

**PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI:  
ING. ANDREA CECILIA**

STUDIO: Via Raccuini 18, 02100 Rieti - Tel. 339 7903894 e-mail: andrea.cecilia@ingpec.eu

# COMUNE DI BORBONA

Emergenza terremoto. "GTS del 28.03.2018: Esecuzione opere di pronto intervento sugli edifici di cui al Fg. 9 p.IIa 546 e 577, in Via San Giuseppe e Fg.10 p.IIa 252 in Piazza Martiri 4 Aprile"

## PROGETTO ESECUTIVO



Stralcio B:  
OPERE DI MESSA IN SICUREZZA IMMOBILE IN PIAZZA  
MARTIRI 4 APRILE (fg.10 part. 252).

PROGETTISTA: ING. ANDREA CECILIA



*Andrea Cecilia*

Data:

MAGGIO 2018

### RELAZIONE TECNICA

01

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B



Emergenza terremoto. << GTS del 28.03.2018: Esecuzione opere di pronto intervento sugli edifici di cui al Fg. 9 p.lla 546 e 577, in Via San Giuseppe , e Fg.10 p.lla 252 in Piazza Martiri 4 Aprile>>

Secondo stralcio:

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA IMMOBILE IN PIAZZA MARTIRI 4 APRILE (fg.10 part. 252)

## RELAZIONE TECNICA

Ing. Andrea Cecilia



*Andrea Cecilia*

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## Indice

Indice.....	2
PREMESSA.....	3
DESCRIZIONE DEL FABBRICATO .....	5
ANALISI DEI DISSESTI.....	6
INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA .....	7
VERIFICHE ANTE OPERAM .....	19
VERIFICHE POST OPERAM .....	53

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## PREMESSA

Il sottoscritto, Ing. Andrea Cecilia, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Rieti con il n. 518, residente in Rieti, Via D. Raccuini n. 18, in esecuzione dell'incarico ricevuto dal Comune di Borbona con determinazione n. 65 del 09/04/2018 per l'"Esecuzione opere di pronto intervento sugli edifici di cui al Fg. 9 p.lla 546 e 577, in Via San Giuseppe e Fg.10 p.lla 252 in Piazza Martiri 4 Aprile", formula la seguente relazione tecnica inerente lo studio dello stato dei luoghi e le prescrizioni tecniche da adottare ai fini della messa in sicurezza dell'area interessata.

Tale relazione tecnica riguarda lo "stralcio B" delle opere di pronto intervento oggetto di incarico e, precisamente le OPERE DI MESSA IN SICUREZZA IMMOBILE IN PIAZZA MARTIRI 4 APRILE (fg.10 part. 252).

## PREMESSO

- Che il fabbricato risulta essere stato classificato con esito di agibilità "B-F" con scheda AeDES del 15/09/2016 ;
- Che in data 20/10/2017, viene segnalato un aggravamento del danno con relazione a firma ing. Cucchiella;
- Che in data 28 marzo 2018 viene effettuato un sopralluogo alla presenza del Tecnico Comunale, Geom. Giuseppe Gregori, dell'ing. Angelo Palluzzi (incaricato dal Comune), dell'arch. Raffaele

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

Sebastiani (VV. FF.), al fine di individuare le idonee opere di messa in sicurezza temporanea post-sisma del fabbricato con la redazione della scheda di valutazione GTS.

- Che nello stesso sopralluogo del 28/03/2018 si prende atto che i fabbricato presenta lesioni tra la parete principale e le pareti trasversali, lungo piazza dei Martiri e via Santa Maria Assunta, riferibili a meccanismi incipienti di ribaltamento fuori del piano.
- Si evidenzia altresì un diffuso quadro fessurativo degli intonaci esterni
- Nel verbale vengono definite le opere di messa in sicurezza consistenti nella “messa in sicurezza dell’intonaco esterno” e interventi di “cerchiature o tirantature da definire come tipologia e nel dettaglio in sede di progettazione

Si procede al rilievo dello stato dei luoghi al fine di individuare le corrette modalità di messa in sicurezza del fabbricato.

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

## DESCRIZIONE DEL FABBRICATO

Il fabbricato in oggetto rappresenta la porzione terminale di un aggregato edilizio, adiacente alla chiesa di Santa Maria Assunta, su Piazza dei Martiri IV Aprile.



### IMMOBILE OGGETTO DI MESSA IN SICUREZZA

Il fabbricato si sviluppa per tre piani fuori terra.

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

Al piano terreno sono presenti magazzini e negozi, con accesso dalla Piazza.

L'accesso alle porzioni residenziali residenza avviene dalla scalinata (al piano primo) e sul retro (al piano secondo).

Il tetto è realizzato in legno.

## **ANALISI DEI DISSESTI**

Dai sopralluoghi effettuati è emerso un quadro fessurativo diffuso, caratterizzato da lesioni grave entità, in particolare sulla parete Sud (che affaccia sulla piazza) e sulla parete Est (sulla scalinata laterale).

Tali pareti appaiono segnate da profonde lesioni, certamente di origine sismica, che segnalano un fenomeno di ribaltamento della parete di facciata.

Per quanto è stato possibile osservare, i dissesti risultano particolarmente evidenti all'interno dei locali sia sulle pareti verticali che sugli orizzontamenti, in corrispondenza del collegamento parete/copertura.

Tale situazione mostra un quadro di dissesto severo su tutta l'unità immobiliare.

Anche gli intonaci esterni risultano segnati e in gran parte distaccati dalla parete.

**Ing. Andrea Cecilia**

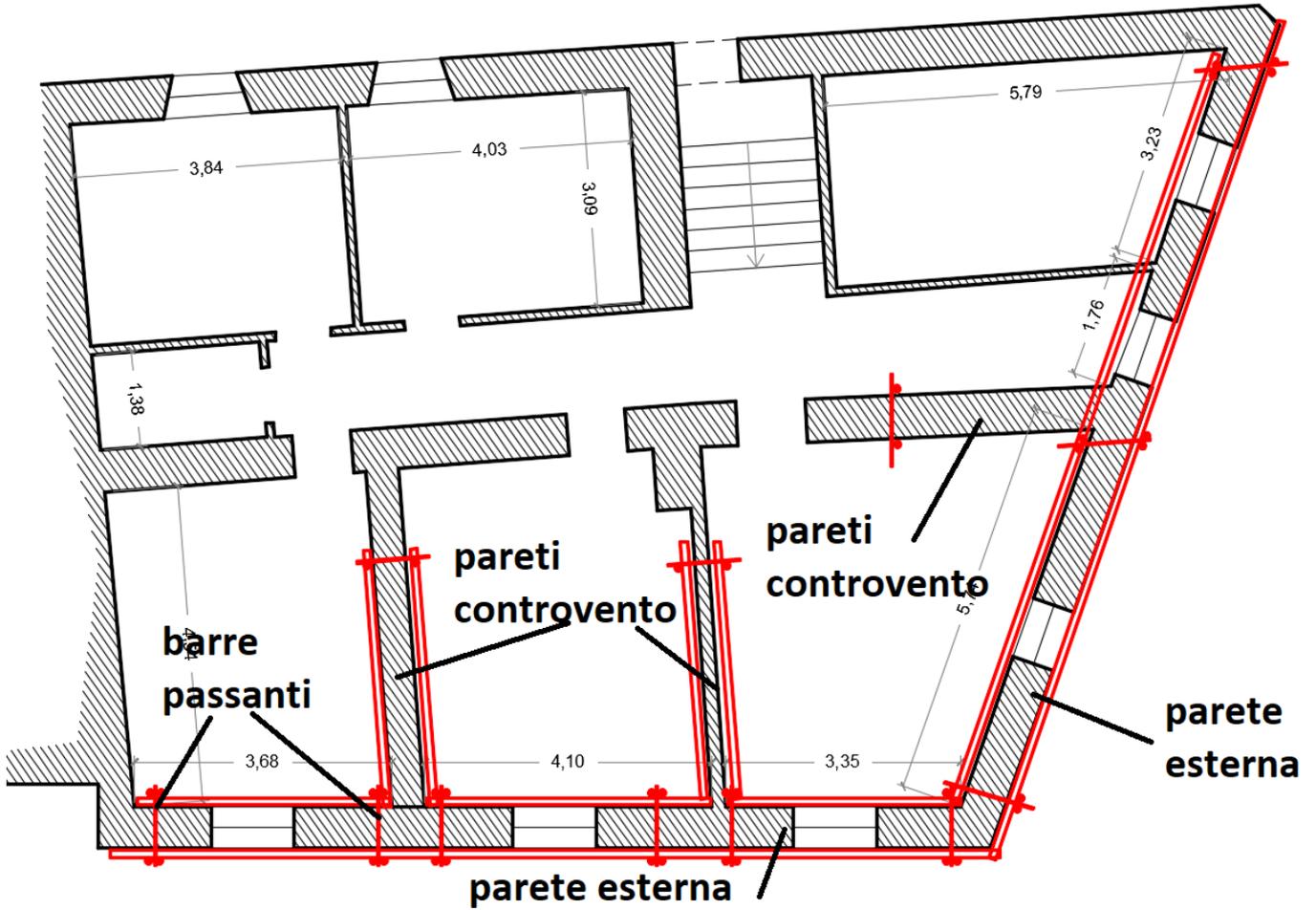
Via Racchini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

## INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA

Tale intervento consisterà essenzialmente nella rimozione di tutte le parti di intonaco distaccate (sulle due facciate esterne Sud ed Est).

A tali pareti verranno successivamente addossate, (previa predisposizione di ponteggio esterno), una rete elettrosaldata con un telo bianco in materiale sintetico, che avranno lo scopo di evitare che successivi distacchi di intonaco possano determinare pericolo per la pubblica incolumità sulla piazza antistante. Tali elementi saranno chiodate alla muratura mediante tasselli meccanici.

Le pareti in muratura verranno messe in sicurezza mediante tirantatura delle stesse: si realizzerà un telaio a tubo e giunto, addossato alla parete esterna, e tirantato mediante barre filettate passanti nella muratura (tipo DYWIDAG di diametro 16mm) e ancorate ai telai interni e alle pareti solidali alle pareti trasversali, come da disegni tecnici allegati. Tale sistema permetterà di ripristinare il collegamento tra parete esterna e pareti di controvento interne, come da schema del piano tipo di seguito riportato.



Al fine di operare in piena sicurezza, il puntellamento della struttura verrà eseguito previa predisposizione di ponteggio perimetrale (sui due lati della struttura sulla piazza e fronte Est);

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Racchini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## VERIFICHE SISMICHE E DIMENSIONAMENTO INTERVENTI

La struttura è stata analizzata in classe d'uso II. L'analisi a permesso di procedere alla valutazione della sicurezza in conformità alle NTC2018. La sicurezza dell'edificio è stata valutata in riferimento ai meccanismi locali di ribaltamento e flessione di parete. Il software utilizzato per la modellazione della struttura è AEDES PCM2018.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali di danno e collasso sono state 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 cinematisimo.

In base al quadro fessurativo che mostra un principio di distacco tra la parete esterna, le murature di controvento e i solai si evidenzia anche dalle verifiche, che in fase sismica il RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA non è scongiurato così come risulta probabile il meccanismo di "FLESSIONE VERTICALE DI PARETE" che si manifesta con la formazione di una cerniera cilindrica orizzontale (o verticale) che divide la parete in due blocchi ed è descritto dalla rotazione reciproca degli stessi attorno a tale asse per azioni fuori dal piano.

L'azione sismica da normativa viene definita in relazione al periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso (2). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

di superamento P<sub>ver</sub> associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità



sismica

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

F<sub>o</sub>: 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;

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali.

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)

F<sub>o</sub> è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F<sub>v</sub> è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

T<sub>b</sub> è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T<sub>c</sub> è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T<sub>d</sub> è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

**Parametri di pericolosità Sismica**

<b>Stato Limite</b>	<b>T<sub>r</sub>[anni]</b>	<b>a<sub>g</sub>/g[-]</b>	<b>F<sub>o</sub>[-]</b>	<b>T<sup>*</sup><sub>c</sub>[s]</b>
Operatività	30	0.077	2.408	0.270
Danno	50	0.102	2.330	0.280
Salvaguardia Vita	475	0.258	2.360	0.340
Prevenzione Collasso	975	0.331	2.400	0.360

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## CARATTERIZZAZIONE MATERIALI

In merito alla conoscenza della costruzione in muratura oggetto della verifica ai fini dell'analisi eseguita, si precisa quanto segue: La geometria strutturale dell'edificio è stata determinata in base semplici operazioni di rilievo e sondaggi sull'immobile.

Le verifiche effettuate sono definite dalle NTC "Verifiche in-situ limitate", basate su rilievi di tipo visivo delle zone senza presenza di intonaco (senza effettuare saggi nella muratura) e basate sulle tipologie tipiche per l'epoca di costruzione e per la zona.

Sul fabbricato sono state eseguite "Indagini in-situ limitate" basate su esami visivi della superficie muraria.

Il *LIVELLO DI CONOSCENZA* preso in considerazione è **LC1**, avendo effettuato il rilievo geometrico, verifiche in situ limitate sui dettagli costruttivi ed indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza utilizzato è  $FC=1.35$ .

Viene presa in considerazione una muratura in pietrame con le caratteristiche prescritte dalla normative per tale tipologia di muratura.

## VERIFICA DELLA STRUTTURA ESISTENTE

### *ANALISI DEI CARICHI*

Località: BORBONA    Provincia: RIETI    Regione: LAZIO  
Altitudine s.l.m.: 760.0 m

## CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI  
Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

**NEVE:**

Zona Neve = II

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1.00

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e = 297 \text{ daN/mq}$

Copertura a due falde:

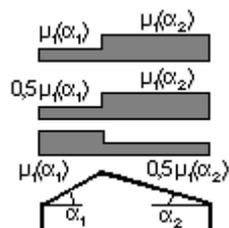
Angolo di inclinazione della falda  $\alpha_1 = 19.0^\circ$

$\mu_1(\alpha_1) = 0.80 \Rightarrow Q_1 = 238 \text{ daN/mq}$

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha_2 = 19.0^\circ$

$\mu_1(\alpha_2) = 0.80 \Rightarrow Q_2 = 238 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



**VENTO:**

Zona vento = 3

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 27 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 500 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 760 \text{ m}$

$K_a = 0.370$  (Tab. 3.3.I)

Velocità di riferimento,  $V_b = V_{b.o} (1 + K_a (A_s/A_o - 1)) = 32.19 \text{ m/s}$

Periodo di ritorno,  $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$  per  $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 32.19 \text{ m/s}$

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

Classe di rugosità del terreno: B  
[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Categoria esposizione: (Entroterra oltre 750 m di altitudine) tipo IV  
( $K_r = 0.22$ ;  $Z_o = 0.30$  m;  $Z_{min} = 8$  m )  
Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 65$  daN/mq

Coefficiente di forma,  $C_p = 1.00$   
Coefficiente dinamico,  $C_d = 1.00$   
Coefficiente di esposizione,  $C_e = 1.78$   
Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1.00$   
Altezza dell'edificio,  $h = 10.00$  m

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 116$  daN/mq

## **TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:**

Zona: II  
 $T_{min} = -12.56^\circ$  [NTC 3.5.3]  
 $T_{max} = 40.48^\circ$  [NTC 3.5.4]

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

### **DESCRIZIONE MODELLO STRUTTURALE**

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando un modello tridimensionale per lo studio cinematico dei meccanismi di collasso.



La struttura ante operam è stata analizzata senza elementi di rinforzo, valutando tutti i meccanismi di collasso attivabili.

I cinematismi che hanno mostrato maggiore probabilità di portare al collasso il fabbricato, coinvolgono la facciata sud, sulla piazza e consistono nel ribaltamento di facciata (del secondo e terzo livello) e

nella flessione della porzione di facciata non adeguatamente

#### 04. RIBALTAMENTO N3

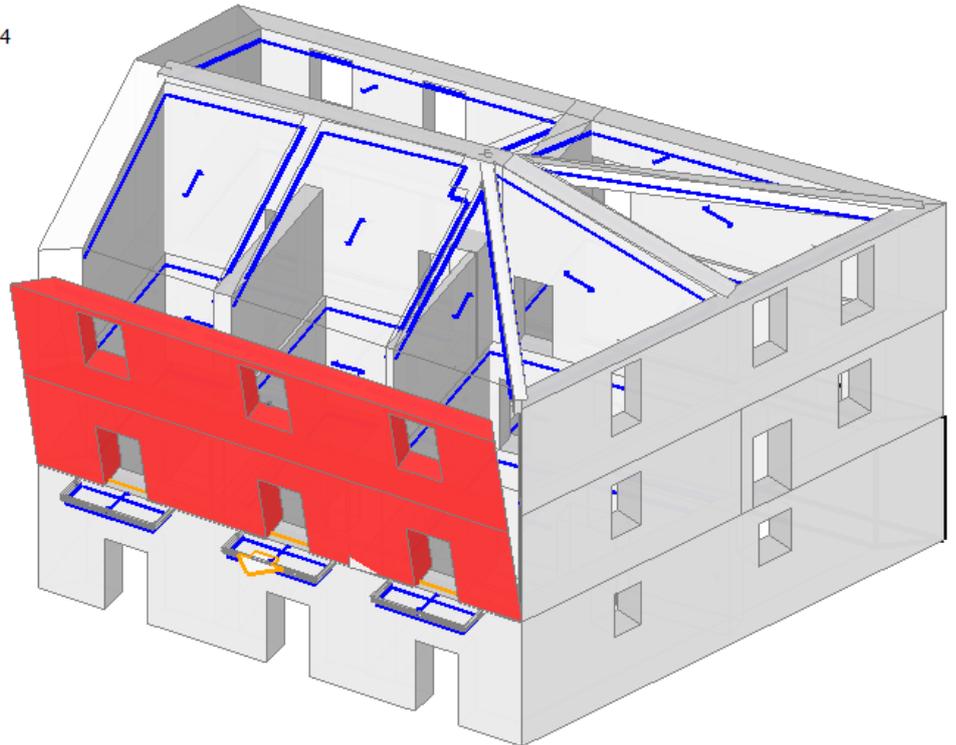
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.059$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.108 / 0.344 = 0.314$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 26 / 475 = 0.055$



MECCANISMO DI FLESSIONE

ammorsata alle murature di controvento (che mostra le maggiori lesioni di distacco)

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

#### 06. FLESSIONE N2

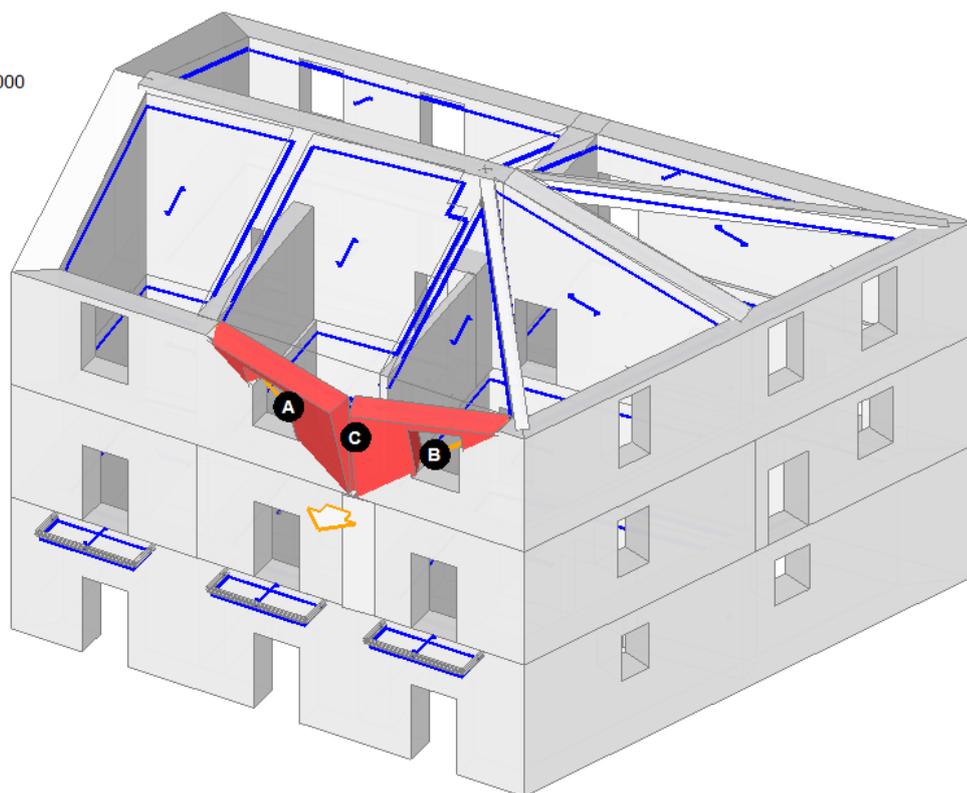
Flessione di parete vincolata ai bordi

$\alpha_0 = 0.000$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.000 / 0.344 = 0.000$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 0 / 475 = 0.000$



### DIMENSIONAMENTO RINFORZI

Per contrastare i meccanismi locali ed eliminare le vulnerabilità, in base alle verifiche eseguite, che si allegano di seguito, si è accertato che l'intervento proposto con l'ancoraggio delle facciate mediante barre dywidag da 16mm, che collegano il telaio esterno in tubi e giunto ai telai interni che incatenano in controventi, risulta molto efficace e dimensionato ampiamente in sicurezza:

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

Dalle verifiche eseguite (che si riportano di seguito), inserendo nel calcolo, in favore di sicurezza, soltanto gli incatenamenti del secondo e terzo livello (escludendo il primo), la trazione sull'incatenamento maggiormente sollecitato, in caso di sisma pari a quello massimo previsto dalla normativa, risulterebbe pari a circa 15kN, di gran lunga inferiore alle resistenze effettive (pari a oltre 70kN).

Si riportano di seguito le verifiche ante e post operam.

Ing. Andrea Cecilia



*Andrea Cecilia*

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## VERIFICHE ANTE OPERAM

### Indice

#### 1. ANALISI CINEMATICA LINEARE

#### 2. 1) FLESSIONE N1

#### 3. 2) RIBALTAMENTO N1

#### 4. 3) RIBALTAMENTO N2

#### 5. 4) RIBALTAMENTO N3

#### 6. 5) RIBALTAMENTO N4

#### 7. 6) FLESSIONE N2

#### 8. 7) FLESSIONE N3

#### 9. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## ANALISI DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO IN EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA (ANALISI CINEMATICA)

(D.M.17.1.2018 (NTC18), §8.7.1, Circ. 617 del 2.2.2009: §C8A.4)

Negli edifici esistenti in muratura, come hanno dimostrato anche gli eventi sismici più recenti, i collassi più frequenti sono determinati dalla formazione di cinematismi: porzioni murarie di dimensioni rilevanti si distaccano dalle strutture e ruotano come corpi rigidi; è tipico il ribaltamento delle parti superiori delle facciate verso l'esterno.

Durante la sollecitazione sismica, le azioni di tipo stabilizzante (pesi propri e carichi verticali dai solai, azioni da tiranti) si oppongono alle instabilizzanti (dovute a strutture spingenti e ad azioni orizzontali di tipo sismico proporzionali alle masse, cioè ai pesi). Quando a causa del sisma le azioni instabilizzanti superano un certo valore, si forma il meccanismo di collasso.

Pertanto, la sicurezza strutturale può essere indagata studiando i cinematismi che possono formarsi nell'opera muraria e definendo per ognuno di essi il moltiplicatore di collasso, ossia l'entità dell'input sismico che lo attiva generando il ribaltamento.

Al moltiplicatore di collasso è legata l'accelerazione al suolo  $a_g$  (cfr. §C8.A.4). Con riferimento ad uno stato limite di interesse (lo Stato Limite di Danno o lo Stato Limite ultimo SLV di salvaguardia della Vita), attraverso le relazioni biunivoche che legano: accelerazione alla base della struttura PGA (che può tenere conto degli effetti di suolo o essere considerata pari all'accelerazione di picco  $a_g$  su suolo rigido), periodo di ritorno  $T_R$  e probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$ , determinata una di queste grandezze restano definite le altre. In tal modo, è possibile esprimere un indicatore di rischio sismico (definito dal rapporto tra capacità e domanda) in termini di PGA o di periodo di ritorno: quando l'indicatore è  $\geq 1$ , la verifica di sicurezza è soddisfatta.

Un'importante ipotesi riguarda la monoliticità delle pareti: ad una muratura che può disgregarsi non si può attribuire la qualifica di corpo rigido. D'altra parte, alcuni Autori [1] hanno notato che la presenza di carico verticale sulla parete, insieme ai collegamenti trasversali (diatoni) conferisce alla parete stessa il comportamento di tipo monolitico. La presenza di giaciture orizzontali, inoltre, assicura la regolarità geometrica nella formazione dei cinematismi. Di fatto, l'analisi sismica condotta con metodi cinematici fornisce risultati idonei se la tessitura della parete è sufficientemente regolare e con buoni collegamenti trasversali.

In pratica, volendo definire un ordine secondo cui le strutture di un fabbricato in muratura devono essere analizzate, è possibile identificare tre stadi progressivi.

I) Se la muratura è disgregata, caotica e con malta di scarsa qualità, è impossibile il comportamento a corpo rigido. Né l'analisi cinematica né (a maggior ragione) le analisi elastiche o ultraelastiche possono identificare un parametro di capacità antisismica. La struttura deve essere consolidata comunque, se non ricostruita: si tratta di uno stato di fatto a capacità teoricamente nulla.

II) La muratura è sufficientemente organizzata in modo da potersi comportare come corpo rigido. L'analisi cinematica studia i meccanismi locali di collasso e definisce la capacità antisismica dei singoli elementi strutturali costituenti il complesso del fabbricato (singole pareti, volte, ecc.).

III) Superati i controlli di cui alle due fasi precedenti, il complesso murario mostra un comportamento scatolare: a questo punto (e solo a questo punto) può essere adeguatamente studiato con metodi elasto-plastici, quali le analisi pushover. Per elasticità si intende una fase deformativa iniziale reversibile; per plasticità una fase successiva caratterizzata da spostamenti permanenti. Il comportamento della muratura non

è 'plastico' nel senso tradizionale del termine: la struttura è un solido a geometria variabile con lo stato di sollecitazione. Incrementando l'azione orizzontale, lo scheletro resistente si modifica; si formano cerniere progressive per superamenti locali della scarsa o nulla resistenza a trazione ed infine si giunge ad una labilità (meccanismo di collasso complessivo dell'edificio, che di fatto costituisce lo stadio finale di un'analisi pushover: essa può essere vista come la ricerca, per via statica, del cinematismo d'insieme del fabbricato).

Per l'edificio esistente, l'analisi verrà svolta anzitutto sullo Stato Attuale (Stato di fatto). Gli interventi di miglioramento richiederanno poi il confronto fra lo Stato di Progetto e lo Stato di Attuale, volto a quantificare l'entità del miglioramento conseguito.

Nello Stato Attuale, le verifiche degli stadi II) e III) verranno o meno eseguite a seconda che l'edificio si trovi in sicurezza oppure no nei confronti della cattiva organizzazione muraria. Nello Stato di Progetto, invece, lo stadio I) deve necessariamente essere superato, e le strutture consolidate saranno certamente sottoposte alle verifiche degli stadi II) e III).

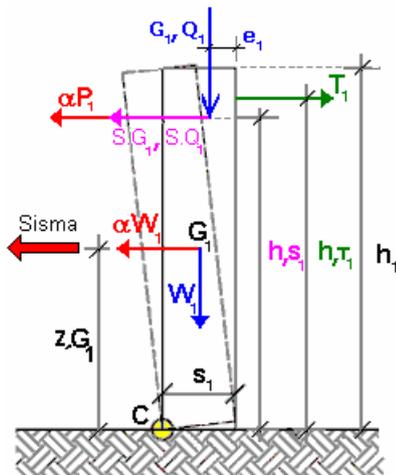
In Analisi Cinematica viene considerato il modello di corpo rigido, ed il moto della struttura si attiva quando l'input sismico raggiunge un'intensità sufficiente a generare la formazione di un cinematismo.

L'analisi cinematica lineare procede secondo i seguenti punti:

1. si sceglie un cinematismo e si descrive nei suoi termini parametrici;
2. si calcola il moltiplicatore di collasso e la corrispondente accelerazione di attivazione del meccanismo;
3. si esegue la verifica di sicurezza confrontando l'accelerazione al suolo PGA che attiva il cinematismo (capacità) con l'accelerazione relativa al sito della costruzione (domanda) (il confronto può essere condotto equivalentemente in termini di  $T_R$ ); la verifica viene condotta in generale sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di danno (si osservi che per Normativa la verifica a stato limite di danno non è strettamente richiesta).

#### Accelerazione di attivazione del meccanismo

Nel seguito, si descrive l'impostazione tipica di un problema di analisi cinematica lineare; per fissare le idee, viene fatto riferimento al ribaltamento semplice di una parete monopiano rispetto ad un asse di rotazione posto alla base in corrispondenza dello spigolo esterno.



**Fig. 1. Ribaltamento semplice di parete monopiano**

Secondo la Normativa vigente (D.M. 14.1.2008, §3.2.4), i carichi da considerare in fase sismica sono i seguenti:

- Carico statico da solaio:  $P_1 = G_1 + \psi_{21} \cdot Q_1$
- Spinta totale esercitata dal solaio (ad esempio, proveniente da una struttura voltata):  $S_{tot} = S_{G1} + \psi_{21} \cdot S_{Q1}$   
 dove  $\psi_{21}$  = coeff. di combinazione quasi permanente  $\psi_2$  per  $Q_1$  (§2.5.3).

La parete è stabilizzata dal tirante capace di esercitare il tiro  $T_1$ .

Il ribaltamento della parete avviene facendo cerniera alla base, sullo spigolo esterno (cerniera C in fig. 1; in tal caso per la posizione del polo di rotazione si suppone resistenza a compressione della muratura infinita. Più avanti sarà illustrata la possibilità di considerare un arretramento della cerniera, assumendo un valore finito per la resistenza a compressione). Il cinematismo viene quindi descritto dalla rotazione  $\varphi$  attorno alla cerniera C.

Si applica il Principio dei Lavori Virtuali (§C8A.4.1):

$$\alpha_0 \left( \sum_{i=1}^n P_i \delta_{x,i} + \sum_{j=n+1}^{n+m} P_j \delta_{x,j} \right) - \sum_{i=1}^n P_i \delta_{y,i} - \sum_{h=1}^0 F_h \delta_h = L_{fi}$$

che nel caso in esame, diventa:

$$\alpha_0 (P_1 \cdot \varphi \cdot h_{S1} + W_1 \cdot \varphi \cdot z_{G1}) + (S_{tot} \cdot \varphi \cdot h_{S1}) - [P_1 \cdot \varphi \cdot (s_1 - e_1) + W_1 \cdot \varphi \cdot s_1/2 + T_1 \cdot \varphi \cdot h_{T1}] = 0$$

Semplificando in  $\varphi$  e con le seguenti posizioni la formula può essere scritta in un modo alternativo:

$$\alpha_0 \cdot MR_1 + MR_2 - MS = 0$$

dove:

$MR_1 = (P_1 \cdot h_{S1} + W_1 \cdot z_{G1})$  è il coefficiente moltiplicativo di  $\alpha_0$ ;

$MR_2 = S_{tot} \cdot h_{S1}$  è la parte del momento ribaltante dovuta alla spinta orizzontale, indipendente da  $\alpha_0$ ;

$MS = [P_1 \cdot (s_1 - e_1) + W_1 \cdot s_1/2 + T_1 \cdot h_{T1}]$  è il momento stabilizzante.

Il moltiplicatore di collasso pertanto è uguale a:

$$\alpha_0 = \{ [P_1 \cdot (s_1 - e_1) + W_1 \cdot s_1/2 + T_1 \cdot h_{T1}] - (S_{tot} \cdot h_{S1}) \} / (P_1 \cdot h_{S1} + W_1 \cdot z_{G1})$$

Calcolato il moltiplicatore di collasso  $\alpha_0$ , si deve valutare il valore della massa partecipante al cinematismo, espressa da (§C8A.4.2.2):

$$M^* = \frac{\left( \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i} \right)^2}{g \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2}$$

che nel caso in esame diventa:

$$M^* = (P_1 \cdot \varphi h_{S1} + W_1 \cdot \varphi Z_{G1})^2 / g [(P_1 \cdot (\varphi h_{S1})^2 + W_1 \cdot (\varphi Z_{G1})^2]$$

L'accelerazione di attivazione del meccanismo (o accelerazione sismica spettrale) è espressa da (§C8A.4.4):

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 \sum_{i=1}^{n+m} P_i}{M^* FC} = \frac{\alpha_0 g}{e^* FC}$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

$e^* = gM^* / \sum_{i=1}^{n+m} P_i$  è la frazione di massa partecipante della struttura.

Per l'esempio considerato:  $e^* = gM^* / (P_1 + W_1)$ .

Comune di Borgogna - Prot. n. 0001974 del 18-03-2019

FC è il fattore di confidenza; in questo caso, dove si prescinde dalla resistenza a compressione della muratura, FC deve essere comunque quello relativo al livello di conoscenza LC1:  $FC = 1.35$  (§C8A.1.A.4 - §C8A.4.2.2).

Fino a questo punto non è stato utilizzato alcun dato sismico relativo al sito di ubicazione della struttura: il calcolo dell'accelerazione di attivazione del meccanismo non dipende dai dati sismici, ma soltanto dalla geometria e dai carichi applicati.

#### Capacità in termini di accelerazione. Indicatori di Rischio Sismico

Nel seguito, per fissare le idee, si fa riferimento allo Stato limite ultimo SLV.

Per considerare l'entità del sisma nel sito in esame, si deve fissare il periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R$ . Ad ogni località geografica individuata tramite le proprie coordinate poi sono univocamente collegate:

- la probabilità dell'evento sismico:  $P_{VR,DLV}$  (%) (l'indice D indica la domanda, cioè la richiesta sismica secondo Normativa (D = domanda, V = allo stato limite SLV);
- la domanda in termini di periodo di ritorno:  $T_{R,DLV} = -V_R / (1 - \ln(1 - P_{VR}))$
- la domanda in termini di accelerazione al suolo:  $PGA_{DLV}$  ( $\equiv a_g$  corrispondente a SLV nel caso di PGA definita come accelerazione su suolo rigido, oppure  $a_g-S$  nel caso che PGA tenga conto degli effetti di suolo).

L'accelerazione  $a_0^*$  di attivazione del cinematismo deve essere confrontata con quella richiesta nello Stato Limite di salvaguardia della vita SLV:  $a^*$ .

$a^*$  deve essere calcolata in due possibili modi, considerando poi come valore di progetto quello massimo fra i due:

- 1) considerando il corpo rigido vincolato direttamente al terreno o con un corpo rigidamente collegato ad esso ( $a_1^*$ );
- 2) considerando il corpo rigido in questione collegato al terreno tramite corpi deformabili ( $a_2^*$ ).

Pertanto:  $a^* = \max \{(a_1^*); (a_2^*)\}$

dove:

$a_1^*$  è l'accelerazione spettrale richiesta allo stato limite SLV su sottostante corpo rigido:

$$a_1^* = a_g(P_{VR}) S / q$$

formulazione che si ricava immediatamente dallo spettro di progetto a SLV ponendo  $T=0$  (§3.2.3.2.1, formule (3.2.4)). In pratica,  $[a_g(P_{VR}) \cdot S]$  è l'accelerazione al suolo che tiene conto delle caratteristiche del sito; la divisione per  $q$  è relativa allo spettro allo stato limite ultimo (§3.2.3.5).

$a_2^*$  è l'accelerazione spettrale richiesta allo stato limite SLV su sottostante corpo deformabile:

$$a_2^* = S_e(T_1) \psi(Z) \gamma / q$$

dove:

$T_1$  = periodo fondamentale di vibrazione dell'intera costruzione nella direzione considerata (con riferimento alla fig. 1, si osservi che la direzione considerata è ortogonale alla parete). Se  $T_1$  non è stato calcolato con un'analisi modale applicata alla struttura nel suo complesso, può essere definito in via semplificata tramite la relazione (7.3.5) (§7.3.3.2):

$$T_1 = 0.05 H^{0.75} \text{ (§ 7.3.5.)}, \text{ dove } H \text{ è l'altezza totale dell'edificio.}$$

$S_e(T_1)$  = spettro elastico definito in §3.2.3.2.1 corrispondente a SLV;  $S_e(T_1)$  è ovviamente proporzionale ad  $a_g$  in input per SLV;

$\psi(Z)$  = primo modo di vibrazione nella direzione considerata, posto pari a  $Z/H$ , essendo  $H$  l'altezza di tutto la costruzione rispetto alla fondazione (cioè l'altezza totale dell'edificio cui il corpo considerato appartiene) e  $Z$  la quota del baricentro delle linee di vincolo tra i blocchi interessati dal meccanismo ed il resto della struttura (per la parete dell'esempio è la quota di base della parete stessa);

$\gamma$  = coefficiente di partecipazione modale. Se non noto da analisi modale,  $\gamma$  è calcolabile in via semplificata con la relazione:

$$\gamma = 3N/(2N+1) \text{ con } N \text{ numero di piani della costruzione.}$$

Nell'espressione di  $a^*$ :  $a^* = \max \{(a_1^*); (a_2^*)\}$

$$\text{con: } a_1^* = a_g(P_{VR}) S / q,$$

$$a_2^* = S_e(T_1) \psi(Z) \gamma / q$$

dove  $S_e(T_1)$  contiene il termine in  $a_g(P_{VR})$ ,

è direttamente identificabile la componente  $a_g(P_{VR})$ . E' quindi immediatamente comprensibile come, uguagliando l'accelerazione di attivazione del meccanismo  $a_0^*$  all'espressione dell'accelerazione richiesta  $a^*$ , resti determinato univocamente un valore di  $a_g$ : è questa la capacità in termini di accelerazione dell'elemento strutturale nei confronti del cinematismo:  $PGA_{CLV}$  ( $C$  = capacità,  $LV$  = allo stato limite SLV). Un valore maggiore dell'accelerazione al suolo, quindi, innesca il meccanismo di collasso.

L'equazione  $a_0^*=a^*$  che fornisce  $PGA_{CLV}$  è di tipo non lineare. Infatti, sia  $a_g$  sia i parametri di spettro  $F_0$  e  $T_C^*$  sono tabulati in funzione del periodo di ritorno, nel reticolo sismico fornito dal D.M. 14.1.2008. Da essi dipendono inoltre i valori dei parametri  $S$ ,  $T_C$ ,  $T_B$ ,  $T_D$ .

Pertanto, l'unico modo esatto con cui procedere per determinare  $PGA_{CLV}$  è seguire una procedura iterativa, fondata sul periodo di ritorno  $T_R$ . Applicando il metodo di bisezione, ad ogni passo  $T_R$  viene fatto variare fra i valori ammissibili, compresi fra 1 e 2475 anni (per quanto riguarda  $T_R < 30$  anni, cfr. oltre: Osservazioni integrative); a  $T_R$  corrispondono univocamente i valori degli altri parametri, e si controlla se l'equazione  $a_0^*=a^*$  è soddisfatta: quando ciò accade, la  $a_g$  corrispondente è la  $PGA_{CLV}$  cercata. A  $PGA_{CLV}$  corrispondono il periodo di ritorno  $TR_{CLV}$  e la probabilità  $PVR_{CLV}$ .

La capacità  $PGA_{CLV}$  viene confrontata con l'accelerazione in input sismica al suolo relativa al sito in esame  $PGA_{DLV}$ , definendo il coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo, denominato 'Indicatore di Rischio Sismico' IRS in termini di PGA:

$$IRS_{PGA} = PGA_{CLV} / PGA_{DLV}$$

Si osservi che a questo punto è possibile definire l'Indicatore di Rischio Sismico anche in termini di TR ( $IRS_{TR}$ ) come rapporto tra  $TR_{CLV}$

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

e  $TR_{DLV}$ . Poiché il legame tra TR e PGA, pur biunivoco, non è lineare, il valore di  $IRS_{TR}$  non coincide col valore di  $IRS_{PGA}$  (però sono entrambi  $>1$  o  $<1$ , e quando uno dei due IRS vale esattamente 1.000, anche l'altro vale 1.000).

**Osservazioni integrative**

- Intervallo di calcolo per TR.

Il D.M. 14.1.2008 definisce un periodo di ritorno compreso tra 30 e 2475 anni. Se dal calcolo risulta una capacità in termini di TR superiore a 2475 anni, si pone  $TR=2475$  come limite superiore. Per quanto riguarda il limite inferiore, è possibile considerare valori di TR minori di 30 anni con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIS (Unità di Ricerca CNR-ITC): viene adottata un'extrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard  $ag(30)$ ,  $ag(50)$  e  $ag(75)$ , effettuata con la funzione di potenza:  $ag(TR)=k \cdot TR^d$ . L'intervallo di calcolo di TR è quindi [1,2475].

- Definizione di PGA.

PGA può essere intesa come accelerazione di picco al suolo su roccia (o: su suolo rigido), oppure come accelerazione di picco al suolo tenendo conto degli effetti di sito.

La scelta di questa opzione determina il valore di  $PGA_{DLV}$  e  $PGA_{CLV}$ : nel caso si tenga conto degli effetti di sito, la PGA su roccia viene moltiplicata per il fattore di suolo S (§3.2.3.2.1), pari al prodotto di  $S_S$  (coefficiente di amplificazione stratigrafica) per  $S_T$  (coefficiente di amplificazione topografica). Poiché il coefficiente  $S_S$  è legato ai parametri di spettro (dipende da  $a_g$  e  $F_0$ ),  $PGA_{CLV}$  conterrà  $S_S$  corrispondente al periodo  $TR_{CLV}$ , che in generale sarà distinto dal valore  $S_S$  corrispondente alla domanda ( $a_g$  in input): pertanto, l'Indicatore di Rischio Sismico  $IRS_{PGA}$  può assumere valori leggermente diversi, considerando o meno gli effetti di suolo nella definizione di PGA. Nessuna variazione corrispondente si ha invece per l'Indicatore di Rischio Sismico  $IRS_{TR}$  in termini di periodo di ritorno. Nel caso della microzonazione sismica,  $S_S$  viene considerato invariato per i diversi stati limite, ossia per i diversi periodi di ritorno: ne consegue che  $IRS_{PGA}$  non varia considerando o meno in PGA gli effetti di sito.

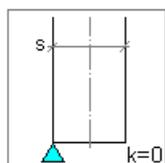
**Resistenza a compressione: posizione della cerniera di ribaltamento**

L'Analisi Cinematica prescinde normalmente dai parametri di elasticità e di resistenza; è comunque possibile considerare la resistenza a compressione della muratura, al fine di stimare in modo più accurato la modalità di formazione della cerniera alla base della parete soggetta a ribaltamento. La Normativa Italiana esprime chiaramente questa possibilità in §C8A.4.2.2.

Per la posizione della cerniera di ribaltamento (=polo di rotazione della parete), è possibile utilizzare una delle convenzioni riportate nella figura seguente:

### Resistenza a Compressione infinita

Il comportamento del corpo rigido prescinde dalla resistenza a compressione, che può considerarsi infinita (modello alla Heyman)



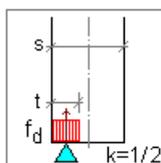
#### 1 Spigolo esterno

Prescindendo dalla resistenza a compressione, il livello di conoscenza è necessariamente LC1 (§C8A.4.2.2) e quindi  $F_c=1.35$

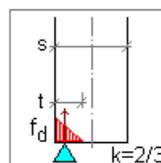
Con questa posizione del Polo, nei Dati in input, la resistenza a compressione della muratura viene ignorata (è quindi possibile non specificarne alcun valore)

### Resistenza a Compressione finita

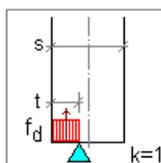
Si distinguono le seguenti ipotesi: distribuzione di pressione uniforme o lineare (triangolare), e posizione della cerniera (polo di rotazione) nel limite della zona reagente o nel baricentro delle tensioni (in corrispondenza della risultante)



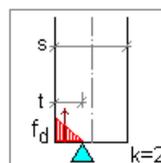
#### 2 Distribuzione uniforme, polo di rotazione nel baricentro delle tensioni



#### 4 Distribuzione lineare, polo di rotazione nel baricentro delle tensioni



#### 3 Distribuzione uniforme, polo di rotazione nel limite della zona reagente



#### 5 Distribuzione lineare, polo di rotazione nel limite della zona reagente

Resistenza di calcolo:  

$$f_d = \frac{f_m}{F_c \gamma_M}$$

$$\gamma_M = 2$$

Fig. 2. Posizione della cerniera di ribaltamento

dove:

$x_c$  = arretramento della cerniera rispetto alla posizione dell'asse di rotazione. Ad esempio, nel caso di una parete sottoposta a ribaltamento semplice con asse di rotazione in corrispondenza dello spigolo esterno, l'arretramento è la distanza della cerniera dallo spigolo esterno;

$N$  = carico verticale in corrispondenza della sezione della parete dove è posizionato l'asse di rotazione;

$a$  = dimensione della linea di ribaltamento. Ad esempio, nel caso di una parete sottoposta a ribaltamento semplice 'a' è la larghezza della base della parete;

$k$  = coefficiente che assume un valore compreso fra 0 e 2 in funzione del tipo di polo di rotazione scelto.

In alternativa, è possibile definire per  $x_c$  un valore personalizzato, utile ad esempio per limitare l'arretramento stesso in casi in cui il calcolo automatico propone una posizione della cerniera troppo distante rispetto allo spigolo della parete.

### Bibliografia di riferimento

Oltre alla normativa nazionale (cfr. in particolare: Circolare n.617, 2.2.2009 §C8.A.4) e regionale, si segnalano i seguenti testi di riferimento:

[1] A. Giuffrè, *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, 1990.

[2] A. Giuffrè (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia*, Laterza.

[3] G.Cangi, M. Caraboni, A. De Maria, *Analisi strutturale per il recupero antisismico*, DEI - Tipografia del Genio Civile, Roma, 2010.

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

Roma,

2011.

## 1. ANALISI CINEMATICA LINEARE

### Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso CU = 1

Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN\*CU (anni) = 50

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 13.136505

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 42.514136

Tipo di interpolazione: media ponderata ([3] in All.a)

Valori dei parametri ag, Fo, TC\* per i periodi di ritorno TR di riferimento

(dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr.Tab.1 All.B al D.M.14.1.2008]):

TR	a,g	Fo	TC*
(anni)	(*g)		(sec)
30	0.077	2.408	0.270
50	0.102	2.330	0.280
72	0.120	2.320	0.288
101	0.140	2.306	0.290
140	0.161	2.300	0.300
201	0.188	2.304	0.310
475	0.258	2.360	0.340
975	0.331	2.400	0.360
2475	0.450	2.458	0.380

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$ag(TR) = K * TR^\alpha$ , dove:

$K = 0.014122930$ ,  $\alpha = 0.502166910$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR per ciascun Stato Limite (Tab.3.2.i)

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

SLE: SLO 81  
SLE: SLD 63  
SLU: SLV 10  
SLU: SLC 5

ag(g) Fo Tc\*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite

[§3.2.3]

Stato limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	30	0.077	2.408	0.270	1.500	0.146	0.437	1.908
SLD	50	0.102	2.330	0.280	1.500	0.149	0.447	2.008
SLV	475	0.258	2.360	0.340	1.335	0.170	0.510	2.632
SLC	975	0.331	2.400	0.360	1.223	0.177	0.530	2.924

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analogia ad:  $ag*S$ , dove:  $S=SS*ST$ )

Componenti:

Spettro di risposta (componente orizzontale):

SLE: Smorzamento viscoso ( $\xi$ ) (%) = 5

$\eta=[10/(5+\xi)]=1$

SLU: Fattore di Comportamento q per Analisi Cinematica = 2.0 [§C8A.4.2.3]

Ing. Andrea Cecilia

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

## 2. 1) FLESSIONE N1

Flessione di parete vincolata ai bordi

Il cinematismo presenta: un asse di rotazione inferiore; un asse di rotazione intermedio;  
un asse di rotazione nella posizione del carrello di sommità

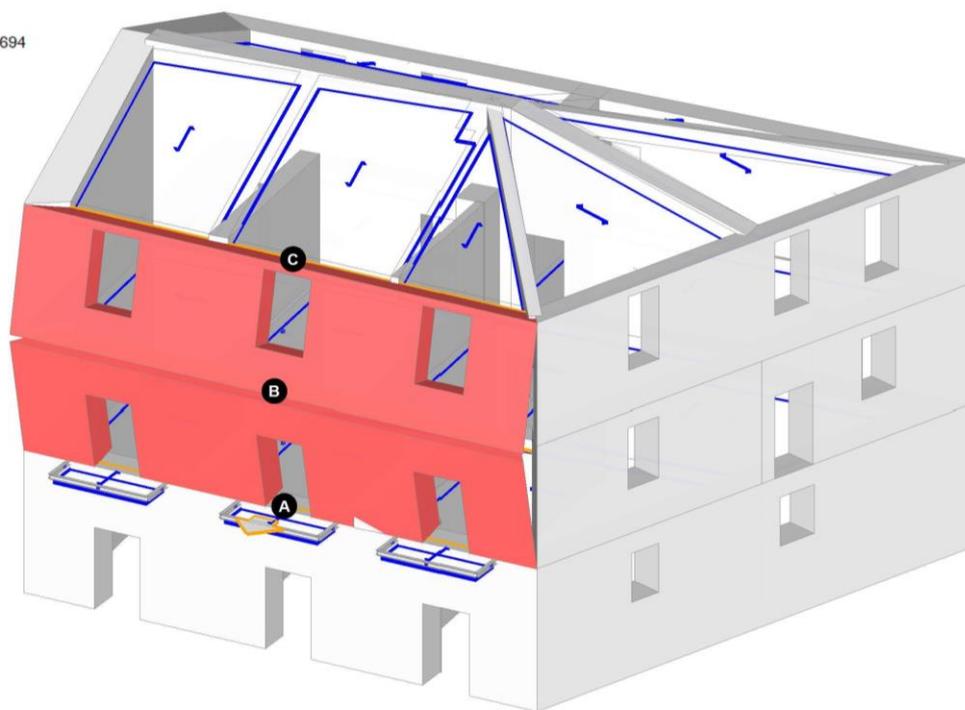
### 01. FLESSIONE N1

Flessione di parete vincolata ai bordi  
 $\alpha_0 = 0.147$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.239 / 0.344 = 0.694$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 141 / 475 = 0.297$$



### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
41.856	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

$\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Assi di rotazione**

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
	X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
1	-0.128	0.200	3.500	12.750	0.200	3.500	0.200				
2	-0.128	0.400	6.500	12.750	0.400	6.500	0.200				
3	-0.128	0.600	9.500	12.750	0.600	9.500					

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.367	0.395	5.116	0.00	0.00	-450.16	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	10.558	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.63	0.00	0.00	-1.21	0.30
3	da solaio	6.441	0.800	6.200	0.00	0.00	-2.89	0.00	0.00	-0.96	0.30
4	da solaio	2.575	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00	-1.19	0.30
5	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da solaio	2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
7	da solaio	6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
8	da solaio	10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Forze, spostamenti, lavoro**

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@gmail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

n.	Carico totale G+ψ2*Q (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-450.16	0.00	-450.16	0.000	-1.617	0.194	-87.215	727.721
2	0.00	0.00	-3.99	0.00	-3.99	0.000	-2.700	0.599	-2.388	10.769
3	0.00	0.00	-3.18	0.00	-3.18	0.000	-2.700	0.599	-1.902	8.581
4	0.00	0.00	-3.91	0.00	-3.91	0.000	-2.700	0.599	-2.342	10.565
5	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	-1.585	0.301	-103.911	546.969
6	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	-0.323	-0.003	0.124	13.997
7	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	-0.323	-0.003	0.152	17.227
8	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	-0.323	-0.003	0.057	6.414

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale G+ψ2\*Q nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

δX,δY,δZ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione n°1 pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh * \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj * \delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

α0	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.147	85997	0.914	0.119

α0 = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di ζ,E = 0.800**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.239	141	15	0.694	0.297

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)  
a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)  
PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV  
TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV  
VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV  
PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV  
TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

### 3. 2) RIBALTAMENTO N1

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

#### 02. RIBALTAMENTO N1

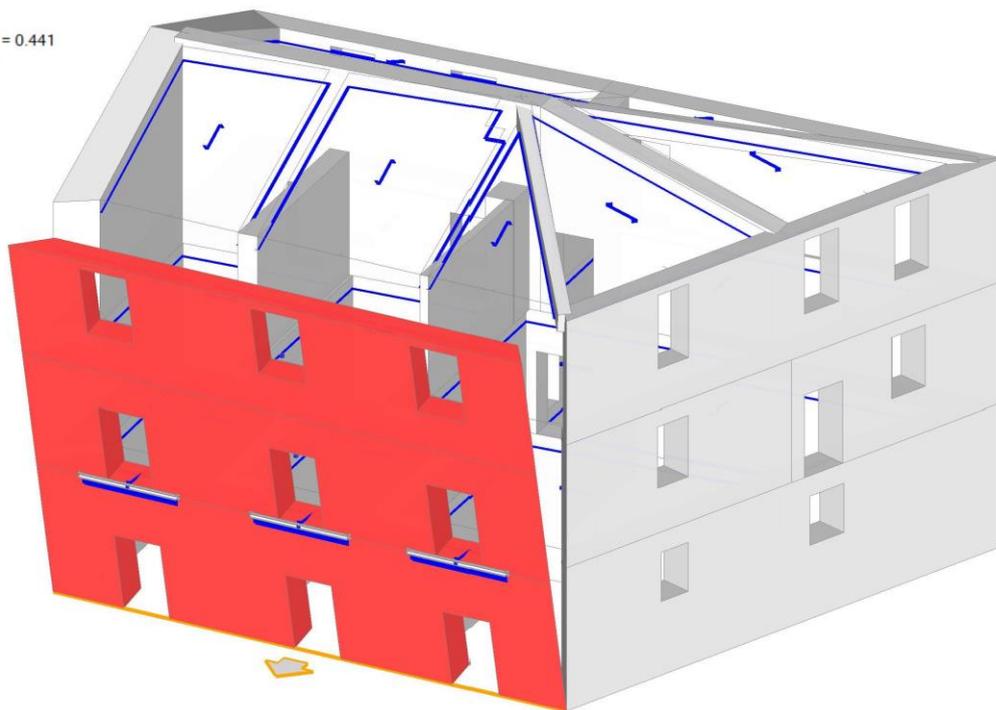
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.079$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.152 / 0.344 = 0.441$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 50 / 475 = 0.105$



#### Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

```

|-----|
| 70.416 | 11.500 | 0.000 | 0.312 | 1.286 | 1.350 | |
|-----|

```

- V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo  
     tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

```

| Coord. punto iniziale (m) | Coord. punto finale (m) | Arretr. | K | N | fd | a |
| X | Y | Z | X | Y | Z | (m) | | (kN) | (N/mm^2) | (m) |
|-----|
| -0.128 | 0.000 | 0.000 | 12.750 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
|-----|

```

- n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione  
 X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.368	0.395	1.895	0.00	0.00	-542.65	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	10.554	0.800	3.200	0.00	0.00	-3.92	0.00	0.00	-1.21	0.30
3	da solaio	6.437	0.800	3.200	0.00	0.00	-3.14	0.00	0.00	-0.97	0.30
4	da solaio	2.423	0.800	3.200	0.00	0.00	-3.27	0.00	0.00	-1.00	0.30
5	da solaio	2.225	0.000	3.300	0.00	0.00	-4.70	0.00	0.00	-3.76	0.30
6	da solaio	6.525	0.000	3.300	0.00	0.00	-4.70	0.00	0.00	-3.76	0.30
7	da solaio	10.475	0.000	3.300	0.00	0.00	-4.70	0.00	0.00	-3.76	0.30
8	peso proprio	6.367	0.395	5.116	0.00	0.00	-450.16	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da solaio	10.558	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.63	0.00	0.00	-1.21	0.30
10	da solaio	6.441	0.800	6.200	0.00	0.00	-2.89	0.00	0.00	-0.96	0.30
11	da solaio	2.575	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00	-1.19	0.30
12	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da solaio	2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
14	da solaio	6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

|15| da solaio | 10.551| 0.600| 9.177| 0.00| 0.00| -19.85| 0.00| 0.00| -8.85| 0.00 |

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi 2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi 2$

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi 2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi 2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-542.65	0.00	-542.65	0.000	-1.895	0.394	-213.754	1028.410
2	0.00	0.00	-4.28	0.00	-4.28	0.000	-3.200	0.798	-3.421	13.714
3	0.00	0.00	-3.43	0.00	-3.43	0.000	-3.200	0.798	-2.738	10.976
4	0.00	0.00	-3.57	0.00	-3.57	0.000	-3.200	0.798	-2.847	11.412
5	0.00	0.00	-5.83	0.00	-5.83	0.000	-3.300	-0.002	0.010	19.232
6	0.00	0.00	-5.83	0.00	-5.83	0.000	-3.300	-0.002	0.010	19.232
7	0.00	0.00	-5.83	0.00	-5.83	0.000	-3.300	-0.002	0.010	19.232
8	0.00	0.00	-450.16	0.00	-450.16	0.000	-5.117	0.392	-176.460	2303.335
9	0.00	0.00	-3.99	0.00	-3.99	0.000	-6.200	0.797	-3.178	24.728
10	0.00	0.00	-3.18	0.00	-3.18	0.000	-6.200	0.797	-2.532	19.703
11	0.00	0.00	-3.91	0.00	-3.91	0.000	-6.200	0.797	-3.118	24.260
12	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	-7.915	0.293	-101.021	2731.462
13	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	-9.177	0.595	-25.792	397.535
14	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	-9.177	0.595	-31.743	489.260
15	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	-9.177	0.595	-11.819	182.161

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi 2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

$\alpha_0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
-----			
0.079	118226	0.776	0.076

$\alpha_0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta, E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
-----							
0.172	0.000	0.172	0.152	50	5	0.441	0.105

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

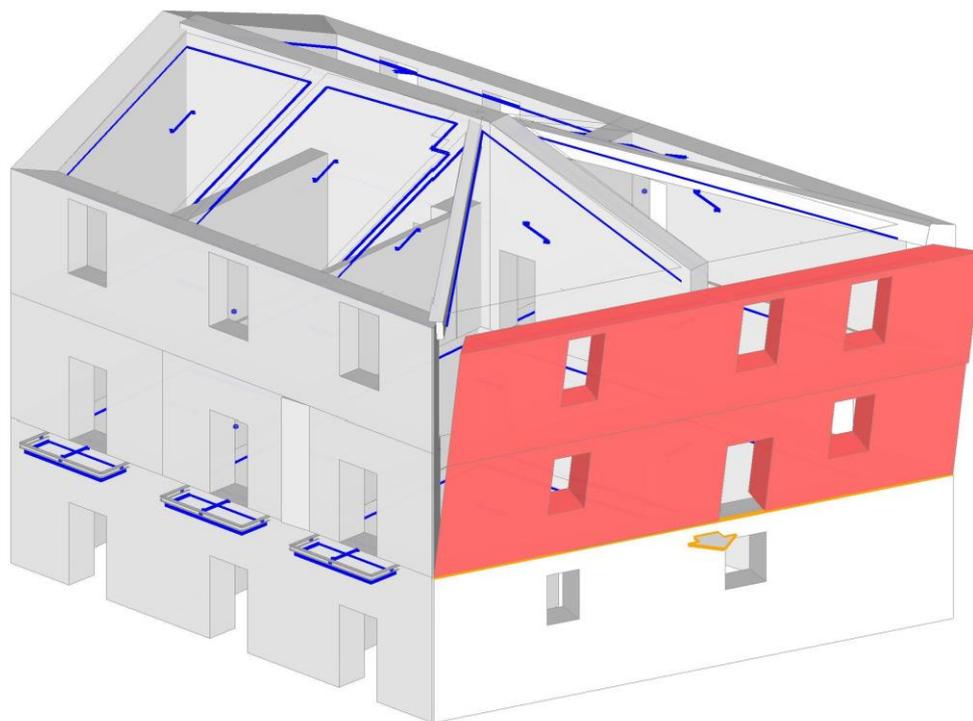
**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

#### 4. 3) RIBALTAMENTO N2

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



#### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
43.506	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
12.750	0.000	3.500	16.916	12.132	3.500	0.000				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	14.376	5.934	5.022	0.00	0.00	-469.45	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	15.029	9.099	6.200	0.00	0.00	-24.49	0.00	0.00	-8.16	0.30
3	da solaio	13.110	3.511	6.200	0.00	0.00	-67.23	0.00	0.00	-22.41	0.30
4	peso proprio	14.512	5.931	7.950	0.00	0.00	-357.15	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da solaio	13.338	3.502	9.177	0.00	0.00	-40.24	0.00	0.00	-17.93	0.00
6	da solaio	15.283	9.067	9.178	0.00	0.00	-31.60	0.00	0.00	-14.09	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-469.45	444.00	-152.47	1.439	-0.494	0.388	-182.362	714.466
2	0.00	0.00	-26.94	25.48	-8.75	2.554	-0.877	0.799	-21.515	72.746

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

3	0.00	0.00	-73.95	69.94	-24.02	2.554	-0.877	0.799	-59.059	199.690
4	0.00	0.00	-357.15	337.79	-116.00	4.209	-1.445	0.258	-92.133	1589.366
5	0.00	0.00	-40.24	38.05	-13.07	5.369	-1.844	0.578	-23.265	228.420
6	0.00	0.00	-31.60	29.89	-10.27	5.370	-1.844	0.546	-17.267	179.450

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
-----			
0.133	80994	0.795	0.124

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
-----							
0.172	0.000	0.172	0.248	158	17	0.720	0.333

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacit  in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacit  in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacit  in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta,E,SLV,PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

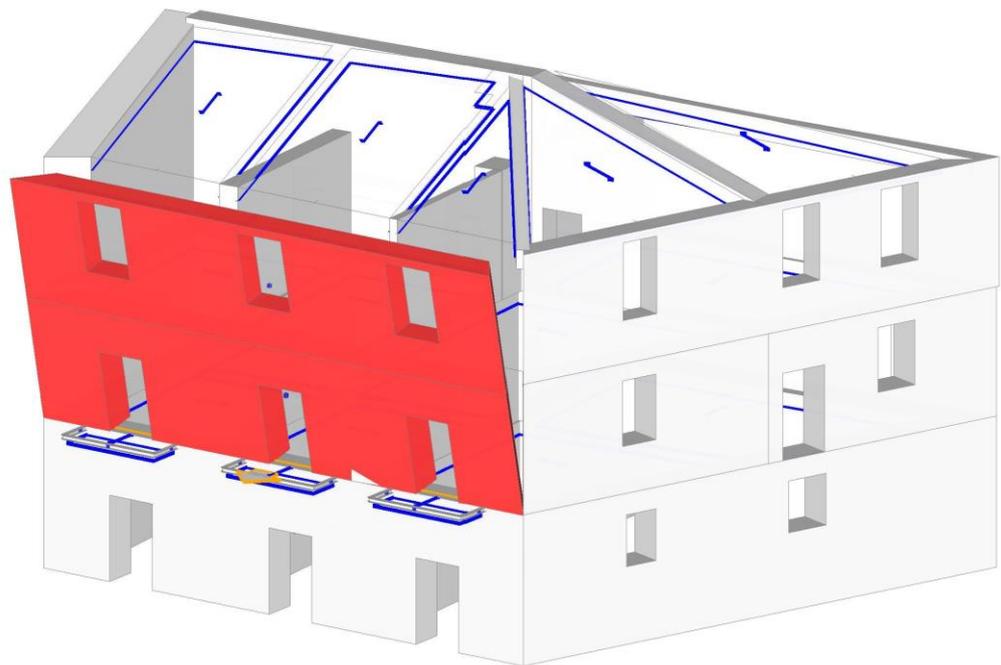
TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta,E,SLV,TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Comune di Borbona - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

#### 5. 4) RIBALTAMENTO N3

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



#### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
41.856	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
-0.128	0.200	3.500	12.750	0.200	3.500	0.200				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.367	0.395	5.116	0.00	0.00	-450.16	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	10.558	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.63	0.00	0.00	-1.21	0.30
3	da solaio	6.441	0.800	6.200	0.00	0.00	-2.89	0.00	0.00	-0.96	0.30
4	da solaio	2.575	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00	-1.19	0.30
5	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da solaio	2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
7	da solaio	6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
8	da solaio	10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

1	0.00	0.00	-450.16	0.00	-450.16	0.000	-1.617	0.194	-87.215	727.721
2	0.00	0.00	-3.99	0.00	-3.99	0.000	-2.700	0.599	-2.388	10.769
3	0.00	0.00	-3.18	0.00	-3.18	0.000	-2.700	0.599	-1.902	8.581
4	0.00	0.00	-3.91	0.00	-3.91	0.000	-2.700	0.599	-2.342	10.565
5	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	-4.415	0.094	-32.606	1523.597
6	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	-5.677	0.397	-17.204	245.919
7	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	-5.677	0.397	-21.174	302.660
8	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	-5.677	0.397	-7.883	112.686

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
-----			
0.059	75218	0.799	0.054
-----			

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
-----							
0.172	0.000	0.172	0.108	26	3	0.314	0.055
-----							

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

**6. 5) RIBALTAMENTO N4**

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

**05. RIBALTAMENTO N4**

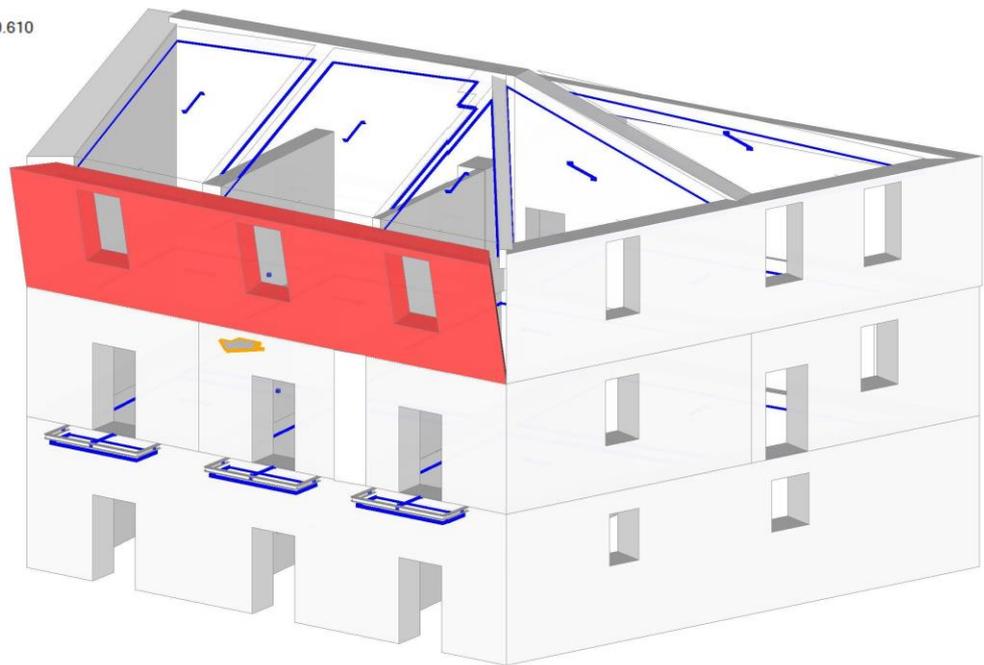
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.128$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.210 / 0.344 = 0.610$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 100 / 475 = 0.211$



**Dati generali**

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
18.163	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

-----  
 V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo  
 tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
-0.128	0.150	6.500	12.750	0.150	6.500	0.150				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
3	da solaio	6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
4	da solaio	10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

1	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	-1.415	0.146	-50.378	488.323
2	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	-2.677	0.449	-19.435	115.967
3	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	-2.677	0.449	-23.919	142.724
4	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	-2.677	0.449	-8.906	53.139

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.128	42788	0.909	0.105

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.210	100	11	0.610	0.211

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta,E,SLV,PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

Comune di Borbona - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = \zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

## 7. 6) FLESSIONE N2

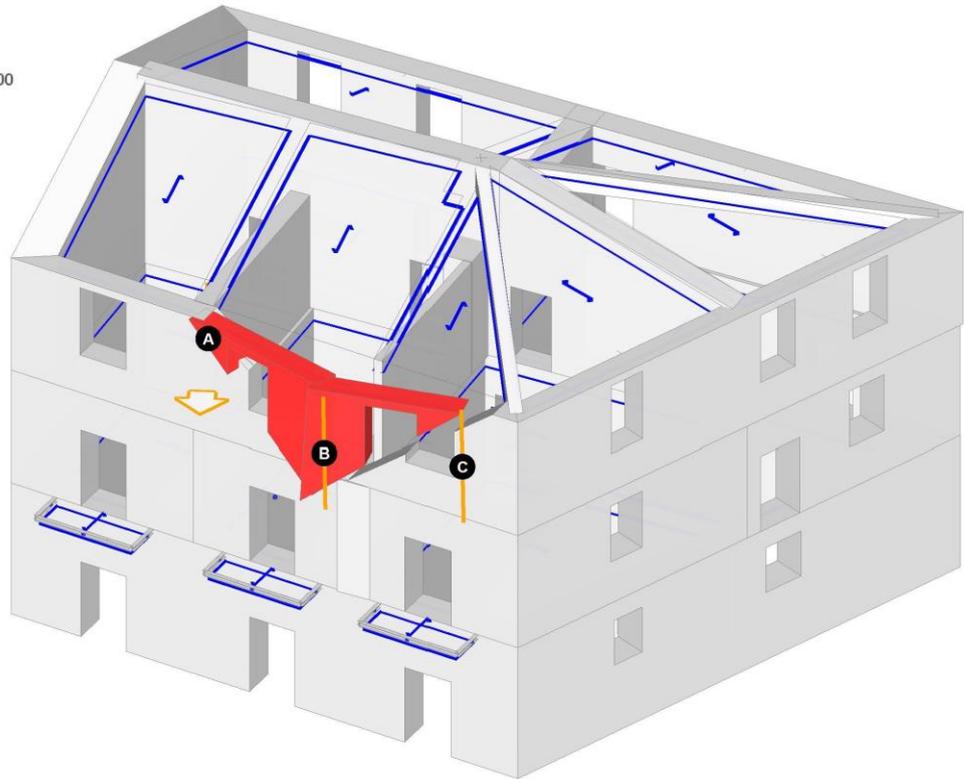
Flessione di parete vincolata ai bordi

Il cinematismo presenta: un asse di rotazione inferiore; un asse di rotazione intermedio;  
un asse di rotazione nella posizione del carrello di sommità

### 06. FLESSIONE N2

Flessione di parete vincolata ai bordi  
 $\alpha_0 = 0.000$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.000 / 0.344 = 0.000$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 0 / 475 = 0.000$



### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
4.934	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

-----  
 V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo  
     tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 γ = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asi di rotazione**

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
	X	Y	Z	X	Y	Z					
1	4.084	1.338	9.500	4.130	1.361	6.500	1.500				
2	9.060	-0.292	9.563	9.106	-0.269	6.563	1.000				
3	12.111	-0.001	9.612	12.156	0.022	6.612					

-----  
 n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione  
 X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	9.482	0.303	8.428	0.00	0.00	-44.90	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	8.682	0.600	9.177	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00	-1.06	0.00
3	da solaio	10.346	0.600	9.177	0.00	0.00	-17.27	0.00	0.00	-7.70	0.00
4	peso proprio	7.502	0.303	8.448	0.00	0.00	-48.86	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da solaio	6.875	0.600	9.177	0.00	0.00	-44.63	0.00	0.00	-19.89	0.00

-----  
 n. = numero consecutivo del carico  
 tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico  
 X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ  
 GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ  
 ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2  
 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
 mostrato in tabella è pari alla media pesata: P=G+ψ2\*Q, con G e Q carichi totali del solaio)

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi^2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-44.90	20.30	-40.04	-2.393	-4.451	-0.071	3.176	129.684
2	0.00	0.00	-2.38	1.08	-2.13	-2.785	-5.473	-0.085	0.202	8.635
3	0.00	0.00	-17.27	7.81	-15.40	-2.786	-3.317	-0.068	1.174	29.341
4	0.00	0.00	-48.86	22.09	-43.58	-1.045	-3.401	-0.042	2.058	125.124
5	0.00	0.00	-44.63	20.18	-39.81	-0.742	-2.785	-0.033	1.462	95.893

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione n°1 pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

Comune di Borbona - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.000	15684	0.973	0.000

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$** **SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.000	0	0	0.000	0.000

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

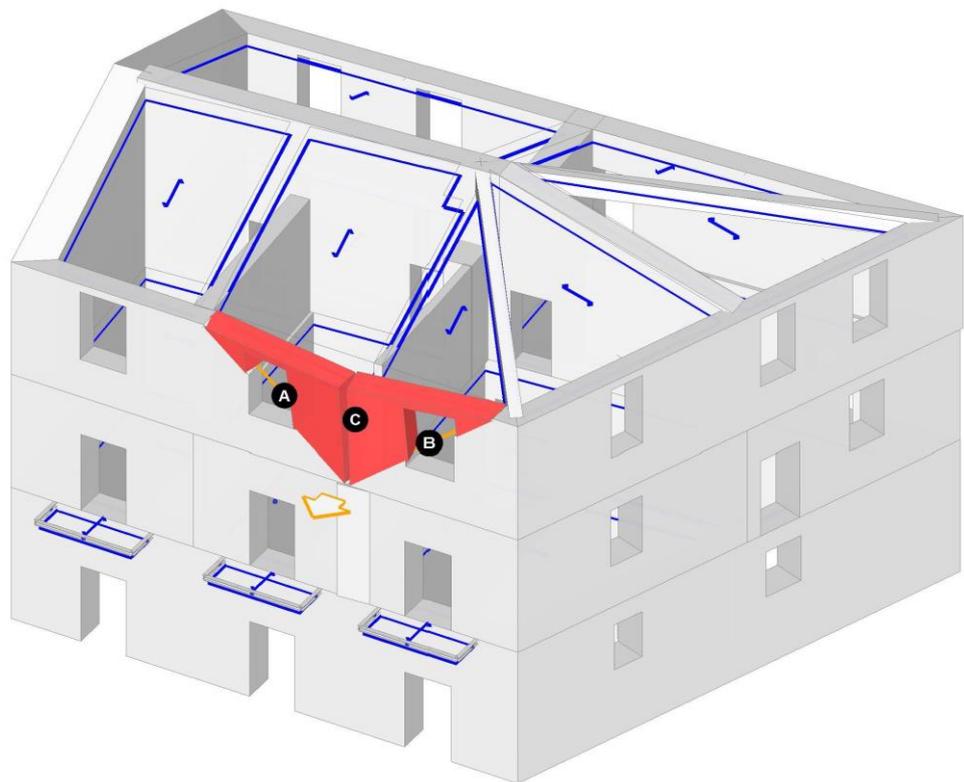
PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

**8. 7) FLESSIONE N3**

Flessione su cerniere oblique

Il cinematismo presenta: due assi di rotazione obliqui e complanari;  
un vincolo di contatto nel piano verticale all'incrocio dei due assi



**Dati generali**

| V | H | Z | T1 | γ | FC | SLD |

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
4.934	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Assi di rotazione**

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr. (m)	K	N (kN)	fd (N/mm <sup>2</sup> )	a (m)
	X	Y	Z	X	Y	Z					
1	4.762	0.400	9.500	8.441	0.400	6.500	0.400				
2	8.441	0.400	6.500	12.112	0.400	9.500	0.400				
3	8.441	0.600	8.001								

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione  
 X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	9.482	0.303	8.428	0.00	0.00	-44.90	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	8.682	0.600	9.177	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00	-1.06	0.00
3	da solaio	10.346	0.600	9.177	0.00	0.00	-17.27	0.00	0.00	-7.70	0.00
4	peso proprio	7.502	0.303	8.448	0.00	0.00	-48.86	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da solaio	6.875	0.600	9.177	0.00	0.00	-44.63	0.00	0.00	-19.89	0.00

n. = numero consecutivo del carico  
 tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico  
 X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ  
 GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ  
 $\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
 mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi^2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi^2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-44.90	0.00	-44.90	0.188	-0.835	0.027	-1.234	37.492
2	0.00	0.00	-2.38	0.00	-2.38	0.000	-1.922	0.257	-0.613	4.580
3	0.00	0.00	-17.27	0.00	-17.27	0.000	-0.868	0.258	-4.449	14.996
4	0.00	0.00	-48.86	0.00	-48.86	-0.188	-0.916	0.027	-1.341	44.768
5	0.00	0.00	-44.63	0.00	-44.63	0.000	-1.085	0.258	-11.495	48.410

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione n°1 pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):  $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.127	15695	0.974	0.097

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.195	85	9	0.566	0.179

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

-----  
a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)  
a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)  
PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV  
TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV  
VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV  
PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV  
TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

## 9. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	$\alpha 0$	PGA,CLD	TR,CLD	PGA,CLV	TR,CLV
		/PGA,DLD	/TR,DLD	/PGA,DLV	/TR,DLV
1	0.147	0.771	0.640	0.694	0.297
2	0.079	0.497	0.260	0.441	0.105
3	0.133	0.804	0.680	0.720	0.333
4	0.059	0.353	0.120	0.314	0.055
5	0.128	0.686	0.480	0.610	0.211
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.127	0.634	0.420	0.566	0.179

n. = numero consecutivo del cinematismo

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

PGA,CLD / PGA,DLD =  $\zeta, E, SLD, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD

TR,CLD / TR,DLD =  $\zeta, E, SLD, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Secondo All.a al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni. Se TR>2475 si pone TR=2475.

Se TR<30, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIIS (Unità di Ricerca CNR-ITC)

si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard  $ag(30)$ ,  $ag(50)$  e  $ag(75)$ ,

effettuata con la funzione di potenza:  $ag(TR)=k*TR^\alpha$ .

**Ing. Andrea Cecilia**

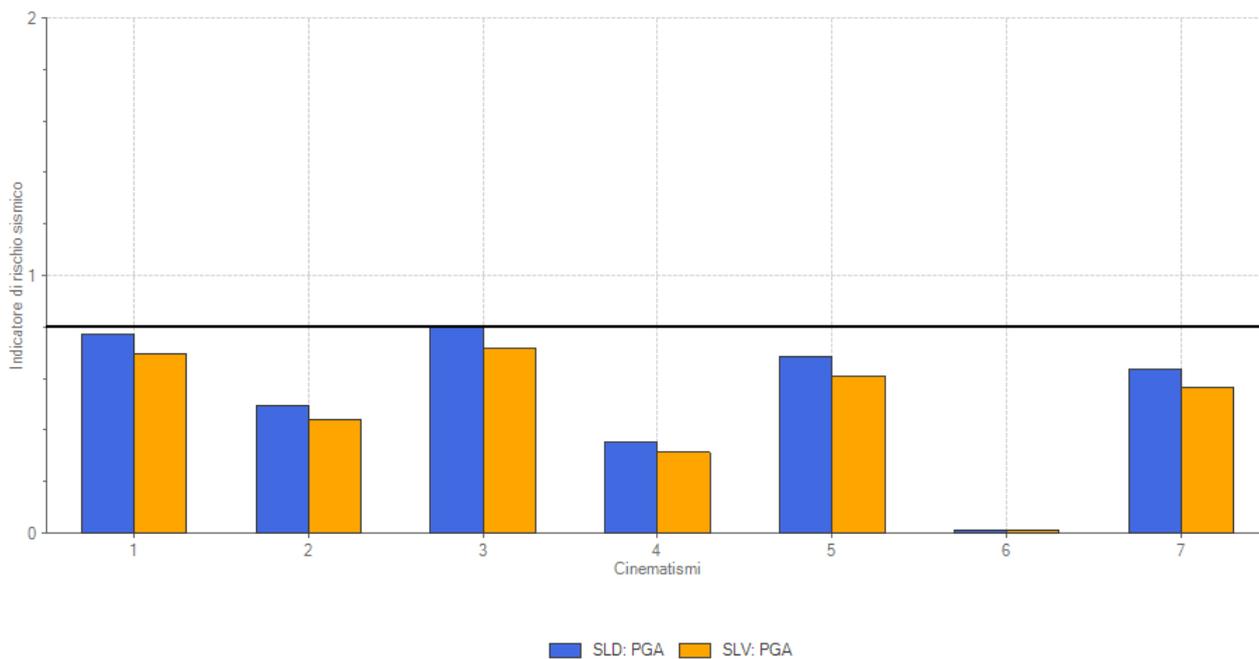
Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@gmail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

Per il sito in esame risulta:  $K = 0.014122930$ ,  $\alpha = 0.502166910$

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:

SLD:  $(2475/TR,DLD)=49.500$

SLV:  $(2475/TR,DLV)=5.211$



**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

## VERIFICHE POST OPERAM

### Indice

**1. ANALISI CINEMATICA LINEARE**

**2. 1) FLESSIONE N1**

**3. 2) RIBALTAMENTO N1**

**4. 3) RIBALTAMENTO N2**

**5. 4) RIBALTAMENTO N3**

**6. 5) RIBALTAMENTO N4**

**7. 6) FLESSIONE N2**

**8. 7) FLESSIONE N3**

**9. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE**

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

**1. ANALISI CINEMATICA LINEARE****Azione Sismica**

## Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso CU = 1  
 Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN\*CU (anni) = 50

## Pericolosità:

## Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 13.136505  
 - Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 42.514136  
 Tipo di interpolazione: media ponderata ([3] in All.a)

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $TC^*$  per i periodi di ritorno TR di riferimento

(dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr.Tab.1 All.B al D.M.14.1.2008]):

TR (anni)	$a_g$ (*g)	$F_0$	$TC^*$ (sec)
30	0.077	2.408	0.270
50	0.102	2.330	0.280
72	0.120	2.320	0.288
101	0.140	2.306	0.290
140	0.161	2.300	0.300
201	0.188	2.304	0.310
475	0.258	2.360	0.340
975	0.331	2.400	0.360
2475	0.450	2.458	0.380

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$a_g(TR) = K * TR^\alpha$ , dove:

$K = 0.014122930$ ,  $\alpha = 0.502166910$

## Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR per ciascun Stato Limite (Tab.3.2.i)

SLE: SLO 81  
 SLE: SLD 63  
 SLU: SLV 10

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

SLU: SLC 5

ag(g) Fo Tc\*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite

[§3.2.3]

Stato limite	TR (anni)	a,g (*g)	Fo	TC* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	30	0.077	2.408	0.270	1.500	0.146	0.437	1.908
SLD	50	0.102	2.330	0.280	1.500	0.149	0.447	2.008
SLV	475	0.258	2.360	0.340	1.335	0.170	0.510	2.632
SLC	975	0.331	2.400	0.360	1.223	0.177	0.530	2.924

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analogia ad:  $ag*S$ , dove:  $S=SS*ST$ )

Componenti:

Spettro di risposta (componente orizzontale):

SLE: Smorzamento viscoso ( $\xi$ ) (%) = 5

$\eta=[10/(5+\xi)]=1$

SLU: Fattore di Comportamento q per Analisi Cinematica = 2.0 [§C8A.4.2.3]

**2. 1) FLESSIONE N1**

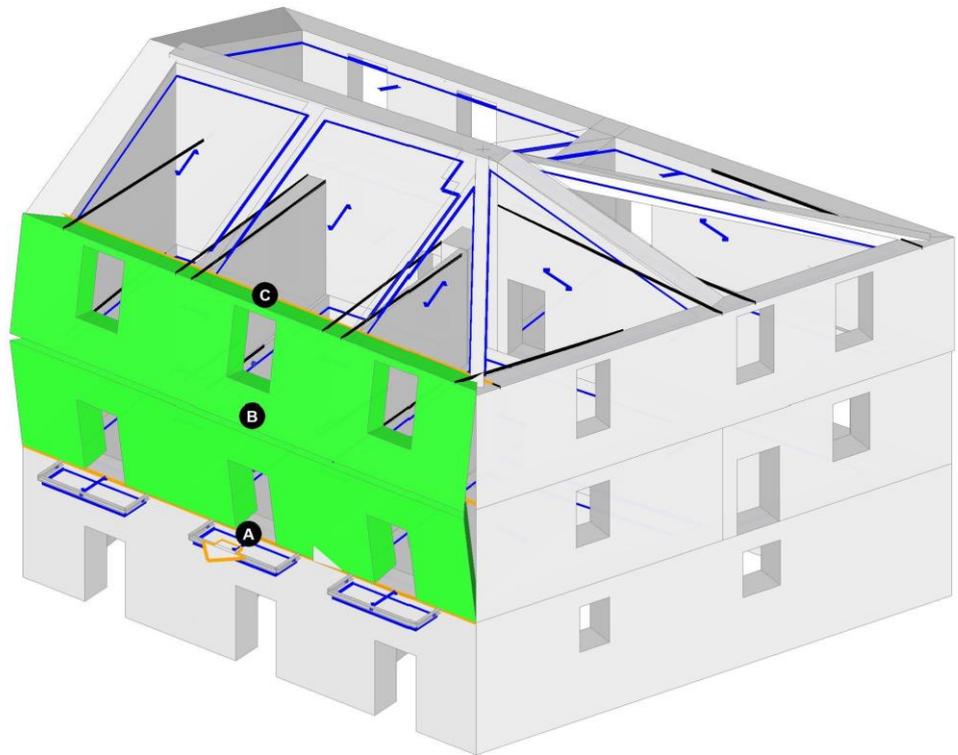
Flessione di parete vincolata ai bordi

Il cinematico presenta: un asse di rotazione inferiore; un asse di rotazione intermedio;  
un asse di rotazione nella posizione del carrello di sommità

**01. FLESSIONE N1**

Flessione di parete vincolata ai bordi  
 $\alpha_0 = 0.495$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.466 / 0.344 = 1.353$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



**Dati generali**

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
41.856	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

-----  
 V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo  
     tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 γ = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Assi di rotazione**

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
	X	Y	Z	X	Y	Z					
1	-0.128	0.000	3.500	12.750	0.000	3.500	0.000	0.000	0.00	0.000	12.878
2	-0.128	0.600	6.500	12.750	0.600	6.500	0.000	0.000	0.00	0.000	12.878
3	-0.128	0.600	9.500	12.750	0.600	9.500					

-----  
 n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione  
 X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.367	0.395	5.116	0.00	0.00	-450.16	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	4.149	0.600	6.500	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	4.820	0.600	6.500	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	8.032	0.600	6.500	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	9.056	0.000	6.500	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	0.829	0.600	6.500	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da solaio	10.558	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.63	0.00	0.00	-1.21	0.30
8	da solaio	6.441	0.800	6.200	0.00	0.00	-2.89	0.00	0.00	-0.96	0.30
9	da solaio	2.575	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00	-1.19	0.30
10	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
11	da catena	4.231	0.000	9.500	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	4.674	0.000	9.500	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	8.414	0.000	9.500	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da catena	8.939	0.000	9.500	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

15  da catena	1.020	0.000	9.500	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
16  da catena	12.135	0.000	9.500	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
17  da catena	9.265	0.600	9.500	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
18  da solaio	2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
19  da solaio	6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
20  da solaio	10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

|n.| a | d | fyd |Piastre(mm)|Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm<sup>2</sup>|Muro fin.: s in mm., tensioni in

|mm<sup>2</sup>|mm |N/mm<sup>2</sup>| a | b | s | s | fm |  $\tau_0$  |  $\sigma_N$  |  $\tau$  | fd | fvd | s | fm |  $\tau_0$  |  $\sigma_N$  |  $\tau$  | fd |

-----

	2		79	10	200		100 300	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
73	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010						100 300	15	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
96	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		150 100	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
800	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		100 300	15	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
200	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		150 100	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
900	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
473	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
473	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
684	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010				200		100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010

Comune di Borbone - Prof. n.0001974 del 18-03-2019

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

200		14		201		16		200		100		300		20		600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010	
200		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010																	
600		15		201		16		200		100		300		20		600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010	
600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010																	
600		16		201		16		200		100		300		20		600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010	
600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010																	
600		17		79		10		200		150		100		30		600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010	
600		1.400		0.026		0.000		0.026		0.519		0.010																	

## Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	15.708	10.200	15.556	80.000	10.000
3	40.212	4.713	15.556	20.000	4.713
4	40.212	13.963	7.778	160.000	7.778
5	40.212	2.568	15.556	20.000	2.568
6	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
11	40.212	10.200	15.556	35.556	10.200
12	40.212	10.200	15.556	35.556	10.200
13	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
14	40.212	2.568	15.556	35.556	2.568
15	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
16	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
17	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778

## Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastrine di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

calcolo

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

1	0.00	0.00	-450.16		0.00	-450.16		0.000	-1.617		0.394	-177.248		727.766
2	-0.54	9.99	0.00		0.00	0.00		0.000	-3.000		0.598	-29.960		0.000
3	-0.49	4.69	0.00		0.00	0.00		0.000	-3.000		0.598	-14.063		0.000
4	-0.29	7.77	0.00		0.00	0.00		0.000	-3.000		0.598	-23.320		0.000
5	-0.20	2.56	0.00		0.00	0.00		0.000	-3.000		-0.001	-7.679		0.000
6	-0.94	7.72	0.00		0.00	0.00		0.000	-3.000		0.598	-23.166		0.000
7	0.00	0.00	-3.99		0.00	-3.99		0.000	-2.700		0.799	-3.185		10.770
8	0.00	0.00	-3.18		0.00	-3.18		0.000	-2.700		0.799	-2.538		8.581
9	0.00	0.00	-3.91		0.00	-3.91		0.000	-2.700		0.799	-3.125		10.566
10	0.00	0.00	-345.09		0.00	-345.09		0.000	-1.585		0.901	-310.975		546.987
11	-0.77	10.17	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		1.197	0.003		0.000
12	-0.71	10.18	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		1.197	0.003		0.000
13	-1.30	14.94	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		1.197	0.004		0.000
14	-0.14	2.56	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		1.197	0.001		0.000
15	0.00	15.00	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		1.197	0.005		0.000
16	4.89	14.18	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		1.197	0.004		0.000
17	7.78	0.04	0.00		0.00	0.00		0.000	0.000		0.597	0.000		0.000
18	0.00	0.00	-43.32		0.00	-43.32		0.000	-0.323		0.597	-25.868		13.998
19	0.00	0.00	-53.31		0.00	-53.31		0.000	-0.323		0.597	-31.836		17.228
20	0.00	0.00	-19.85		0.00	-19.85		0.000	-0.323		0.597	-11.853		6.414

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione n°1 pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*	
	(kgm)		(g)	
-----				
0.495	85997	0.914	0.401	
-----				

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta, E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.466	2475	261	1.353	5.211

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

### 3. 2) RIBALTAMENTO N1

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

#### 02. RIBALTAMENTO N1

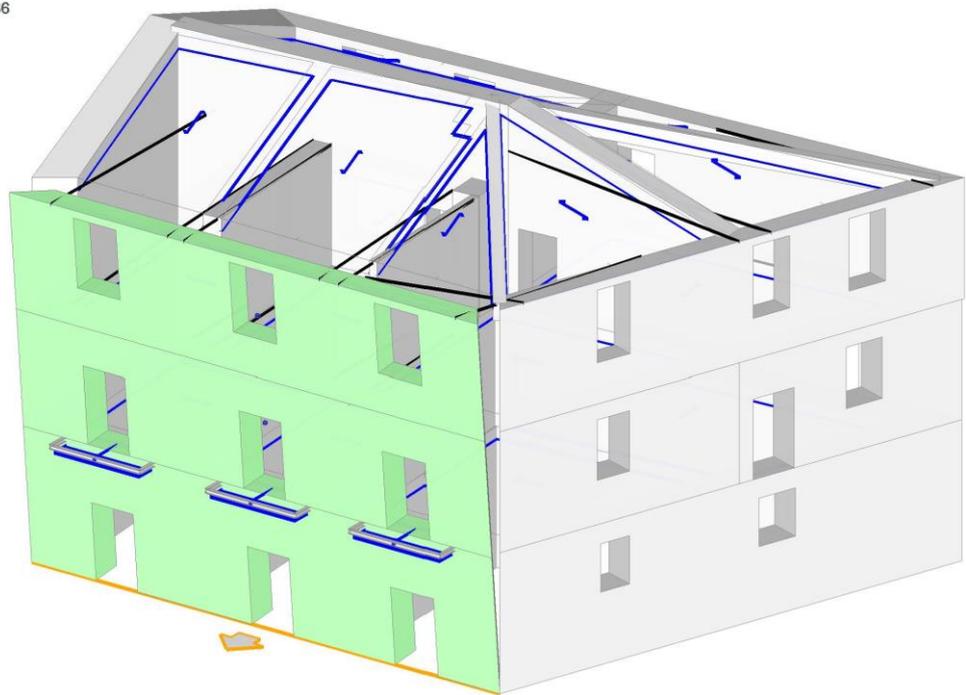
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.196$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.374 / 0.344 = 1.086$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 676 / 475 = 1.423$



#### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
70.416	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

- V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
-0.128	0.000	0.000	12.750	0.000	0.000	0.000				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.368	0.395	1.895	0.00	0.00	-542.65	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	10.554	0.800	3.200	0.00	0.00	-3.92	0.00	0.00	-1.21	0.30
3	da solaio	6.437	0.800	3.200	0.00	0.00	-3.14	0.00	0.00	-0.97	0.30
4	da solaio	2.423	0.800	3.200	0.00	0.00	-3.27	0.00	0.00	-1.00	0.30
5	da solaio	2.225	0.000	3.300	0.00	0.00	-4.70	0.00	0.00	-3.76	0.30
6	da solaio	6.525	0.000	3.300	0.00	0.00	-4.70	0.00	0.00	-3.76	0.30
7	da solaio	10.475	0.000	3.300	0.00	0.00	-4.70	0.00	0.00	-3.76	0.30
8	peso proprio	6.367	0.395	5.116	0.00	0.00	-450.16	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	4.149	0.600	6.500	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da catena	4.820	0.600	6.500	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
11	da catena	8.032	0.600	6.500	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	9.056	0.000	6.500	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	0.829	0.600	6.500	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da solaio	10.558	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.63	0.00	0.00	-1.21	0.30
15	da solaio	6.441	0.800	6.200	0.00	0.00	-2.89	0.00	0.00	-0.96	0.30
16	da solaio	2.575	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00	-1.19	0.30
17	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

18	da catena		4.231	0.000	9.500	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
19	da catena		4.674	0.000	9.500	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
20	da catena		8.414	0.000	9.500	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
21	da catena		8.939	0.000	9.500	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
22	da catena		1.020	0.000	9.500	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
23	da catena		12.135	0.000	9.500	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
24	da catena		9.265	0.600	9.500	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
25	da solaio		2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
26	da solaio		6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
27	da solaio		10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

n. = numero consecutivo del carico  
 tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico  
 X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ  
 GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ  
 $\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$   
 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
 mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

n.	a	d	fyd	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm^2	Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm^2
9	79	10	200	100 300	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
10	201	16	200	100 300	15	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
11	201	16	200	150 100	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
12	201	16	200	100 300	15	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
13	79	10	200	150 100	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
18	201	16	200	100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010

Comune di Borbora - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

	19	201	16	200	100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
473	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010	20	201	16	200	100 300	20  600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
684	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010	21	201	16	200	100 300	20  600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
200	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010	22	201	16	200	100 300	20  600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
600	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010	23	201	16	200	100 300	20  600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
600	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010	24	79	10	200	150 100	30  600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
600	1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010						

## Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
9	15.708	10.200	15.556	80.000	10.000
10	40.212	4.713	15.556	20.000	4.713
11	40.212	13.963	7.778	160.000	7.778
12	40.212	2.568	15.556	20.000	2.568
13	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
18	40.212	10.200	15.556	35.556	10.200
19	40.212	10.200	15.556	35.556	10.200
20	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
21	40.212	2.568	15.556	35.556	2.568
22	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
23	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
24	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778

## Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione  $f_m$ , resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,

resistenza di progetto a compressione  $f_d$ , resistenza di progetto a taglio  $f_{vd}$

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

calcolo

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@gmail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi^2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-542.65	0.00	-542.65	0.000	-1.895	0.394	-213.754	1028.410
2	0.00	0.00	-4.28	0.00	-4.28	0.000	-3.200	0.798	-3.421	13.714
3	0.00	0.00	-3.43	0.00	-3.43	0.000	-3.200	0.798	-2.738	10.976
4	0.00	0.00	-3.57	0.00	-3.57	0.000	-3.200	0.798	-2.847	11.412
5	0.00	0.00	-5.83	0.00	-5.83	0.000	-3.300	-0.002	0.010	19.232
6	0.00	0.00	-5.83	0.00	-5.83	0.000	-3.300	-0.002	0.010	19.232
7	0.00	0.00	-5.83	0.00	-5.83	0.000	-3.300	-0.002	0.010	19.232
8	0.00	0.00	-450.16	0.00	-450.16	0.000	-5.117	0.392	-176.460	2303.335
9	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.000	-6.500	0.597	-64.909	0.000
10	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.000	-6.500	0.597	-30.469	0.000
11	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.000	-6.500	0.597	-50.523	0.000
12	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.000	-6.500	-0.003	-16.638	0.000
13	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.000	-6.500	0.597	-50.191	0.000
14	0.00	0.00	-3.99	0.00	-3.99	0.000	-6.200	0.797	-3.178	24.728
15	0.00	0.00	-3.18	0.00	-3.18	0.000	-6.200	0.797	-2.532	19.703
16	0.00	0.00	-3.91	0.00	-3.91	0.000	-6.200	0.797	-3.118	24.260
17	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	-7.915	0.293	-101.021	2731.462
18	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	-0.005	-96.625	0.000
19	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	-0.005	-96.665	0.000
20	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	-0.005	-141.964	0.000
21	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	-0.005	-24.360	0.000
22	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	-0.005	-142.500	0.000
23	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	-0.005	-134.725	0.000
24	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.000	-9.500	0.595	-0.367	0.000
25	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	-9.177	0.595	-25.792	397.535
26	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	-9.177	0.595	-31.743	489.260
27	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	-9.177	0.595	-11.819	182.161

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,...,o)[Fh*\delta h]$

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

$L_2 =$  lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$$L_2 = \sum_{i=1, \dots, n} [P_i \delta X_i] + \sum_{j=n+1, \dots, n+m} [P_j \delta X_j]$$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha_0$	$M^*$	$e^*$	$a_0^*$
	(kgm)		(g)
0.196	118226	0.776	0.187

$\alpha_0$  = moltiplicatore di collasso

$M^*$  = massa partecipante (C8A.4.3)

$e^*$  = frazione di massa partecipante

$a_0^*$  = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta, E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

$a_1^*$	$a_2^*$	$a^*$	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.374	676	71	1.086	1.423

$a_1^*$  = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

$a_2^*$  = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

#### 4. 3) RIBALTAMENTO N2

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

##### 03. RIBALTAMENTO N2

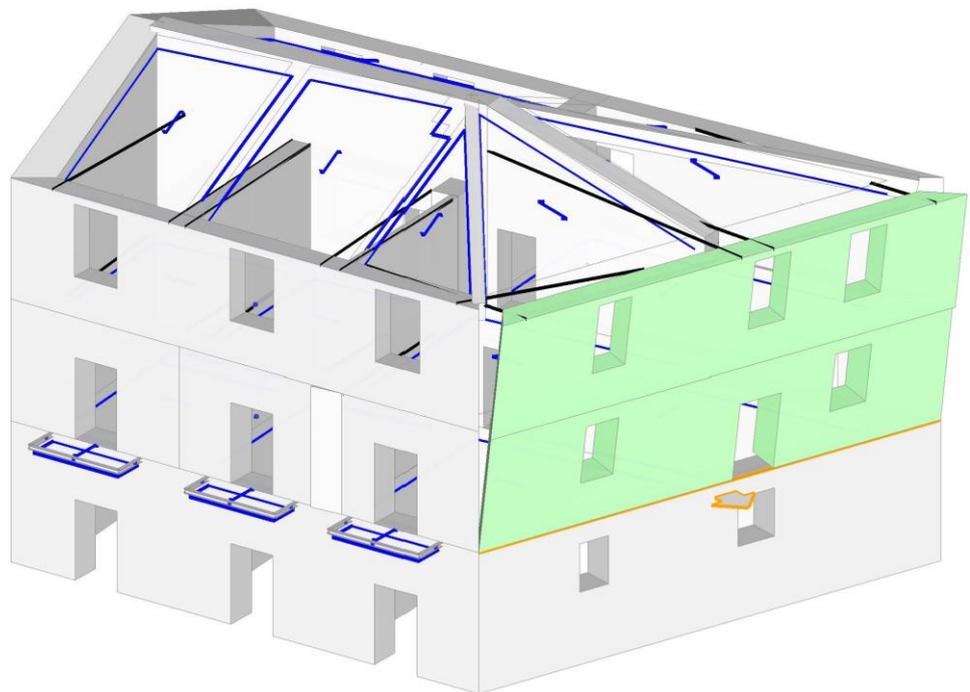
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.190$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.354 / 0.344 = 1.028$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 533 / 475 = 1.122$



#### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
43.506	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

- V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
12.750	0.000	3.500	16.916	12.132	3.500	0.000				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	14.376	5.934	5.022	0.00	0.00	-469.45	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	15.029	9.099	6.200	0.00	0.00	-24.49	0.00	0.00	-8.16	0.30
3	da solaio	13.110	3.511	6.200	0.00	0.00	-67.23	0.00	0.00	-22.41	0.30
4	peso proprio	14.512	5.931	7.950	0.00	0.00	-357.15	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	13.617	4.299	9.500	-4.89	-14.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	12.966	0.618	9.500	-7.78	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	14.935	6.254	9.500	-7.68	-0.56	1.12	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	15.228	7.090	9.500	-7.70	-0.82	0.75	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	16.708	11.325	9.500	-7.77	-0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da solaio	13.338	3.502	9.177	0.00	0.00	-40.24	0.00	0.00	-17.93	0.00
11	da solaio	15.283	9.067	9.178	0.00	0.00	-31.60	0.00	0.00	-14.09	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
 mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi^2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

N/mm <sup>2</sup>	n.	a	d	fyd	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>					Muro fin.: s in mm., tensioni in									
						mm <sup>2</sup>	mm	N/mm <sup>2</sup>	a	b	s	s	fm	$\tau_0$	$\sigma_N$	$\tau$	fd	fvd	s	fm
600	5		201	16	200						100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	6		79	10	200						150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	7		79	10	200						150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	8		79	10	200						150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	9		79	10	200						150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
5	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
6	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
7	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
8	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
9	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

calcolo

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi^2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-469.45	444.00	-152.47	1.439	-0.494	0.388	-182.362	714.466
2	0.00	0.00	-26.94	25.48	-8.75	2.554	-0.877	0.799	-21.515	72.746
3	0.00	0.00	-73.95	69.94	-24.02	2.554	-0.877	0.799	-59.059	199.690
4	0.00	0.00	-357.15	337.79	-116.00	4.209	-1.445	0.258	-92.133	1589.366
5	-4.89	-14.18	0.00	0.00	0.00	5.675	-1.949	0.573	-0.096	0.000
6	-7.78	-0.04	0.00	0.00	0.00	5.675	-1.949	-0.007	-44.061	0.000
7	-7.68	-0.56	1.12	0.00	0.00	5.675	-1.949	-0.039	-42.514	0.000
8	-7.70	-0.82	0.75	0.00	0.00	5.675	-1.949	-0.044	-42.124	0.000
9	-7.77	-0.26	0.00	0.00	0.00	5.675	-1.949	-0.068	-43.601	0.000
10	0.00	0.00	-40.24	38.05	-13.07	5.369	-1.844	0.578	-23.265	228.420
11	0.00	0.00	-31.60	29.89	-10.27	5.370	-1.844	0.546	-17.267	179.450

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

 $\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$ 

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

 $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$ **Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.190	80994	0.795	0.177

 $\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo  $d_{\zeta,E} = 0.800$**

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*   a2*   a*   PGA   TR   VN   PGA,CLV   TR,CLV
(g)   (g)   (g)   CLV   CLV   CLV   /PGA,DLV   /TR,DLV
-----
0.172   0.000   0.172   0.354   533   56   1.028   1.122
-----

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

#### 5. 4) RIBALTAMENTO N3

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

#### 04. RIBALTAMENTO N3

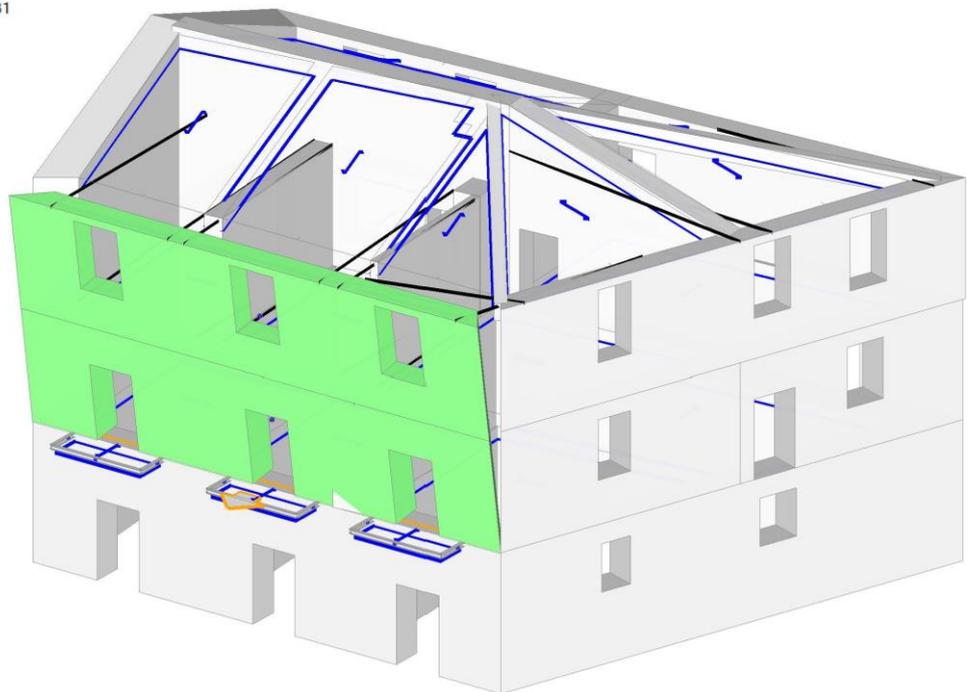
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.229$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.424 / 0.344 = 1.231$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1253 / 475 = 2.638$



#### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
41.856	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
-0.128	0.200	3.500	12.750	0.200	3.500	0.200				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.367	0.395	5.116	0.00	0.00	-450.16	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	4.149	0.600	6.500	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	4.820	0.600	6.500	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	8.032	0.600	6.500	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	9.056	0.000	6.500	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	0.829	0.600	6.500	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da solaio	10.558	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.63	0.00	0.00	-1.21	0.30
8	da solaio	6.441	0.800	6.200	0.00	0.00	-2.89	0.00	0.00	-0.96	0.30
9	da solaio	2.575	0.800	6.200	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00	-1.19	0.30
10	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
11	da catena	4.231	0.000	9.500	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	4.674	0.000	9.500	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	8.414	0.000	9.500	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da catena	8.939	0.000	9.500	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
15	da catena	1.020	0.000	9.500	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
16	da catena	12.135	0.000	9.500	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
17	da catena	9.265	0.600	9.500	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

18  da solaio		2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
19  da solaio		6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
20  da solaio		10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

-----  
 n. = numero consecutivo del carico  
 tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico  
 X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ  
 GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ  
 $\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$   
 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
 mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

n.	a	d	fyd	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>	Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>													
	mm <sup>2</sup>	mm	N/mm <sup>2</sup>	a	b	s	s	fm	τ0	σN	τ	fd	fvd	s	fm	τ0	σN	τ	fd

Comune di Borghese - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

473	2	79	10	200	100 300	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
496	3	201	16	200	100 300	15	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
800	4	201	16	200	150 100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
200	5	201	16	200	100 300	15	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
900	6	79	10	200	150 100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
473	11	201	16	200	100 300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
473	12	201	16	200	100 300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
684	13	201	16	200	100 300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
200	14	201	16	200	100 300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	15	201	16	200	100 300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010	16	201	16	200	100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010	17	79	10	200	150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010

**Trazioni (kN):**

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	15.708	10.200	15.556	80.000	10.000
3	40.212	4.713	15.556	20.000	4.713
4	40.212	13.963	7.778	160.000	7.778
5	40.212	2.568	15.556	20.000	2.568
6	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
11	40.212	10.200	15.556	35.556	10.200
12	40.212	10.200	15.556	35.556	10.200
13	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
14	40.212	2.568	15.556	35.556	2.568
15	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
16	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000
17	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778

**Dati:**

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione  $f_m$ , resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,

resistenza di progetto a compressione  $f_d$ , resistenza di progetto a taglio  $f_{vd}$

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

calcolo

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi_2 Q$ (kN)			Forza inerziale (kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-450.16	0.00	-450.16	0.000	-1.617	0.194	-87.215	727.721
2	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	0.398	-29.959	0.000
3	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	0.398	-14.063	0.000

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

4	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.000	0.398	-23.319	0.000
5	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.000	-0.201	-7.679	0.000
6	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.000	0.398	-23.165	0.000
7	0.00	0.00	-3.99	0.00	-3.99	0.000	0.000	-2.700	0.599	-2.388	10.769
8	0.00	0.00	-3.18	0.00	-3.18	0.000	0.000	-2.700	0.599	-1.902	8.581
9	0.00	0.00	-3.91	0.00	-3.91	0.000	0.000	-2.700	0.599	-2.342	10.565
10	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	0.000	-4.415	0.094	-32.606	1523.597
11	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	-0.203	-61.025	0.000
12	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	-0.203	-61.050	0.000
13	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	-0.203	-89.660	0.000
14	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	-0.203	-15.385	0.000
15	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	-0.203	-89.998	0.000
16	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	-0.203	-85.088	0.000
17	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-6.000	0.397	-0.232	0.000
18	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	0.000	-5.677	0.397	-17.204	245.919
19	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	0.000	-5.677	0.397	-21.174	302.660
20	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	0.000	-5.677	0.397	-7.883	112.686

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,...,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,...,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
-----			
0.229	75218	0.799	0.212
-----			

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo  $d_{i\zeta,E} = 0.800$**

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV	
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV	
-----								
0.172	0.000	0.172	0.424	1253	132	1.231	2.638	
-----								

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

## 6. 5) RIBALTAMENTO N4

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

### 05. RIBALTAMENTO N4

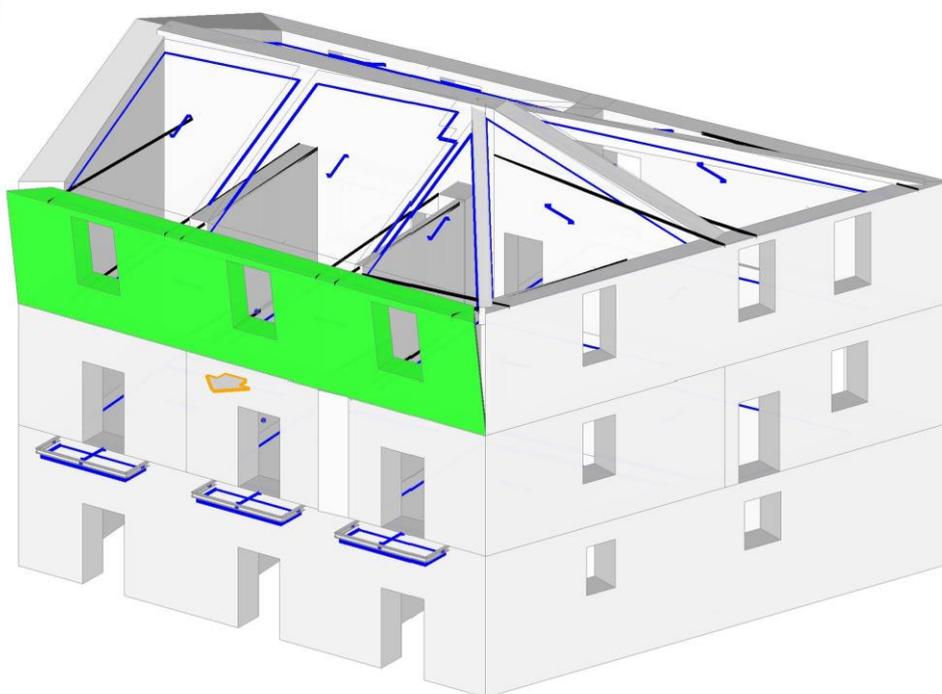
Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.380$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.466 / 0.344 = 1.353$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



### Dati generali

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
18.163	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Asse di rotazione**

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(m)
-0.128	0.150	6.500	12.750	0.150	6.500	0.150				

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	6.408	0.297	7.915	0.00	0.00	-345.09	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	4.231	0.000	9.500	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	4.674	0.000	9.500	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	8.414	0.000	9.500	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	8.939	0.000	9.500	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	1.020	0.000	9.500	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	12.135	0.000	9.500	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	4.149	0.600	6.500	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	4.820	0.600	6.500	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da catena	8.032	0.600	6.500	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
11	da catena	9.056	0.000	6.500	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	0.829	0.600	6.500	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	9.265	0.600	9.500	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da solaio	2.459	0.600	9.177	0.00	0.00	-43.32	0.00	0.00	-19.31	0.00
15	da solaio	6.724	0.600	9.177	0.00	0.00	-53.31	0.00	0.00	-23.76	0.00
16	da solaio	10.551	0.600	9.177	0.00	0.00	-19.85	0.00	0.00	-8.85	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

$\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$   
(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

N/mm <sup>2</sup>	n.	a	d	fyd	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>				Muro fin.: s in mm., tensioni in							
						s	fm	$\tau_0$	$\sigma_N$	$\tau$	fd	fvd	s	fm	$\tau_0$	$\sigma_N$	$\tau$
		2		201	16	200		100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
73	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		3		201	16	200		100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
73	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		4		201	16	200		100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
84	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		5		201	16	200		100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
200	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		6		201	16	200		100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		7		201	16	200		100	300	20	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		8		79	10	200		100	300	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
73	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		9		201	16	200		100	300	15	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
96	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		10		201	16	200		150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
800	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		11		201	16	200		100	300	15	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
200	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		12		79	10	200		150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
900	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											
		13		79	10	200		150	100	30	600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010
600	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010											

Trazioni (kN):

| n. | Snervamento | Punzonamento | Penetrazione | Flessione | Valore di calcolo |

Comune di Borbone - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

2	40.212		10.200		15.556		35.556		10.200	
3	40.212		10.200		15.556		35.556		10.200	
4	40.212		15.407		15.556		35.556		15.000	
5	40.212		2.568		15.556		35.556		2.568	
6	40.212		15.407		15.556		35.556		15.000	
7	40.212		15.407		15.556		35.556		15.000	
8	15.708		10.200		15.556		80.000		10.000	
9	40.212		4.713		15.556		20.000		4.713	
10	40.212		13.963		7.778		160.000		7.778	
11	40.212		2.568		15.556		20.000		2.568	
12	15.708		13.963		7.778		160.000		7.778	
13	15.708		13.963		7.778		160.000		7.778	

**Dati:**

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione  $f_m$ , resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,

resistenza di progetto a compressione  $f_d$ , resistenza di progetto a taglio  $f_{vd}$

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

calcolo

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi^2Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-345.09	0.00	-345.09	0.000	-1.415	0.146	-50.378	488.323
2	-0.77	10.17	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	-0.151	-30.512	0.000
3	-0.71	10.18	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	-0.151	-30.525	0.000
4	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	-0.151	-44.830	0.000
5	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	-0.151	-7.692	0.000
6	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	-0.151	-44.999	0.000
7	4.89	14.18	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	-0.151	-42.544	0.000
8	-0.54	9.99	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.450	-0.002	0.000
9	-0.49	4.69	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.450	-0.001	0.000
10	-0.29	7.77	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.450	-0.002	0.000
11	-0.20	2.56	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-0.150	0.000	0.000

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

12	-0.94	7.72	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.450	-0.002	0.000
13	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.000	0.448	-0.116	0.000
14	0.00	0.00	-43.32	0.00	-43.32	0.000	-2.677	0.449	-19.435	115.967
15	0.00	0.00	-53.31	0.00	-53.31	0.000	-2.677	0.449	-23.919	142.724
16	0.00	0.00	-19.85	0.00	-19.85	0.000	-2.677	0.449	-8.906	53.139

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2*Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
-----			
0.380	42788	0.909	0.309

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
-----							
0.172	0.000	0.172	0.466	2475	261	1.353	5.211

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta,E,SLV,PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70124 H282B

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = \zeta_{E,SLV,TR}$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

## 7. 6) FLESSIONE N2

Flessione di parete vincolata ai bordi

Il cinematismo presenta: un asse di rotazione inferiore; un asse di rotazione intermedio;  
un asse di rotazione nella posizione del carrello di sommità

### 06. FLESSIONE N2

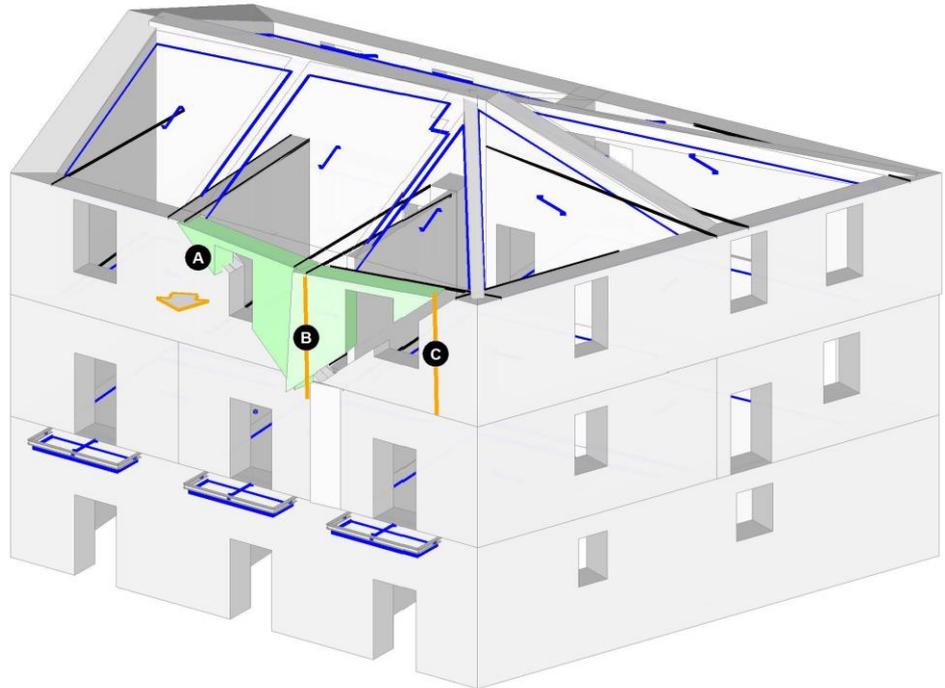
Flessione di parete vincolata ai bordi

$\alpha_0 = 0.231$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.352 / 0.344 = 1.022$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 522 / 475 = 1.099$



### Dati generali

V	H	Z	T1	y	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

4.934	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350
-------	--------	-------	-------	-------	-------

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo  
 H = altezza della struttura rispetto alla fondazione  
 Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura  
 T1 = primo periodo di vibrazione  
 $\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale  
 FC = fattore di confidenza  
 SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Assi di rotazione**

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr. (m)	K	N (kN)	fd (N/mm <sup>2</sup> )	a (m)
	X	Y	Z	X	Y	Z					
1	4.084	1.338	9.500	4.130	1.361	6.500	1.500				
2	9.060	-0.292	9.563	9.106	-0.269	6.563	1.000				
3	12.111	-0.001	9.612	12.156	0.022	6.612					

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	9.482	0.303	8.428	0.00	0.00	-44.90	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	8.939	0.000	9.500	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	9.265	0.600	9.500	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da solaio	8.682	0.600	9.177	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00	-1.06	0.00
5	da solaio	10.346	0.600	9.177	0.00	0.00	-17.27	0.00	0.00	-7.70	0.00
6	peso proprio	7.502	0.303	8.448	0.00	0.00	-48.86	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	8.414	0.000	9.500	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da solaio	6.875	0.600	9.177	0.00	0.00	-44.63	0.00	0.00	-19.89	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ  
 $\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$   
(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

n.	a	d	f <sub>yd</sub>	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>	Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>
2	201	16	200	100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
3	79	10	200	150 100	30	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010
7	201	16	200	100 300	20	600 1.400 0.026 0.000 0.026 0.519 0.010

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	40.212	2.568	15.556	35.556	2.568
3	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
7	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena  
a, d: sezione, diametro; f<sub>yd</sub>: tensione di snervamento  
Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore  
Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione f<sub>m</sub>, resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,  
tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,  
resistenza di progetto a compressione f<sub>d</sub>, resistenza di progetto a taglio f<sub>vd</sub>  
Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,  
penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

calcolo

**Forze, spostamenti, lavoro**

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@gmail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

n.	Carico totale $G+\psi^2Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-44.90	20.30	-40.04	-2.393	-4.451	-0.071	3.176	129.684
2	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	-2.010	-5.133	-0.070	-12.886	0.000
3	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	-2.788	-4.711	-0.079	-21.869	0.000
4	0.00	0.00	-2.38	1.08	-2.13	-2.785	-5.473	-0.085	0.202	8.635
5	0.00	0.00	-17.27	7.81	-15.40	-2.786	-3.317	-0.068	1.174	29.341
6	0.00	0.00	-48.86	22.09	-43.58	-1.045	-3.401	-0.042	2.058	125.124
7	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	-1.340	-4.329	-0.054	-62.945	0.000
8	0.00	0.00	-44.63	20.18	-39.81	-0.742	-2.785	-0.033	1.462	95.893

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione n°1 pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

**Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.231	15684	0.973	0.176

$\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo  $\alpha \zeta, E = 0.800$**

**SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.352	522	55	1.022	1.099

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta_{E,SLV,PGA}$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta_{E,SLV,TR}$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

### 8. 7) FLESSIONE N3

Flessione su cerniere oblique

Il cinematismo presenta: due assi di rotazione obliqui e complanari;

un vincolo di contatto nel piano verticale all'incrocio dei due assi

#### 07. FLESSIONE N3

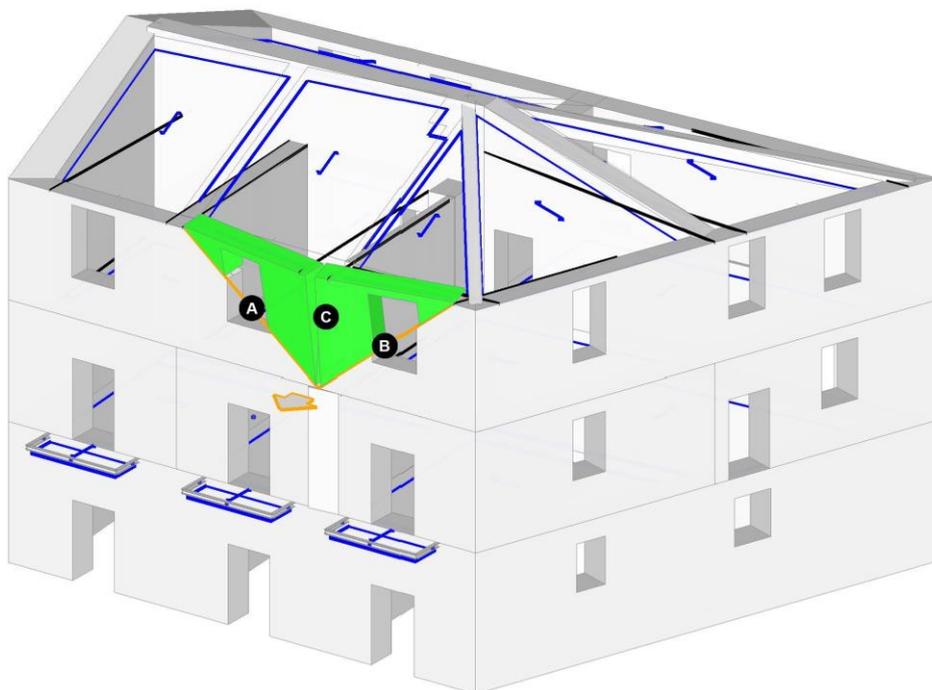
Flessione su cerniere oblique

$\alpha_0 = 0.932$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.466 / 0.344 = 1.353$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

**Dati generali**

V	H	Z	T1	$\gamma$	FC	SLD
(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(sec)			
4.934	11.500	0.000	0.312	1.286	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

$\gamma$  = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

**Assi di rotazione**

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr. (m)	K	N (kN)	fd (N/mm <sup>2</sup> )	a (m)
	X	Y	Z	X	Y	Z					
1	4.762	0.000	9.500	8.441	0.000	6.500	0.000	0.000	93.49	0.000	4.747
2	8.441	0.000	6.500	12.112	0.000	9.500	0.000	0.000	64.55	0.000	4.747
3	8.441	0.600	8.001								

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

**Carichi**

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			$\psi_2$
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	9.482	0.303	8.428	0.00	0.00	-44.90	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	8.939	0.000	9.500	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	9.265	0.600	9.500	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da solaio	8.682	0.600	9.177	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00	-1.06	0.00
5	da solaio	10.346	0.600	9.177	0.00	0.00	-17.27	0.00	0.00	-7.70	0.00
6	peso proprio	7.502	0.303	8.448	0.00	0.00	-48.86	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	8.414	0.000	9.500	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da solaio	6.875	0.600	9.177	0.00	0.00	-44.63	0.00	0.00	-19.89	0.00

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

n. = numero consecutivo del carico  
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico  
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ  
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ  
 $\psi_2$  = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di  $\psi_2$   
(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,  
mostrato in tabella è pari alla media pesata:  $P=G+\psi_2*Q$ , con G e Q carichi totali del solaio)

**Catene**

Dati:

n.	a	d	f <sub>yd</sub>	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm <sup>2</sup>	Muro fin.: s in mm., tensioni in													
	mm <sup>2</sup>	mm	N/mm <sup>2</sup>	a	b	s	s	f <sub>m</sub>	$\tau_0$	$\sigma_N$	$\tau$	f <sub>d</sub>	f <sub>vd</sub>	s	f <sub>m</sub>	$\tau_0$	$\sigma_N$	$\tau$	f <sub>d</sub>
200	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010													
300	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010													
684	1.400	0.026	0.000	0.026	0.519	0.010													

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	40.212	2.568	15.556	35.556	2.568
3	15.708	13.963	7.778	160.000	7.778
7	40.212	15.407	15.556	35.556	15.000

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena  
a, d: sezione, diametro; f<sub>yd</sub>: tensione di snervamento  
Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore  
Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione f<sub>m</sub>, resistenza a taglio puro  $\tau_0$ ,  
tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio  $\sigma_N$ , resistenza media a taglio  $\tau$ ,  
resistenza di progetto a compressione f<sub>d</sub>, resistenza di progetto a taglio f<sub>vd</sub>  
Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

Comune di Borbone - Prot. n.0001974 del 18-03-2019

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70L24 H282B

calcolo

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel

**Forze, spostamenti, lavoro**

n.	Carico totale $G+\psi^2Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	$\delta X$	$\delta Y$	$\delta Z$	L1	L2
1	0.00	0.00	-44.90	0.00	-44.90	0.187	-0.835	0.544	-24.424	37.501
2	-0.14	2.56	0.00	0.00	0.00	0.379	-2.009	0.309	-5.204	0.000
3	7.78	0.04	0.00	0.00	0.00	-0.001	-1.803	0.774	-0.074	0.000
4	0.00	0.00	-2.38	0.00	-2.38	0.000	-1.922	0.774	-1.844	4.581
5	0.00	0.00	-17.27	0.00	-17.27	-0.001	-0.869	0.774	-13.369	15.000
6	0.00	0.00	-48.86	0.00	-48.86	-0.188	-0.917	0.544	-26.578	44.778
7	-1.30	14.94	0.00	0.00	0.00	-0.380	-2.308	0.309	-33.995	0.000
8	0.00	0.00	-44.63	0.00	-44.63	-0.001	-1.085	0.774	-34.548	48.419

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale  $G+\psi^2Q$  nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

 $\delta X,\delta Y,\delta Z$  = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione n°1 pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1):  $L1=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,...,o)[Fh*\delta h]$ 

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

 $L2=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,...,n+m)[Pj*\delta Xj]$ **Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo**

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.932	15695	0.974	0.709

 $\alpha 0$  = moltiplicatore di collasso

M\* = massa partecipante (C8A.4.3)

e\* = frazione di massa partecipante

a0\* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

**Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di  $\zeta,E = 0.800$** **SLV: Verifiche di sicurezza**

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
-----	-----	----	-----	----	----	---------	--------

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 1A - 02100 - Rieti  
 Cell. 339-7903894  
 e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
 P. I.V.A 00937660579  
 C.F. CCL NDR 70124 H282B

(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.172	0.000	0.172	0.466	2475	261	1.353	5.211

a1\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2\* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

## 9. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	$\alpha_0$	PGA,CLD	TR,CLD	PGA,CLV	TR,CLV
		/PGA,DLD	/TR,DLD	/PGA,DLV	/TR,DLV
1	0.495	2.621	18.580	1.353	5.211
2	0.196	1.216	1.560	1.086	1.423
3	0.190	1.157	1.380	1.028	1.122
4	0.229	1.379	2.080	1.231	2.638
5	0.380	2.013	6.360	1.353	5.211
6	0.231	1.157	1.380	1.022	1.099
7	0.932	3.046	49.500	1.353	5.211

n. = numero consecutivo del cinematismo

$\alpha_0$  = moltiplicatore di collasso

PGA,CLD / PGA,DLD =  $\zeta, E, SLD, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD

TR,CLD / TR,DLD =  $\zeta, E, SLD, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

**Ing. Andrea Cecilia**

Via Raccuini 18 - 02100 - Rieti  
Cell. 339-7903894  
e-mail: andrea.cecilia@ymail.com  
P. I.V.A 00937660579  
C.F. CCL NDR 70L24 H282B

Secondo All.a al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni. Se  $TR > 2475$  si pone  $TR = 2475$ .

Se  $TR < 30$ , con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIIS (Unità di Ricerca CNR-ITC) si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard  $ag(30)$ ,  $ag(50)$  e  $ag(75)$ , effettuata con la funzione di potenza:  $ag(TR) = k \cdot TR^\alpha$ .

Per il sito in esame risulta:  $K = 0.014122930$ ,  $\alpha = 0.502166910$

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:

SLD:  $(2475/TR, DLD) = 49.500$

SLV:  $(2475/TR, DLV) = 5.211$

