,0	552	105	31	32
205	MA	-	60,0	75,1	210,0	873	105	140	141
203	MA	-	60,0	244,8	283,3	122	142	9	10
206	MA	-	60,0	224,9	283,3	1.128	142	47	48
208	MA	-	50,0	60,1	220,0	880	440	141	142
207	MA	-	50,0	745,0	325,0	373	493	10	11
209	MA	-	50,0	224,9	325,0	1.128	493	48	49
211	MA	-	50,0	60,1	220,0	880	825	142	143
210	MA	-	50,0	745,0	303,3	373	867	11	12
212	MA	-	50,0	224,9	303,3	1.128	867	49	50

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
197	MA	-	60,0	97,5	120,0	794	270	32	141
198	MA	-	60,0	105,0	120,0	963	270	141	48
199	MA	-	50,0	105,0	165,0	798	633	33	142
200	MA	-	50,0	105,0	165,0	963	633	142	49
201	MA	-	50,0	105,0	135,0	798	1.003	34	143
202	MA	-	50,0	105,0	135,0	963	1.003	143	50

### Parete : 12

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	1.182	-244	0	0
17	1.182	-172	0	0
25	1.182	123	0	0
35	1.182	382	0	0
39	1.182	563	0	0
51	1.182	738	0	0
63	1.182	923	0	0
14	1.182	-244	330	1
18	1.182	-172	330	1
26	1.182	123	330	1
36	1.182	382	330	1
40	1.182	563	330	1
52	1.182	738	330	1
64	1.182	923	330	1
15	1.182	-244	715	2



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





19	1.182	-172	715	2
27	1.182	123	715	2
37	1.182	382	715	2
41	1.182	563	715	2
53	1.182	738	715	2
65	1.182	923	715	2
16	1.182	-244	1.070	3
20	1.182	-172	1.070	3
38	1.182	382	1.070	3
42	1.182	563	1.070	3
54	1.182	738	1.070	3
66	1.182	923	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
144	1.075	0	0
145	1.075	330	1

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
221	MA	-	50,0	40,0	210,0	803	105	39	40
220	MA	-	50,0	657,5	283,3	329	142	25	26
222	MA	-	50,0	30,0	283,3	968	142	51	52
219	MA	-	60,0	185,0	330,0	1.075	165	144	145
224	MA	-	50,0	40,0	220,0	803	440	40	41
223	MA	-	50,0	657,5	325,0	329	493	26	27
225	MA	-	50,0	215,0	325,0	1.060	493	145	53
227	MA	-	50,0	40,0	220,0	803	825	41	42
226	MA	-	50,0	657,5	303,3	329	867	27	20
228	MA	-	50,0	215,0	303,3	1.060	867	53	54

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
213	MA	-	50,0	125,0	120,0	720	270	36	40
214	MA	-	50,0	130,0	120,0	888	270	40	52
215	MA	-	50,0	125,0	165,0	720	633	37	41
216	MA	-	50,0	130,0	165,0	888	633	41	53
217	MA	-	50,0	125,0	135,0	720	1.003	38	42
218	MA	-	50,0	130,0	135,0	888	1.003	42	54

Parete : 13



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588  
Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
21	1.787	-172	0	0
28	1.787	123	0	0
43	1.787	563	0	0
67	1.787	923	0	0
22	1.787	-172	330	1
29	1.787	123	330	1
44	1.787	563	330	1
68	1.787	923	330	1
23	1.787	-172	715	2
30	1.787	123	715	2
45	1.787	563	715	2
69	1.787	923	715	2
24	1.787	-172	1.070	3
46	1.787	563	1.070	3
70	1.787	923	1.070	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
146	501	0	0
147	499	330	1
148	497	715	2
149	258	1.070	3
150	497	1.070	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
250	MA	-	60,0	151,5	185,0	501	173	146	147
251	MA	-	60,0	103,5	185,0	748	173	43	44
248	MA	-	60,0	96,5	225,0	48	180	21	22
252	MA	-	60,0	175,0	225,0	1.008	180	67	68
249	MA	-	60,0	98,6	120,0	266	220	28	29
257	MA	-	50,0	175,0	302,5	1.008	527	68	69
255	MA	-	50,0	154,0	220,0	497	535	147	148
256	MA	-	50,0	101,0	220,0	750	535	44	45
253	MA	-	50,0	59,0	337,5	29	543	22	23
254	MA	-	50,0	51,1	255,0	285	553	29	30
258	MA	-	50,0	96,5	287,5	48	903	23	24
262	MA	-	50,0	172,5	287,5	1.009	903	69	70
259	MA	-	50,0	73,0	220,0	258	920	30	149
260	MA	-	50,0	154,5	220,0	497	920	148	150



261	MA	-	50,0	98,5	220,0	748	920	45	46
-----	----	---	------	------	-------	-----	-----	----	----

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
229	MA	-	60,0	120,0	160,0	156	80	21	28
232	MA	-	60,0	110,0	160,0	370	80	28	146
237	MA	-	60,0	120,0	160,0	860	80	43	67
235	MA	-	60,0	122,5	80,0	637	290	147	44
230	MA	-	60,0	160,0	50,0	158	305	22	29
233	MA	-	60,0	110,0	50,0	368	305	29	147
238	MA	-	60,0	120,0	50,0	860	305	44	68
231	MA	-	50,0	160,0	95,0	158	378	22	29
234	MA	-	50,0	110,0	95,0	368	378	29	147
236	MA	-	50,0	122,5	95,0	637	378	147	44
239	MA	-	50,0	120,0	95,0	860	378	44	68
241	MA	-	50,0	117,5	165,0	361	728	30	148
242	MA	-	50,0	125,0	165,0	637	728	148	45
243	MA	-	50,0	122,5	165,0	860	728	45	69
240	MA	-	50,0	162,0	95,0	159	763	23	30
244	MA	-	50,0	125,0	40,0	159	1.050	24	149
245	MA	-	50,0	125,0	40,0	357	1.050	149	150
246	MA	-	50,0	125,0	40,0	637	1.050	150	46
247	MA	-	50,0	125,0	40,0	860	1.050	46	70

(\*) Elementi di copertura

## Analisi statica

### Tipo di analisi svolta

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.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto fra il valore del carico verticale agente ed il carico verticale resistente. Questa valutazione viene effettuata prendendo in esame i valori di snellezza ed eccentricità [Norme Tecniche 2018 §4.5.6].

### Verifiche

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. delle NTC 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. delle NTC 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. delle NTC 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	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
5	320	60	5,333	0,027	0,027	0,027	Si
6	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
7	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
8	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
9	335	50	6,700	0,033	0,058	0,033	Si
10	335	50	6,700	0,033	0,048	0,033	Si
11	335	50	6,700	0,033	0,058	0,033	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
5	64.793	0,880	163.328	0,397	79.130	0,880	163.328	0,484	93.468	0,880	163.328	0,572	Si
6	10.778	0,808	21.192	0,509	12.636	0,808	21.192	0,596	14.494	0,808	21.192	0,684	Si
7	8.232	0,808	11.099	0,742	8.940	0,808	11.099	0,805	9.648	0,808	11.099	0,869	Si
8	12.718	0,808	23.116	0,550	14.745	0,808	23.116	0,638	16.772	0,808	23.116	0,726	Si
9	2.006	0,829	21.767	0,092	3.772	0,752	19.747	0,191	5.538	0,829	21.767	0,254	Si
10	1.965	0,829	11.400	0,172	2.673	0,786	10.804	0,247	3.381	0,829	11.400	0,297	Si
11	2.277	0,829	23.743	0,096	4.204	0,755	21.618	0,194	6.130	0,829	23.743	0,258	Si

### Parete : 2

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
42	320	60	5,333	0,081	0,047	0,088	Si
43	320	60	5,333	0,105	0,055	0,107	Si
44	320	60	5,333	0,105	0,055	0,107	Si
45	320	60	5,333	0,100	0,055	0,106	Si
46	320	60	5,333	0,083	0,043	0,089	Si
47	320	60	5,333	0,103	0,052	0,104	Si
48	320	60	5,333	0,109	0,055	0,110	Si
49	320	60	5,333	0,078	0,041	0,084	Si
50	365	50	7,300	0,118	0,075	0,139	Si
51	365	50	7,300	0,142	0,078	0,151	Si
52	365	50	7,300	0,146	0,080	0,154	Si
53	365	50	7,300	0,138	0,082	0,157	Si
54	365	50	7,300	0,129	0,069	0,148	Si
55	365	50	7,300	0,139	0,071	0,147	Si
56	365	50	7,300	0,141	0,072	0,149	Si







57	365	50	7,300	0,115	0,062	0,136	Si
58	335	50	6,700	0,158	0,121	0,254	Si
59	335	50	6,700	0,206	0,125	0,247	Si
60	335	50	6,700	0,207	0,125	0,247	Si
61	335	50	6,700	0,194	0,128	0,265	Si
62	335	50	6,700	0,143	0,116	0,242	Si
63	335	50	6,700	0,203	0,123	0,244	Si
64	335	50	6,700	0,210	0,125	0,248	Si
65	335	50	6,700	0,164	0,121	0,251	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
42	35.401	0,694	30.707	1,153	37.549	0,817	36.143	1,039	39.696	0,709	31.373	1,265	No
43	38.030	0,658	14.911	2,550	38.481	0,791	17.921	2,147	38.932	0,661	14.992	2,597	No
44	40.039	0,657	15.709	2,549	40.515	0,790	18.885	2,145	40.990	0,661	15.795	2,595	No
45	27.862	0,659	19.547	1,425	29.181	0,791	23.452	1,244	30.500	0,672	19.940	1,530	No
46	40.441	0,692	33.087	1,222	42.566	0,829	39.617	1,074	44.691	0,704	33.642	1,328	No
47	38.499	0,664	16.039	2,400	38.782	0,802	19.374	2,002	39.065	0,666	16.091	2,428	No
48	37.488	0,652	15.469	2,423	37.765	0,793	18.797	2,009	38.043	0,655	15.525	2,450	No
49	20.789	0,701	20.562	1,011	22.093	0,837	24.532	0,901	23.397	0,720	21.110	1,108	No
50	19.855	0,557	20.142	0,986	22.415	0,689	24.917	0,900	24.975	0,597	21.602	1,156	No
51	21.746	0,535	9.163	2,373	22.628	0,679	11.630	1,946	23.511	0,551	9.445	2,489	No
52	22.705	0,528	9.040	2,512	23.587	0,674	11.541	2,044	24.469	0,544	9.319	2,626	No
53	17.042	0,522	11.812	1,443	18.645	0,668	15.113	1,234	20.247	0,559	12.644	1,601	No
54	26.399	0,540	20.369	1,296	29.071	0,708	26.730	1,088	31.743	0,576	21.731	1,461	No
55	21.001	0,542	8.655	2,426	21.823	0,701	11.189	1,950	22.645	0,557	8.901	2,544	No
56	20.796	0,539	8.404	2,475	21.600	0,698	10.889	1,984	22.404	0,554	8.645	2,592	No
57	11.876	0,562	12.573	0,945	13.459	0,729	16.288	0,826	15.042	0,603	13.474	1,116	No
58	6.331	0,343	12.411	0,510	8.764	0,603	21.816	0,402	11.197	0,532	19.243	0,582	Si
59	7.383	0,355	6.082	1,214	8.265	0,597	10.222	0,809	9.147	0,438	7.494	1,221	No
60	7.534	0,355	6.081	1,239	8.416	0,597	10.222	0,823	9.299	0,436	7.470	1,245	No
61	6.849	0,328	7.419	0,923	8.372	0,591	13.377	0,626	9.895	0,462	10.457	0,946	Si
62	5.696	0,366	13.823	0,412	8.236	0,613	23.137	0,356	10.775	0,561	21.160	0,509	Si
63	6.875	0,361	5.766	1,192	7.697	0,599	9.570	0,804	8.519	0,442	7.064	1,206	No
64	7.379	0,353	5.505	1,340	8.182	0,596	9.297	0,880	8.986	0,430	6.704	1,340	No
65	4.530	0,347	7.761	0,584	6.035	0,604	13.505	0,447	7.539	0,520	11.630	0,648	Si

### Parete : 3

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
68	320	60	5,333	0,027	0,027	0,027	Si
69	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
70	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





71	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
72	335	50	6,700	0,033	0,063	0,033	Si
73	335	50	6,700	0,033	0,056	0,033	Si
74	335	50	6,700	0,033	0,057	0,033	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
68	56.874	0,880	177.402	0,321	72.447	0,880	177.402	0,408	88.019	0,880	177.402	0,496	Si
69	9.789	0,808	32.890	0,298	11.704	0,808	32.890	0,356	13.618	0,808	32.890	0,414	Si
70	7.510	0,808	22.056	0,340	8.794	0,808	22.056	0,399	10.078	0,808	22.056	0,457	Si
71	6.962	0,808	13.930	0,500	7.773	0,808	13.930	0,558	8.584	0,808	13.930	0,616	Si
72	1.623	0,829	27.236	0,060	4.223	0,737	24.212	0,174	6.822	0,829	27.236	0,250	Si
73	2.498	0,829	26.793	0,093	4.917	0,760	24.539	0,200	7.336	0,829	26.793	0,274	Si
74	1.156	0,829	13.939	0,083	2.487	0,756	12.708	0,196	3.818	0,829	13.939	0,274	Si

#### Parete : 4

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
78	320	30	10,568	0,053	0,053	0,053	Si
79	320	30	10,568	0,053	0,053	0,053	Si
80	365	30	12,167	0,061	0,067	0,061	Si
81	365	30	12,167	0,061	0,072	0,061	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
78	6.596	0,685	6.349	1,039	7.182	0,685	6.349	1,131	7.768	0,685	6.349	1,224	No
79	39.498	0,685	53.000	0,745	44.389	0,685	53.000	0,838	49.280	0,685	53.000	0,930	Si
80	4.358	0,616	9.764	0,446	4.983	0,600	9.497	0,525	5.608	0,616	9.764	0,574	Si
81	31.489	0,616	81.514	0,386	36.706	0,586	77.492	0,474	41.924	0,616	81.514	0,514	Si

#### Parete : 5

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
87	320	50	6,400	0,049	0,032	0,052	Si
88	320	50	6,400	0,050	0,032	0,051	Si
89	320	50	6,400	0,050	0,032	0,053	Si
90	365	50	7,300	0,062	0,037	0,068	Si
91	365	50	7,300	0,065	0,037	0,069	Si
92	365	50	7,300	0,061	0,037	0,069	Si
93	335	50	6,700	0,070	0,040	0,097	Si
94	335	50	6,700	0,075	0,041	0,090	Si
95	335	50	6,700	0,081	0,042	0,090	Si
96	335	50	6,700	0,072	0,041	0,097	Si



	Superiore				Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Verificato
87	67.781	0,779	69.916	0,969	73.729	0,840	75.401	0,978	79.677	0,788	70.735	1,126	No
88	228.069	0,780	151.075	1,510	237.583	0,840	162.718	1,460	247.097	0,785	151.972	1,626	No
89	71.625	0,777	63.679	1,125	77.058	0,840	68.869	1,119	82.490	0,785	64.362	1,282	No
90	27.037	0,710	32.521	0,831	30.522	0,808	37.012	0,825	34.008	0,730	33.441	1,017	No
91	136.444	0,709	120.726	1,130	145.210	0,808	137.503	1,056	153.976	0,720	122.636	1,256	No
92	68.539	0,707	101.557	0,675	79.461	0,808	115.969	0,685	90.382	0,731	105.040	0,860	Sì
93	8.991	0,650	29.782	0,302	12.244	0,809	37.091	0,330	15.496	0,716	32.818	0,472	Sì
94	47.105	0,663	115.098	0,409	56.043	0,808	140.232	0,400	64.980	0,703	122.058	0,532	Sì
95	8.940	0,663	11.782	0,759	9.855	0,802	14.254	0,691	10.770	0,684	12.168	0,885	Sì
96	18.495	0,650	54.366	0,340	24.429	0,807	67.498	0,362	30.363	0,711	59.431	0,511	Sì

#### Parete : 6

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
97	320	30	10,667	0,078	0,053	0,084	Sì
98	365	30	12,167	0,061	0,061	0,061	Sì
99	335	30	11,167	0,056	0,056	0,056	Sì

	Superiore				Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Verificato
97	57.926	0,591	59.567	0,972	65.712	0,681	68.642	0,957	73.498	0,609	61.409	1,197	No
98	37.604	0,616	107.230	0,351	45.779	0,616	107.230	0,427	53.955	0,616	107.230	0,503	Sì
99	9.253	0,659	114.640	0,081	16.791	0,659	114.640	0,146	24.330	0,659	114.640	0,212	Sì

#### Parete : 7

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
113	320	60	5,333	0,074	0,044	0,082	Sì
114	320	60	5,333	0,070	0,041	0,075	Sì
115	320	60	5,333	0,070	0,041	0,075	Sì
116	320	60	5,333	0,075	0,044	0,082	Sì
117	365	50	7,300	0,103	0,070	0,124	Sì
118	365	50	7,300	0,098	0,064	0,110	Sì
119	365	50	7,300	0,098	0,064	0,110	Sì
120	365	50	7,300	0,101	0,069	0,122	Sì
121	335	50	6,700	0,118	0,105	0,208	Sì
122	335	50	6,700	0,117	0,097	0,170	Sì
123	335	50	6,700	0,116	0,097	0,170	Sì
124	335	50	6,700	0,117	0,105	0,208	Sì



	Superiore				Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Verificato
113	68.202	0,709	71.959	0,948	73.546	0,826	83.802	0,878	78.890	0,732	74.305	1,062	No
114	70.213	0,729	70.343	0,998	73.939	0,834	80.494	0,919	77.665	0,743	71.738	1,083	No
115	72.620	0,729	73.306	0,991	76.500	0,834	83.856	0,912	80.381	0,744	74.766	1,075	No
116	70.990	0,708	73.037	0,972	76.422	0,825	85.155	0,897	81.854	0,731	75.388	1,086	No
117	37.219	0,586	49.550	0,751	43.206	0,705	59.643	0,724	49.193	0,627	53.010	0,928	Sì
118	42.669	0,613	49.254	0,866	46.808	0,723	58.145	0,805	50.948	0,636	51.102	0,997	Sì
119	44.184	0,614	51.398	0,860	48.496	0,724	60.623	0,800	52.807	0,637	53.317	0,990	Sì
120	36.843	0,590	50.740	0,726	42.929	0,708	60.833	0,706	49.015	0,631	54.235	0,904	Sì
121	10.676	0,432	36.569	0,292	16.366	0,635	53.685	0,305	22.056	0,609	51.515	0,428	Sì
122	12.909	0,509	40.924	0,315	17.049	0,650	52.279	0,326	21.189	0,612	49.194	0,431	Sì
123	13.290	0,509	42.670	0,311	17.602	0,650	54.456	0,323	21.913	0,613	51.329	0,427	Sì
124	10.628	0,432	37.167	0,286	16.412	0,635	54.566	0,301	22.196	0,611	52.510	0,423	Sì

**Parete : 8**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
137	320	60	5,333	0,027	0,027	0,027	Sì
138	320	60	5,333	0,027	0,027	0,027	Sì
139	320	60	5,333	0,027	0,027	0,027	Sì
140	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Sì
141	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Sì
142	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Sì
143	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Sì
144	335	50	6,700	0,033	0,058	0,033	Sì
145	335	50	6,700	0,033	0,053	0,033	Sì
146	335	50	6,700	0,033	0,054	0,033	Sì
147	335	50	6,700	0,033	0,054	0,033	Sì

	Superiore				Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Verificato
137	13.065	0,880	19.647	0,665	14.241	0,880	19.647	0,725	15.417	0,880	19.647	0,785	Sì
138	31.436	0,880	48.379	0,650	32.981	0,880	48.379	0,682	34.525	0,880	48.379	0,714	Sì
139	14.439	0,880	20.529	0,703	15.668	0,880	20.529	0,763	16.896	0,880	20.529	0,823	Sì
140	7.795	0,808	16.151	0,483	9.211	0,808	16.151	0,570	10.627	0,808	16.151	0,658	Sì
141	8.145	0,808	11.216	0,726	8.860	0,808	11.216	0,790	9.575	0,808	11.216	0,854	Sì
142	8.242	0,808	11.214	0,735	8.957	0,808	11.214	0,799	9.672	0,808	11.214	0,863	Sì
143	7.923	0,808	15.704	0,504	9.299	0,808	15.704	0,592	10.675	0,808	15.704	0,680	Sì
144	1.545	0,829	16.589	0,093	2.891	0,753	15.065	0,192	4.236	0,829	16.589	0,255	Sì
145	1.567	0,829	11.520	0,136	2.282	0,769	10.675	0,214	2.997	0,829	11.520	0,260	Sì
146	1.543	0,829	11.518	0,134	2.258	0,767	10.656	0,212	2.973	0,829	11.518	0,258	Sì
147	1.825	0,829	16.130	0,113	3.133	0,766	14.903	0,210	4.441	0,829	16.130	0,275	Sì



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





### Parete : 9

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
154	320	60	5,333	0,027	0,027	0,027	Si
155	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
156	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
157	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
158	365	50	7,300	0,037	0,037	0,037	Si
159	335	50	6,700	0,033	0,053	0,033	Si
160	335	50	6,700	0,033	0,060	0,033	Si
161	335	50	6,700	0,033	0,058	0,033	Si
162	335	50	6,700	0,033	0,060	0,033	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
154	67.380	0,880	177.402	0,380	82.953	0,880	177.402	0,468	98.525	0,880	177.402	0,555	Si
155	8.444	0,808	15.702	0,538	9.820	0,808	15.702	0,625	11.196	0,808	15.702	0,713	Si
156	9.304	0,808	16.824	0,553	10.377	0,808	16.824	0,617	11.449	0,808	16.824	0,681	Si
157	8.296	0,808	15.029	0,552	9.254	0,808	15.029	0,616	10.212	0,808	15.029	0,679	Si
158	8.976	0,808	17.497	0,513	10.509	0,808	17.497	0,601	12.043	0,808	17.497	0,688	Si
159	1.866	0,829	16.128	0,116	3.174	0,768	14.931	0,213	4.483	0,829	16.128	0,278	Si
160	1.816	0,829	17.280	0,105	2.889	0,748	15.579	0,185	3.961	0,829	17.280	0,229	Si
161	1.717	0,829	15.437	0,111	2.675	0,752	14.005	0,191	3.633	0,829	15.437	0,235	Si
162	1.567	0,829	17.971	0,087	3.024	0,749	16.221	0,186	4.482	0,829	17.971	0,249	Si

### Parete : 10

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
182	320	60	5,333	0,071	0,043	0,079	Si
183	320	60	5,333	0,092	0,050	0,095	Si
184	320	60	5,333	0,089	0,049	0,094	Si
185	320	60	5,333	0,090	0,050	0,095	Si
186	320	60	5,333	0,077	0,046	0,085	Si
187	365	50	7,300	0,102	0,069	0,123	Si
188	365	50	7,300	0,126	0,074	0,137	Si
189	365	50	7,300	0,129	0,077	0,142	Si
190	365	50	7,300	0,127	0,075	0,139	Si
191	365	50	7,300	0,104	0,070	0,125	Si
192	335	50	6,700	0,135	0,115	0,239	Si
193	335	50	6,700	0,176	0,121	0,237	Si
194	335	50	6,700	0,173	0,122	0,238	Si



195	335	50	6,700	0,177	0,122	0,238	Sì
196	335	50	6,700	0,138	0,116	0,243	Sì

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
182	35.937	0,717	46.517	0,773	39.354	0,827	53.684	0,733	42.771	0,743	48.205	0,887	Sì
183	46.154	0,681	27.013	1,709	47.267	0,808	32.025	1,476	48.379	0,687	27.252	1,775	No
184	44.582	0,683	30.068	1,483	46.358	0,810	35.620	1,301	48.134	0,693	30.486	1,579	No
185	40.430	0,681	26.004	1,555	41.970	0,808	30.848	1,361	43.511	0,691	26.357	1,651	No
186	39.641	0,701	42.027	0,943	42.800	0,821	49.243	0,869	45.959	0,724	43.415	1,059	No
187	23.865	0,589	31.823	0,750	27.693	0,707	38.234	0,724	31.521	0,629	33.996	0,927	Sì
188	25.865	0,560	18.512	1,397	27.565	0,692	22.873	1,205	29.266	0,583	19.255	1,520	No
189	26.912	0,552	20.227	1,331	28.799	0,685	25.109	1,147	30.687	0,577	21.139	1,452	No
190	23.752	0,556	17.690	1,343	25.390	0,689	21.896	1,160	27.027	0,580	18.451	1,465	No
191	22.509	0,584	29.212	0,771	26.048	0,705	35.225	0,739	29.587	0,625	31.241	0,947	Sì
192	7.044	0,371	20.068	0,351	10.683	0,615	33.277	0,321	14.321	0,578	31.230	0,459	Sì
193	7.853	0,374	12.372	0,635	9.554	0,603	19.926	0,479	11.254	0,498	16.446	0,684	Sì
194	8.131	0,373	13.665	0,595	10.019	0,602	22.077	0,454	11.906	0,503	18.429	0,646	Sì
195	7.642	0,373	11.846	0,645	9.279	0,602	19.156	0,484	10.916	0,496	15.757	0,693	Sì
196	6.642	0,363	18.142	0,366	10.006	0,613	30.629	0,327	13.370	0,572	28.580	0,468	Sì

#### Parete : 11

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
203	320	60	5,333	0,068	0,036	0,077	Sì
204	320	60	5,333	0,089	0,046	0,096	Sì
205	320	60	5,333	0,094	0,049	0,101	Sì
206	320	60	5,333	0,070	0,037	0,081	Sì
207	365	50	7,300	0,109	0,060	0,134	Sì
208	365	50	7,300	0,124	0,064	0,134	Sì
209	365	50	7,300	0,100	0,055	0,123	Sì
210	335	50	6,700	0,132	0,084	0,251	Sì
211	335	50	6,700	0,159	0,089	0,201	Sì
212	335	50	6,700	0,124	0,079	0,238	Sì

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
203	46.805	0,723	58.967	0,794	52.214	0,851	69.424	0,752	57.624	0,752	61.373	0,939	Sì
204	124.048	0,680	87.293	1,421	130.357	0,819	105.182	1,239	136.667	0,692	88.862	1,538	No
205	23.903	0,670	16.766	1,426	25.133	0,812	20.311	1,237	26.363	0,683	17.098	1,542	No
206	39.789	0,711	53.290	0,747	44.758	0,846	63.437	0,706	49.728	0,745	55.822	0,891	Sì
207	90.141	0,567	117.396	0,768	105.879	0,737	152.448	0,695	121.617	0,616	127.394	0,955	Sì
208	14.435	0,567	9.457	1,526	15.294	0,722	12.057	1,269	16.154	0,587	9.790	1,650	No





209	25.427	0,587	36.670	0,693	30.178	0,751	46.932	0,643	34.929	0,632	39.509	0,884	Sì
210	24.106	0,347	71.872	0,335	38.793	0,674	139.463	0,278	53.480	0,583	120.686	0,443	Sì
211	5.157	0,447	7.454	0,692	6.016	0,666	11.111	0,541	6.876	0,530	8.845	0,777	Sì
212	6.961	0,373	23.288	0,299	11.395	0,688	43.015	0,265	15.829	0,599	37.414	0,423	Sì

### Parete : 12

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
219	320	60	5,333	0,064	0,043	0,078	Sì
220	320	50	6,400	0,085	0,045	0,095	Sì
221	320	50	6,400	0,081	0,042	0,086	Sì
222	320	50	6,400	0,083	0,044	0,095	Sì
223	365	50	7,300	0,097	0,054	0,121	Sì
224	365	50	7,300	0,109	0,057	0,121	Sì
225	365	50	7,300	0,099	0,054	0,122	Sì
226	335	50	6,700	0,127	0,081	0,244	Sì
227	335	50	6,700	0,136	0,078	0,185	Sì
228	335	50	6,700	0,124	0,080	0,241	Sì

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
219	25.609	0,718	44.307	0,578	30.370	0,829	51.133	0,594	35.132	0,762	47.001	0,747	Sì
220	121.381	0,659	120.332	1,009	133.489	0,801	146.272	0,913	145.596	0,679	124.030	1,174	No
221	12.412	0,677	7.525	1,649	12.958	0,810	9.003	1,439	13.504	0,688	7.641	1,767	No
222	4.846	0,660	5.497	0,881	5.398	0,803	6.688	0,807	5.951	0,682	5.685	1,047	No
223	70.075	0,591	107.992	0,649	83.965	0,755	137.920	0,609	97.854	0,637	116.426	0,840	Sì
224	6.876	0,592	6.580	1,045	7.448	0,744	8.270	0,901	8.020	0,615	6.836	1,173	No
225	24.277	0,590	35.224	0,689	28.819	0,753	44.978	0,641	33.361	0,634	37.893	0,880	Sì
226	20.569	0,362	66.059	0,311	33.531	0,682	124.646	0,269	46.493	0,593	108.324	0,429	Sì
227	2.379	0,480	5.332	0,446	2.951	0,693	7.704	0,383	3.523	0,576	6.396	0,551	Sì
228	6.503	0,367	21.945	0,296	10.742	0,688	41.072	0,262	14.981	0,599	35.763	0,419	Sì

### Parete : 13

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
248	320	60	5,333	0,085	0,054	0,100	Sì
249	320	60	5,333	0,097	0,053	0,101	Sì
250	320	60	5,333	0,093	0,052	0,100	Sì
251	320	60	5,333	0,077	0,043	0,082	Sì
252	320	60	5,333	0,072	0,043	0,080	Sì
253	365	50	7,300	0,117	0,072	0,135	Sì
254	375	50	7,500	0,120	0,074	0,135	Sì
255	375	50	7,500	0,038	0,038	0,038	Sì





256	375	50	7,500	0,095	0,062	0,106	Si
257	365	50	7,300	0,104	0,070	0,125	Si
258	335	50	6,700	0,149	0,116	0,241	Si
259	335	50	6,700	0,190	0,120	0,237	Si
260	345	50	6,900	0,176	0,126	0,244	Si
261	345	50	6,900	0,143	0,120	0,225	Si
262	335	50	6,700	0,144	0,118	0,249	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
248	12.412	0,670	21.559	0,576	14.105	0,793	25.505	0,553	15.799	0,701	22.536	0,701	Si
249	32.620	0,670	22.021	1,481	33.543	0,798	26.211	1,280	34.466	0,678	22.271	1,548	No
250	45.318	0,672	33.929	1,336	47.505	0,800	40.407	1,176	49.691	0,684	34.552	1,438	No
251	33.198	0,708	24.438	1,358	34.692	0,827	28.545	1,215	36.186	0,723	24.926	1,452	No
252	35.161	0,715	41.709	0,843	38.232	0,827	48.272	0,792	41.304	0,739	43.139	0,957	Si
253	11.084	0,564	9.239	1,200	12.378	0,699	11.448	1,081	13.673	0,600	9.828	1,391	No
254	9.049	0,560	7.942	1,139	9.896	0,688	9.753	1,015	10.743	0,590	8.363	1,285	No
255	24.205	0,800	34.231	0,707	26.407	0,800	34.231	0,771	28.609	0,800	34.231	0,836	Si
256	16.467	0,617	17.318	0,951	17.911	0,726	20.363	0,880	19.355	0,637	17.866	1,083	No
257	21.831	0,583	28.368	0,770	25.272	0,704	34.227	0,738	28.713	0,624	30.355	0,946	Si
258	4.575	0,368	9.859	0,464	6.378	0,613	16.422	0,388	8.181	0,549	14.720	0,556	Si
259	7.073	0,376	7.630	0,927	8.117	0,605	12.278	0,661	9.161	0,469	9.510	0,963	Si
260	9.207	0,356	15.271	0,603	11.416	0,590	25.345	0,450	13.626	0,493	21.145	0,644	Si
261	3.711	0,395	10.811	0,343	5.119	0,601	16.448	0,311	6.528	0,558	15.269	0,428	Si
262	6.766	0,352	16.868	0,401	9.989	0,609	29.174	0,342	13.213	0,560	26.848	0,492	Si

(\*) Elementi di copertura

## Analisi dei meccanismi locali

### Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'analisi di possibili meccanismi locali.

Quest'ultimi risultano importanti nel caso in cui la scatolarità dell'edificio non sia garantita a causa di collegamenti non adeguati o tra le pareti ortogonali o tra solaio e parete.

### Metodo di analisi



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -







Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti. L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi  $\alpha_0$  che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare 617-C8.7.1.2.1.1).
- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione  $a_z$  a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi  $\alpha_0$ .

## Metodo di verifica

### Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLV}(T=0) = a_{g,SLV} \cdot S$$

$$a_{z,SLV} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC} \cdot q$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = \sqrt{\sum a_{z,k}^2(z)}$$

$$a_{z,k}(z) = S_{e,SLV}(T_k, \xi_k) \cdot |\gamma_k \cdot \Psi_k(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_k^2}$$

In base al capitolo §C7.2.3 è consentito riferirsi al solo primo modo di vibrare significativo per la direzione significativa, si assume quindi  $k=1$ .

$$a_z(z) = S_{e,SLV}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

- $S_e(T, \xi)$ : spettro di risposta elastico al suolo, valutato per il periodo equivalente  $T$  e lo smorzamento viscoso equivalente  $\xi$  (5%) dell'elemento non strutturale, dell'impianto o del meccanismo locale considerato;
- $\gamma_k$ :  $k$ -esimo coefficiente di partecipazione modale della costruzione;
- $\Psi_k(z)$ : valore della  $k$ -esima forma modale alla quota  $z$  nella posizione in pianta dove è collocato il meccanismo locale da verificare;
- $a_{z,k}$ : contributo del  $k$ -esimo modo alla accelerazione massima di piano.

### Stato limite di Danno (SLD)

Nel caso di edifici esistenti in muratura, anche in considerazione delle giustificate esigenze di conservazione, pur essendo auspicabile il soddisfacimento di questo stato limite, la sua verifica non è obbligatoria.

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLD}(T=0) = a_{g,SLD} \cdot S$$

$$a_{z,SLD} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$



$$a_z(z) = S_{e,SLD}(T_1, \xi_1) \cdot |Y_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

## Descrizione cinematismi

### Cinematismo: PROSPETTO SUD-OVEST - CINE1

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	616	0	497	-110.093	10

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	0	10	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,062
az,SLV [m/s2]	1,2513
az(0) (SLV) [m/s2]	2,4222
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	0,52
az,SLD [m/s2]	0,6256
az(0) (SLD) [m/s2]	1,0595
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	0,59

### Cinematismo: PROSPETTO SUD-OVEST - CINE2

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
2	617	0	691	-69.762	10

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	330	10	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,062
az,SLV [m/s2]	1,1550
az(0) (SLV) [m/s2]	2,4222
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	0,48
az,SLD [m/s2]	0,5775
az(0) (SLD) [m/s2]	1,0595
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	0,55

### Cinematismo: PROSPETTO SUD-OVEST - CINE3

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
3	617	0	883	-33.021	10





Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	715	10	0

Moltiplicatore attivazione ( $\alpha_0$ )	0,122
$a_z$ ,SLV [m/s <sup>2</sup> ]	2,2068
$a_z(z)$ (SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	5,1121
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	0,43
$a_z$ ,SLD [m/s <sup>2</sup> ]	1,1034
$a_z(z)$ (SLD) [m/s <sup>2</sup> ]	2,2452
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	0,49

### Cinematismo: PROSPETTO NORD-OVEST - CINE1

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
4	278	0	472	-45.743	8

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	0	8	0

Moltiplicatore attivazione ( $\alpha_0$ )	0,060
$a_z$ ,SLV [m/s <sup>2</sup> ]	1,2600
$a_z(0)$ (SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	2,4222
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	0,52
$a_z$ ,SLD [m/s <sup>2</sup> ]	0,6300
$a_z(0)$ (SLD) [m/s <sup>2</sup> ]	1,0595
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	0,59

### Cinematismo: PROSPETTO NORD-OVEST - CINE2

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
5	278	0	686	-27.358	8

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	330	8	0

Moltiplicatore attivazione ( $\alpha_0$ )	0,065
$a_z$ ,SLV [m/s <sup>2</sup> ]	1,2825
$a_z(0)$ (SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	2,4222
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	0,53
$a_z$ ,SLD [m/s <sup>2</sup> ]	0,6413
$a_z(0)$ (SLD) [m/s <sup>2</sup> ]	1,0595
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	0,61



## Cinematismo: PROSPETTO NORD-OVEST - CINE3

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
6	278	0	878	-12.844	8

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	715	8	0

Moltiplicatore attivazione ( $\alpha_0$ )	0,132
$a_z$ ,SLV [m/s <sup>2</sup> ]	2,6671
$a_z(z)$ (SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	5,1121
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	0,52
$a_z$ ,SLD [m/s <sup>2</sup> ]	1,3336
$a_z(z)$ (SLD) [m/s <sup>2</sup> ]	2,0850
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	0,64

## 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.



**S.A.G.I. S.r.l.**  
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria  
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)  
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580  
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





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
5	57.040	236.726	0,36	109.063	1.298.875	29,73	11,91	Si
6	9.399	33.459	0,51	29.521	168.965	14,29	5,72	Si
7	6.749	17.524	0,51	15.462	103.744	16,75	6,71	Si
8	10.844	36.497	0,51	32.202	190.549	14,77	5,92	Si
9	3.088	33.459	0,66	32.614	70.074	5,36	2,15	Si
10	2.140	17.524	0,66	17.082	46.965	6,86	2,75	Si
11	3.659	36.497	0,66	35.576	82.305	5,78	2,31	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
42	26.405	56.389	0,36	25.979	421.214	40,48	16,21	Si
43	25.931	28.900	0,36	13.315	79.930	14,99	6,00	Si
44	26.582	30.472	0,36	14.039	101.821	18,11	7,25	Si
45	19.139	37.821	0,36	17.424	283.614	40,64	16,28	Si
46	29.845	60.941	0,36	28.076	456.863	40,63	16,27	Si
47	27.181	30.804	0,36	14.192	95.910	16,87	6,76	Si
48	25.854	30.239	0,36	13.931	112.459	20,15	8,07	Si
49	15.631	37.392	0,36	17.227	272.901	39,55	15,84	Si
50	15.555	46.105	0,51	40.680	257.680	15,81	6,33	Si
51	15.462	21.838	0,51	19.268	112.861	14,62	5,86	Si
52	15.733	21.834	0,51	19.265	109.909	14,24	5,71	Si
53	12.005	28.861	0,51	25.465	175.287	17,19	6,88	Si
54	20.083	48.128	0,51	42.464	292.568	17,20	6,89	Si
55	15.877	20.358	0,51	17.962	87.363	12,14	4,86	Si
56	15.280	19.886	0,51	17.546	88.489	12,59	5,04	Si
57	9.485	28.503	0,51	25.149	158.215	15,71	6,29	Si
58	6.045	46.105	0,66	44.942	131.303	7,29	2,92	Si
59	5.745	21.838	0,66	21.287	105.844	12,41	4,97	Si
60	5.694	21.834	0,66	21.283	105.233	12,34	4,94	Si
61	4.311	28.861	0,66	28.133	91.684	8,14	3,26	Si
62	7.388	48.128	0,66	46.913	156.345	8,32	3,33	Si
63	5.568	20.358	0,66	19.844	101.124	12,72	5,10	Si
64	5.673	19.886	0,66	19.385	101.362	13,05	5,23	Si
65	4.326	28.503	0,66	27.784	91.737	8,24	3,30	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
68	51.721	257.125	0,36	118.461	1.239.518	26,12	10,46	Si
69	8.712	51.930	0,51	23.905	181.259	18,93	7,58	Si
70	6.722	34.823	0,51	16.031	135.605	21,12	8,46	Si
71	5.522	21.994	0,51	10.125	103.392	25,50	10,21	Si
72	3.587	41.866	0,66	40.810	81.982	5,02	2,01	Si
73	3.873	41.186	0,66	40.147	87.725	5,46	2,19	Si
74	2.171	21.427	0,66	20.886	48.768	5,83	2,33	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
78	4.998	11.816	0,36	5.444	43.662	20,02	8,02	Si
79	31.044	98.643	0,36	45.446	322.090	17,69	7,09	Si
80	3.527	20.194	0,51	9.296	43.667	11,73	4,70	Si
81	26.384	168.586	0,51	77.607	333.826	10,74	4,30	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
87	50.393	114.389	0,36	52.700	704.819	33,39	13,37	Si
88	161.833	246.854	0,36	113.729	1.393.458	30,59	12,25	Si
89	52.707	104.479	0,36	48.135	652.943	33,87	13,56	Si
90	20.683	58.438	0,51	51.560	334.068	16,18	6,48	Si
91	99.048	217.101	0,51	191.551	1.346.481	17,55	7,03	Si
92	53.095	183.101	0,51	161.553	942.464	14,56	5,83	Si
93	7.286	58.438	0,66	56.963	159.438	6,99	2,80	Si
94	39.960	221.347	0,66	215.761	818.650	9,47	3,79	Si
95	6.163	22.667	0,66	22.095	112.186	12,68	5,08	Si
96	16.179	106.604	0,66	103.914	343.089	8,24	3,30	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
97	46.112	128.563	0,36	59.230	443.595	18,70	7,49	Si
98	31.995	221.770	0,51	102.089	410.689	10,04	4,02	Si
99	11.464	221.770	0,66	112.786	163.065	3,61	1,45	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
----	-----------	-----------	------------------------	-------------	-------------	--------------------------	---------	------------







113	52.010	129.400	0,36	59.616	933.166	39,08	15,65	Si
114	52.622	123.029	0,36	56.681	903.436	39,79	15,94	Si
115	54.481	128.159	0,36	59.044	939.625	39,73	15,91	Si
116	54.148	131.529	0,36	60.597	955.687	39,38	15,77	Si
117	30.885	107.833	0,51	95.143	550.974	14,46	5,79	Si
118	33.710	102.524	0,51	90.459	565.657	15,61	6,25	Si
119	35.012	106.799	0,51	94.230	588.349	15,59	6,24	Si
120	30.901	109.608	0,51	96.708	554.732	14,32	5,74	Si
121	12.251	107.833	0,66	105.112	271.474	6,45	2,58	Si
122	12.571	102.524	0,66	99.937	275.732	6,89	2,76	Si
123	12.875	106.799	0,66	104.104	283.071	6,79	2,72	Si
124	12.434	109.608	0,66	106.842	275.580	6,44	2,58	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
137	10.162	28.476	0,36	13.119	196.064	37,31	14,94	Si
138	24.387	70.121	0,36	32.306	477.165	36,88	14,77	Si
139	11.202	29.754	0,36	13.708	209.540	38,16	15,29	Si
140	6.845	25.501	0,51	22.500	125.193	13,89	5,56	Si
141	6.943	17.708	0,51	15.624	105.522	16,86	6,75	Si
142	7.042	17.705	0,51	15.621	106.026	16,95	6,79	Si
143	6.907	24.795	0,51	21.877	124.574	14,22	5,69	Si
144	2.523	25.501	0,66	24.857	56.841	5,71	2,29	Si
145	1.853	17.708	0,66	17.261	41.468	6,00	2,40	Si
146	1.835	17.705	0,66	17.258	41.128	5,95	2,38	Si
147	2.835	24.795	0,66	24.170	62.773	6,48	2,60	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
154	60.425	257.125	0,36	118.461	1.386.752	29,23	11,71	Si
155	7.330	24.792	0,51	21.874	129.066	14,73	5,90	Si
156	7.874	26.563	0,51	23.437	138.493	14,75	5,91	Si
157	7.041	23.729	0,51	20.937	123.791	14,76	5,91	Si
158	7.892	27.625	0,51	24.374	140.931	14,44	5,78	Si
159	2.715	24.792	0,66	24.166	60.448	6,24	2,50	Si
160	2.273	26.563	0,66	25.892	51.965	5,01	2,01	Si
161	2.128	23.729	0,66	23.130	48.435	5,23	2,09	Si
162	2.608	27.625	0,66	26.928	59.037	5,47	2,19	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
----	-----------	-----------	------------------------	-------------	-------------	--------------------------	---------	------------





182	28.099	82.731	0,36	38.115	556.659	36,46	14,60	Si
183	32.650	50.550	0,36	23.289	346.844	37,18	14,89	Si
184	32.003	56.093	0,36	25.843	412.326	39,83	15,96	Si
185	29.044	48.651	0,36	22.414	351.160	39,11	15,67	Si
186	30.224	76.489	0,36	35.239	548.435	38,86	15,56	Si
187	19.447	68.942	0,51	60.829	349.034	14,33	5,74	Si
188	19.365	42.125	0,51	37.167	261.569	17,57	7,04	Si
189	19.750	46.744	0,51	41.243	285.136	17,26	6,91	Si
190	17.257	40.543	0,51	35.772	247.789	17,29	6,93	Si
191	18.250	63.741	0,51	56.240	325.621	14,46	5,79	Si
192	7.376	68.942	0,66	67.202	164.680	6,12	2,45	Si
193	6.737	42.125	0,66	41.062	141.482	8,60	3,45	Si
194	7.047	46.744	0,66	45.565	149.608	8,20	3,28	Si
195	6.432	40.543	0,66	39.520	135.296	8,55	3,42	Si
196	6.815	63.741	0,66	62.132	152.156	6,11	2,45	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
203	36.949	104.040	0,36	47.933	714.801	37,23	14,91	Si
204	89.937	163.718	0,36	75.427	1.215.926	40,25	16,12	Si
205	17.349	31.909	0,36	14.701	237.494	40,33	16,15	Si
206	31.700	95.597	0,36	44.043	635.647	36,03	14,43	Si
207	74.150	263.861	0,51	232.808	1.332.812	14,29	5,72	Si
208	10.171	21.279	0,51	18.775	132.734	17,65	7,07	Si
209	21.469	79.664	0,51	70.289	392.078	13,93	5,58	Si
210	28.076	263.861	0,66	257.202	627.219	6,09	2,44	Si
211	3.675	21.279	0,66	20.742	76.002	9,15	3,66	Si
212	8.469	79.664	0,66	77.653	189.215	6,08	2,44	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
219	21.766	78.625	0,36	36.223	472.206	32,55	13,04	Si
220	92.792	232.873	0,36	107.288	1.395.441	32,47	13,01	Si
221	9.053	14.168	0,36	6.527	81.707	31,25	12,52	Si
222	3.816	10.625	0,36	4.895	61.138	31,18	12,49	Si
223	58.845	232.875	0,51	205.469	1.099.386	13,36	5,35	Si
224	5.054	14.167	0,51	12.499	81.276	16,23	6,50	Si
225	20.706	76.145	0,51	67.184	376.882	14,01	5,61	Si
226	24.248	232.875	0,66	226.998	543.074	5,97	2,39	Si
227	1.827	14.167	0,66	13.809	39.781	7,19	2,88	Si
228	7.866	76.145	0,66	74.224	176.346	5,93	2,38	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
248	9.930	41.001	0,36	18.890	225.758	29,84	11,95	Si
249	23.031	41.891	0,36	19.300	311.068	40,24	16,12	Si
250	32.921	64.383	0,36	29.662	482.626	40,62	16,27	Si
251	24.474	43.984	0,36	20.264	325.681	40,13	16,07	Si
252	27.388	74.392	0,36	34.273	519.145	37,82	15,15	Si
253	8.574	20.886	0,51	18.428	126.356	17,12	6,86	Si
254	6.756	18.086	0,51	15.958	105.807	16,55	6,63	Si
255	18.373	54.538	0,51	48.120	304.587	15,80	6,33	Si
256	12.805	35.768	0,51	31.559	205.521	16,26	6,51	Si
257	18.039	61.993	0,51	54.698	319.746	14,59	5,85	Si
258	4.178	34.168	0,66	33.305	91.670	6,87	2,75	Si
259	5.588	25.868	0,66	25.216	109.519	10,84	4,34	Si
260	8.231	54.725	0,66	53.344	174.828	8,18	3,28	Si
261	3.907	34.883	0,66	34.002	86.733	6,37	2,55	Si
262	6.835	61.108	0,66	59.566	151.755	6,36	2,55	Si