

POLITECNICO DI TORINO



Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Titolo della tesi:

**“APPLICAZIONE DEL SISMA BONUS ALLE STRUTTURE
ESISTENTI IN CEMENTO ARMATO”**

*“APPLICATION OF THE SEISMIC BONUS TO REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES”*

Relatore: Alessandro Pasquale Fantilli (DISEG)

Correlatore: Bernardino Chiaia (DISEG)

Studente: Giorgio Taffoni

Matricola: s237804

Anno Accademico: 2019-2020

Abstract in italiano

L'argomento di tesi verte sull'applicazione di uno strumento legislativo italiano, chiamato Sisma Bonus, che consente di ricevere incentivi statali per adeguare o migliorare sismicamente edifici esistenti grazie al passaggio da una classe di rischio maggiore ad una classe di rischio minore.

I recenti eventi tellurici hanno portato alla luce i gravi problemi di instabilità strutturale del patrimonio edilizio nazionale, dovuti alle lacune del quadro normativo antisismico colmate solo in tempi recenti. Per tale motivo la maggior parte degli edifici esistenti non sono stati costruiti con specifiche regole antisismiche e purtroppo sono localizzati su un territorio fortemente interessato da frequenti sismi.

In particolare, è stato analizzato un fabbricato in calcestruzzo armato situato nella provincia di Genova, provvedendo ad adeguarlo o migliorarlo nelle sue prestazioni strutturali, al fine di allungarne la vita d'utilizzo e migliorarne le caratteristiche di resistenza.

Di seguito, viene riassunto il lavoro realizzato nei suoi punti salienti:

Introduzione dello stato di fatto del patrimonio edilizio italiano, evoluzione dei concetti di base del quadro normativo inerenti la regolamentazione antisismica fino ad arrivare alle attuali Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018), definizione delle principali caratteristiche e linee guida del Sisma Bonus.

Rilievo, recupero e catalogazione dei dati inerenti l'edificio, quali: configurazione geometrica, caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati, analisi dei carichi gravanti sulla struttura, dimensioni e armature degli elementi strutturali, dati geotecnici, sismici e definizione dell'accelerazione al suolo nel sito dove sorge la costruzione.

Delineata la struttura, sono stati creati diversi modelli tridimensionali del fabbricato con il software "Dolmen", un ambiente di calcolo strutturale agli elementi finiti. Su queste discretizzazioni, sono state effettuate le relative analisi strutturali, caratterizzate dalla presenza o meno dei carichi orizzontali dovuti al sisma, dalla tipologia d'analisi effettuata (statica e dinamica) e dagli interventi da realizzare sul telaio (di miglioramento e di adeguamento).

Si illustrano i differenti interventi nel dettaglio con i relativi apporti per soddisfare la verifica agli Stati Limite e le altre prescrizioni della normativa. In particolare si focalizza l'attenzione sui metodi di incamiciatura dei pilastri e di fasciatura fibro-rinforzata delle travi.

Interpretazione dei dati ottenuti, calcolo dei coefficienti essenziali per l'assegnazione della classe di rischio sismico al fabbricato, provvedendo a valutare l'efficacia degli interventi realizzati al fine di beneficiare degli incentivi statali, e stima del costo per la realizzazione delle tecnologie adottate.

Infine, vengono confrontate e commentate le diverse tipologie d'intervento progettate al fine di valutarne la più efficace.

APPLICATION OF THE SEISMIC BONUS TO REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Abstract in inglese

The subject of the final dissertation is the application of an Italian legislative instrument, called Sisma Bonus, which allows to receive state incentives to adapt or improve seismically existing buildings by switching from a higher risk class to a lower risk class.

Recent earthquakes have brought to light the serious problems of structural instability in the national building stock, due to the gaps in the anti-seismic regulatory framework that have only recently been filled. For this reason, most of the existing buildings have not been built with specific anti-seismic rules and are unfortunately located in a territory strongly affected by frequent earthquakes.

In particular, a reinforced concrete building in the province of Genoa was analysed, adapting or improving its structural performance in order to extend its service life and to improve its resistance characteristics.

The work carried out in its main points is summarised below:

Introduction of the actual state of the Italian building stock, evolution of the basic concepts of the regulatory framework concerning seismic regulation up to the current Technical Regulations for Construction (NTC 2018), definition of the main characteristics and guidelines of the Sisma Bonus.

Survey, recovery and cataloguing of data concerning the building, such as: geometric configuration, mechanical characteristics of the materials used, analysis of loads on the structure, dimensions and reinforcement of structural elements, geotechnical data, seismic and definition of ground acceleration in the site where the construction is located.

Once the structure had been defined, several three-dimensional models of the building were created using the "Dolmen" software, a finite element structural calculation environment. On these discretizations, the relative structural analyses were carried out, characterised by the presence or absence of horizontal loads due

to the earthquake, by the type of analysis carried out (static and dynamic) and by the interventions to be carried out on the frame (improvement and adaptation).

The different interventions are illustrated in detail with the relative contributions to satisfy the verification of the Limit States and the other prescriptions of the regulations. In particular, attention is focused on the methods of cladding the pillars and fiber-reinforced bandaging of the beams.

Interpretation of the data obtained, calculation of the essential coefficients for the assignment of the seismic risk class to the building, assessing the effectiveness of the interventions carried out in order to benefit from state incentives, and estimation of the cost for the implementation of the technologies adopted.

Finally, the different types of intervention designed to evaluate the most effective are compared and commented on.

Sommario

POLITECNICO DI TORINO.....	1
Facoltà di Ingegneria	1
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile.....	1
Titolo della tesi:.....	1
“APPLICAZIONE DEL SISMA BONUS ALLE STRUTTURE ESISTENTI IN CEMENTO ARMATO”	1
Relatore: Alessandro Pasquale Fantilli (DISEG)	1
Correlatore: Bernardino Chiaia (DISEG).....	1
Studente: Giorgio Taffoni	1
Matricola: s237804.....	1
Anno Accademico: 2019-2020	1
1 Introduzione.....	8
2 Le strutture esistenti in cemento armato ed evoluzione della normativa antisismica italiana.....	10
3 Il Sisma Bonus	16
3.1 Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni.....	16
3.2 Il rischio sismico: l’unità di misura per fare prevenzione.....	17
3.3 Perdita annuale annua (PAM)	19
3.4 Indice di sicurezza (IS-V).....	22
3.5 Il metodo convenzionale per la determinazione del rischio sismico	23
4 Il caso di studio.....	31
4.1 Descrizione e dati generali	31
4.2 Carichi agenti sulla struttura	38
4.3 Modellazione.....	54
4.4 Verifiche da effettuare	56
4.4.1 Verifica a presso-flessione	56
4.4.2 Verifica a taglio.....	58
4.4.3 Passo staffe insufficiente	61
4.4.4 Snellezza eccessiva	62
4.4.5 Tensione d’esercizio eccessiva	63
5 Analisi strutturali.....	64
5.1 Caso pre-intervento senza combinazioni sismiche	66
5.2 Caso pre-intervento con combinazioni sismiche	74

5.3	Tecniche per migliorare le prestazioni strutturali delle travi e pilastri	80
5.4	Caso post-intervento con combinazioni sismiche, adeguamento sismico	87
5.5	Caso post-intervento con combinazioni sismiche, miglioramento sismico	93
5.6	Controllo della regolarità strutturale, ellisse delle rigidezze	100
5.7	Caso post-intervento con combinazioni sismiche, riduzione eccentricità	102
6	Determinazione della classe di rischio sismico	111
6.1	Misura della perdita media annua attesa	111
6.2	Misura dell'indice di sicurezza	119
6.3	Misura del coefficiente di difformità e correlazione con il sismabounus	123
6.4	Confronti tra i risultati ottenuti	140
7	Conclusioni	144
8	Bibliografia	145
9	Appendice	146
9.1	Piante e sezioni architettoniche dell'edificio	146
9.2	Piante strutturali dei pilastri	150
9.3	Carpenteria dei solai	155
9.4	Conformazione vano scala	160
9.5	Verifiche dei pilastri nel caso pre-intervento senza combinazioni sismiche	164
9.6	Verifiche dei pilastri nel caso pre-intervento con combinazioni sismiche	174
9.7	Verifiche dei pilastri nel caso post-intervento, adeguamento sismico	184
9.8	Verifiche dei pilastri nel caso post-intervento, miglioramento sismico	194
9.9	Verifiche dei pilastri nel caso post-intervento, miglioramento sismico con riduzione dell'eccentricità	204
10	Ringraziamenti	214

1 Introduzione

I numerosi e recenti eventi sismici che si sono verificati negli ultimi decenni nel centro Italia e non solo, hanno comportato per la collettività enormi costi sociali in termini sia di vittime e sia d'incidenza sulla vita delle comunità e sui costi economici sostenuti per l'emergenza e la ricostruzione. Si è venuta a creare quindi la necessità, non più prorogabile, di intervenire in maniera preventiva sul patrimonio edilizio italiano attraverso interventi di miglioramento o adeguamento sismico, al fine di consentire alle nostre abitazioni di raggiungere un livello di sicurezza adeguato, tale da scongiurare il collasso e limitare il danni alla struttura^[1] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Il problema sta nel fatto che ci si ricorda di eseguire tali tipologie d'interventi, cosiddetti "antisismici" nelle abitazioni, solamente quando queste presentano un quadro fessurativo più o meno ampio dovuto ad un terremoto o a qualunque altra calamità naturale^[2] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus, pag 9). Purtroppo i recenti eventi sismici che hanno colpito Umbria e Marche (1997), Molise e Puglia (2002), L'Aquila (2009), Emilia Romagna (2012) e il Centro Italia (2016), così temporalmente ravvicinati, ci hanno dimostrato che i terremoti in Italia non sono eventi eccezionali e che devono necessariamente essere affiancati da forme di finanziamento ed incentivazione stabili che riescano a garantire l'efficienza degli investimenti sia dal punto di vista della sicurezza sismica che dei benefici economici attesi^[3] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Ad ogni evento sismico, poi, è necessario associare tutto il contesto che circonda la ristretta area dell'epicentrale degli eventi sismici caratterizzati da elevata intensità, che solitamente pesano sull'entità dei danni in maniera più significativa delle aree direttamente colpite in relazione alla distribuzione della popolazione e delle relative attività industriali e commerciali^[4] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Questo è dovuto principalmente, oltre che all'elevata sismicità del territorio nazionale italiano, anche all'elevata vulnerabilità del nostro patrimonio edilizio, infatti si stima che nel nostro paese sono presenti (stima ANCE – Cresme 2012) circa 7 milioni di immobili costruiti senza una normativa sismica di riferimento^[5] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Inoltre si stima che nell'ultimi cinque decenni ci siano state circa 5000 vittime e da un sondaggio (ANCE – Cresme del 2012), risulta che lo Stato italiano ha speso 181 miliardi di euro per danni da terremoti dal 1944 al 2012, a cui si aggiungono 24 miliardi per il sisma del Centro Italia datato al 2016, pari ad una media annua di 3 miliardi spesi per la ricostruzione e il soccorso^[6] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Di conseguenza l'esigenza e la consapevolezza di affrontare la mitigazione del rischio sismico, promuovendo una cultura della conoscenza e della prevenzione, è diventata sempre più prioritaria. Il seguente lavoro di tesi intende focalizzare l'attenzione sulla prevenzione di eventuali danni apportati da un evento sismico alle costruzioni esistenti in cemento armato, attraverso la classificazione sismica e

l'applicazione del Sisma Bonus; strumento che consente di ricevere incentivi statali al fine di migliorare le prestazioni strutturali del degli edifici esistenti.

2 Le strutture esistenti in cemento armato ed evoluzione della normativa antisismica italiana

L'esperienza ci insegna che qualunque intervento di ristrutturazione degli edifici, destinato al miglioramento delle condizioni abitative, influisce in maniera piuttosto significativa sul comportamento statico e dinamico della struttura e, se non correttamente valutati in fase progettuale, spesso ne determinano un peggioramento in termini di risposta all'evento sismico^[7] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Tenendo conto dell'età degli immobili sul territorio italiano, oltre il 60 % del patrimonio edilizio esistente è antecedente al 1975, anno dell'approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche d.m. 3 marzo 1975 che era stato preceduto dalla legge 2 febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"^[8] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). La percentuale di fabbricati costruiti senza una normativa antisismica di riferimento sale ad oltre il 70 % se consideriamo come limite temporale il 1984 anno in cui venne completata con il d.m. 5 marzo 1984 "Dichiarazione di sismicità di alcune zone della regione Lombardia" la classificazione sismica del territorio italiano^[9] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). In realtà anche negli anni precedenti al 1970 vennero emanate leggi e decreti "antisismici". In particolare dopo il terremoto di Messina del 28 dicembre 1908 venne emanato il regio decreto n. 193 del 18 aprile 1909 che può essere considerato la prima vera normativa antisismica italiana. Infatti questo decreto imponeva per la prima volta alle strutture di resistere a delle forze elastiche equivalenti laterali rappresentative degli effetti dinamici applicati alle masse dell'edificio e dovute al moto sismico^[10] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Tuttavia la classificazione sismica prevedeva semplicemente la differenziazione del territorio in due categorie, in relazione al loro grado di sismicità ed alla loro costituzione geologica. Erano classificati come territori sismici esclusivamente quelli colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908, mentre tutti tutte le altre zone, classificati come "non sismiche", non avevano nessun obbligo di costruire nel rispetto della normativa antisismica^[11] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). La legge n. 64/1974 rappresenta la legge quadro della normativa antisismica italiana, stabilendo le linee guida per quanto concerne la progettazione e la realizzazione delle strutture in generale. Tale norma, con i decreti che vennero approvati successivamente, ha introdotto importanti innovazioni e novità^[12] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

- La classificazione sismica della zone ove doveva sorgere la costruzione, veniva stabilita in funzione di “comprovate indagini tecniche”;
- L'utilizzo del metodo dell'analisi dinamica lineare (o analisi modale) al posto dell'analisi statica lineare;
- Introduzione di nuovi coefficienti di proporzionalità e di distribuzione delle forze sismiche e nuovi coefficienti di riduzione dei sovraccarichi;
- Definizione di nuovi criteri geotecnici per le opere di fondazione.

Negli anni successivi e fino ad arrivare al 2003 la normativa sismica italiana rimase tutto sommato invariata, ad eccezione per l'emanazione dei decreti ministeriali di aggiornamento tra cui il d.m. 16 gennaio 1996 e relativa circolare n° 65 del 10 aprile 1997^[13] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Nel 2003 il terremoto di S. Giuliano di Puglia portò all'emanazione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”^[14] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Si tratta di norme che introducono importanti novità e si distinguono per l'adozione esclusiva del metodo di calcolo semiprobabilistico agli Stati Limite, rendendo obsoleto di quello alle Tensioni Ammissibili^[15] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). La differenza sostanziale con la normativa tecnica precedente sta nell'applicazione di due nuovi “criteri”:

- La prima differenza, che va sotto il nome di criterio dalla “**Gerarchia delle Resistenze**”, è quello di assegnare, in fase di progetto, una resistenza differente ai diversi elementi strutturali, in modo che il collasso di alcuni preceda e quindi prevenga quello di altri ritenuti più importanti per la stabilità della struttura. Gli elementi da proteggere sono quelli il cui cedimento pregiudica la stabilità globale dell'edificio (ad esempio i pilastri e soprattutto i nodi strutturali, punti di convergenza dei pilastri e delle travi). La rottura dei pilastri viene impedita fornendo ad essi una resistenza superiore a quella delle travi e lo stesso vale per i nodi^[16] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Di seguito si riporta la totale gerarchia delle resistenze per le tipologie di rottura e per le tipologie di elementi strutturali:

1. Rottura per **flessione** delle **travi**
 2. Rottura per **taglio** delle **travi**
 3. Rottura per **flessione** dei **pilastr**i
 4. Rottura per **taglio** dei **pilastr**i
 5. Rottura del **nodo**
- La seconda differenza è quella relativa al criterio del raggiungimento e superamento, voluto, del comportamento elastico (reversibile) della struttura, per entrare nel campo delle deformazioni cicliche ripetute e di grande ampiezza in campo plastico (irreversibile). L'obiettivo è quello di consentire che tali deformazioni plastiche siano sopportate dagli elementi strutturali senza che essi perdano la loro integrità e la loro funzione statica. Questa capacità viene indicata tecnicamente con il termine "**duttilità**"^[17]
(Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

Con riferimento a quanto sopra citato, vengono presi in considerazione principalmente due eventi sismici:

- Il terremoto di servizio, caratterizzato da tempi di ritorno circa di 70 anni;
- Il terremoto distruttivo, con tempi di ritorno di circa 475 anni.

A questi due terremoti si associano due differenti livelli prestazionali:

- Lo **Stato Limite di Danno (SLD)**: tale verifica consiste nell'accertarsi che, in presenza di un terremoto di servizio, la struttura subisca un leggero danneggiamento alle parti strutturali e non strutturali e che quindi la struttura possa ancora garantire lo svolgimento delle attività che ospita;
- Lo **Stato Limite Ultimo (SLU)**: questa verifica consiste nell'accertarsi che, in presenza di un terremoto distruttivo o catastrofico, pur subendo danni ingenti, la struttura sia in grado di garantire una resistenza residua nei confronti dell'azione orizzontale e nei confronti dei carichi gravitazionali, in modo da salvaguardare la vita delle persone presenti all'interno dell'edificio.

Il terremoto che colpì l'Aquila nel 2009 spinse, infine, alla definitiva entrata in vigore del d.m. 14 gennaio 2008 (NTC 2008) e della relativa circolare applicativa n. 617 del 2 febbraio 2009^[18] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). La novità fondamentale sta nell'aver suddiviso i livelli prestazionali sopra citati in quattro sottolivelli, raggruppati in due gruppi:

Stati Limite di Esercizio (SLE):

- Lo **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi che compromettano le attività che si svolgono internamente agli stabili;
- Lo **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso subisce dei danni tali da non mettere a rischio le persone e da non compromettere la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali e verticali, restando utilizzabile anche con l'interruzione di alcuni servizi o apparecchiature ospitate al suo interno.

Stati Limite Ultimi (SLU):

- Lo **Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito di un terremoto di forte intensità, la costruzione subisce delle rotture e dei crolli che riguardano i componenti non strutturali e significativi danni nei confronti dei componenti strutturali a cui si associa una diminuzione importante della rigidezza nei confronti dell'azione sismica; la costruzione conserva tuttavia una parte della resistenza e rigidezza per azioni gravitazionali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
- Lo **Stato Limite Ultimo (SLU)**: a seguito di un terremoto di forte intensità lo stabile subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali e danni ingenti dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ma un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Una parte importante delle NTC 2008 è riservata agli edifici esistenti che, come abbiamo visto, rappresentano la grande maggioranza del territorio italiano. Questa breve evoluzione temporale della normativa antisismica italiana ci permette di capire come oltre il 70% del patrimonio immobiliare sia stato costruito prima del 1974 in totale assenza di una normativa antisismica e come dal 1974 fino al 2009 (anno della definitiva entrata in vigore delle NTC 2008) si sia intervenuto nelle ristrutturazioni sulla base di una normativa antisismica che oggi sappiamo aver indirizzato verso tipologie di interventi che si sono rilevati spesso peggiorativi in termini di risposta locale e globale all'evento sismico della struttura^[19] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

3 Il Sisma Bonus

3.1 Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni

Il 20 febbraio 2017 l'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha espresso all'unanimità parere favorevole al testo delle "Linee Guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni"^[20] (Classi rischio sismico e Sisma Bonus). Le Linee Guida forniscono lo strumento di regolamentazione degli incentivi fiscali, legati alla misura del cosiddetto Sisma Bonus, con uno specifico riferimento all'edilizia privata e produttiva, costituendo il primo strumento di attivazione di una concreta politica di prevenzione sismica del patrimonio edilizio residenziale e produttivo dell'Italia^[21] (Classi rischio sismico e Sisma Bonus). La misura fiscale a cui si legano le Linee Guida rappresenta una novità per il paese: per la prima volta si può attuare, su larga scala e senza graduatorie di accesso ai benefici, un'azione volontaria con forti incentivi statali di prevenzione sismica sugli edifici esistenti privati^[22] (Classi rischio sismico e Sisma Bonus). Le Linee Guida affrontano, con un nuovo approccio, il tema della classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni esistenti coniugando:

- Il rispetto del valore della salvaguardia della vita umana (mediante le verifiche di sicurezza previste dalle vigenti NTC 2018);
- La considerazione delle possibili perdite economiche e delle perdite sociali (in base a robuste stime convenzionali basate anche sui dati della ricostruzione post sisma che colpì l'Aquila nel 2009).

3.2 Il rischio sismico: l'unità di misura per fare prevenzione

Il rischio sismico: è la misura matematica/ingegneristica per valutare il danno o la perdita attesa conseguentemente ad un evento sismico. Il rischio sismico dipende da diversi fattori che si relazionano fra loro:

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} \times \text{Vulnerabilità} \times \text{Esposizione}$$

- **Pericolosità**: è la probabilità che si verifichi un terremoto caratterizzato da una certa entità: **zone sismiche**. Questo rappresenta la causa;
- **Vulnerabilità**: è la valutazione delle conseguenze che porta con sé un evento sismico: **capacità degli edifici**. Questo appresenta l'effetto;
- **Esposizione**: è la valutazione socio/economica delle conseguenze dovute al sisma: **contesti delle comunità**. Questo rappresenta la **conseguenza**.

Le Linee Guida consentono di attribuire ad un edificio una specifica Classe di Rischio Sismico, da A+ (classe meno rischiosa) a G (classe più rischiosa), mediante un unico parametro che tenga conto sia della sicurezza e sia degli aspetti economici:

Rischio sismico	
Classe	Descrizione
A ⁺	Meno rischiosa
A	-
B	-
C	-
D	-
E	-
F	-
G	Più rischiosa

Tabella 1- Classi di rischio sismico

Le Linee Guida forniscono indirizzi di massima sulla progettazione e associano ai livelli di sicurezza un costo convenzionale in base ai dati del monitoraggio della ricostruzione a seguito del terremoto del 2009 in Abruzzo^[23] (Classi Rischio Sismico e Sisma Bonus). Al fine di accedere ai benefici fiscali previsti dal sisma bonus possono essere seguiti due procedure in funzione della tipologia costruttiva con la quale è stato realizzato lo stabile:

1. **Metodo convenzionale:** è applicabile a qualsiasi tipologia di edificio ed si, basa sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali NTC 2018. Consente la valutazione della classe di rischio della costruzione, sia nello stato di fatto e sia nello stato conseguente l'eventuale intervento volto ad aumentarne la resistenza nei confronti dell'azione sismica, consentendo il miglioramento di una o più classi di rischio;
2. **Metodo semplificato:** è basato su una classificazione macrosismica dell'edificio e risulta essere molto idoneo per una valutazione economica e speditiva degli edifici, quindi senza effettuare specifiche indagini e calcoli sulla struttura. Inoltre si usa per individuare la classe di rischio e può essere utilizzato sia per una valutazione preliminare abbastanza indicativa e sia per la determinazione della classe di rischio in relazione all'adozione di interventi di tipo locale, consentendo al massimo il miglioramento di una sola classe di rischio.

Indipendentemente dal metodo che si intende utilizzare è essenziale ricercare il valore di due parametri che consentono la determinazione della classe di rischio sismico:

- **Perdita annuale media attesa (PAM)**
- **Indice di sicurezza (IS-V)**

3.3 Perdita annuale annua (PAM)

La Perdita Annuale Media Attesa (PAM) rappresenta un indicatore che tiene in considerazione le perdite economiche associate ai danni agli elementi, strutturali e non strutturali^[24] (DM 65, 07-03-2017, allegato A). Può essere paragonato al costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso dell'intera vita della costruzione, che viene ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione. La perdita annuale media attesa può essere valutata come l'area sottesa dalla curva, rappresentante le perdite economiche dirette, costruita a partire dalla frequenza media annua di superamento λ (pari all'inverso del periodo medio di ritorno T_R riferito ad ogni stato limite) degli eventi sismici che provocano il raggiungimento di uno stato limite per la struttura, a cui viene associata la perdita economica diretta ed espressa come percentuale del costo di ricostruzione CR ^[25] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Di seguito si riporta un esempio del tipico grafico per la determinazione della PAM:

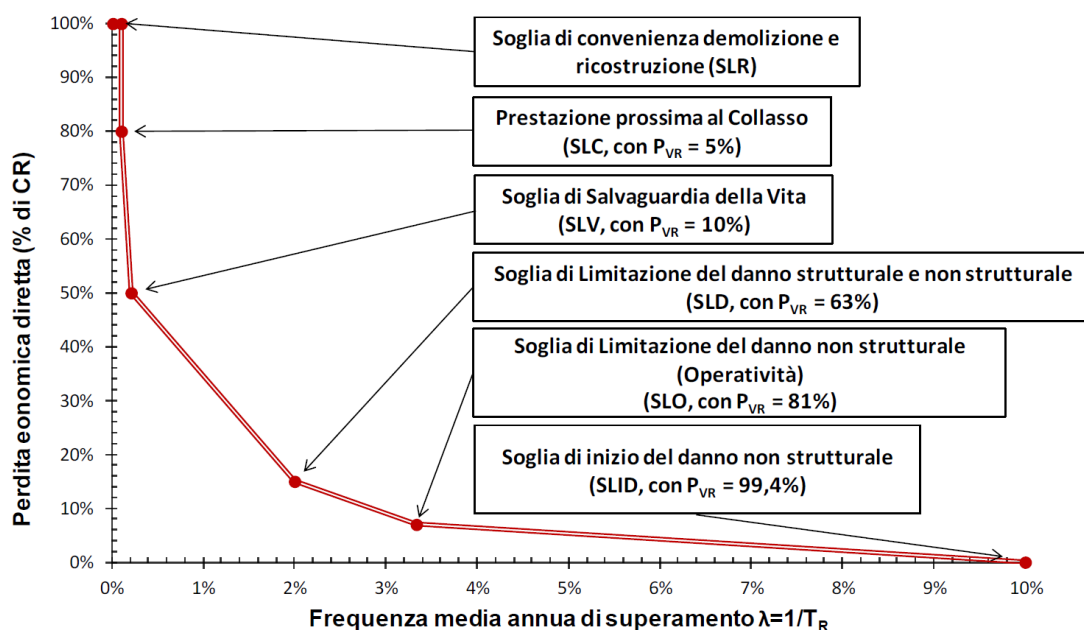


Figura 1-Tipica spezzata che porta alla definizione della PAM

La percentuale del costo di ricostruzione è espressa in modo statistico e viene associata a ciascuno degli stati limite considerati dalla normativa, secondo la seguente tabella:

Costo di ricostruzione	
Stato limite	CR [%]
SLR	100
SLC	80
SLV	50
SLD	15
SLO	7
SLID	0

Tabella 2-Relazione fra gli stati limite e CR

Oltre ai quattro stati limite previsti dalla vigente normativa, le linee guida del Sisma Bonus ne definiscono altri due:

1. Lo **Stato Limite di Ricostruzione (SLR)**: definito come quello stato limite a cui è associabile una perdita economica del 100% del valore della costruzione, a seguito di un livello di danneggiamento del fabbricato tale da rendere impossibile l'esecuzione di alcun tipo di intervento diverso dalla demolizione e ricostruzione. Convenzionalmente si assume che tale stato limite si manifesti in corrispondenza di un evento sismico il cui periodo di ritorno è pari a quello dello Stato Limite di Collasso (SLC)^[26] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).
2. Lo **Stato Limite di Inizio Danno (SLID)**: definito come quello stato limite a cui è associabile una perdita economica nulla in corrispondenza di un evento sismico e per il quale è associato un periodo di ritorno pari a 10 anni)^[27] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

Al valore della perdita annuale media attesa così valutato viene associata una classe PAM. Ci sono otto valori di classe PAM, come otto sono le classi di rischio sismico:

Classi perdita annuale media attesa	
PAM	Classe
$0.50 \% \leq \text{PAM}$	A^+_{PAM}
$0.50 \% \leq \text{PAM} < 1.00 \%$	A_{PAM}
$1.00 \% \leq \text{PAM} < 1.50 \%$	B_{PAM}
$1.50 \% \leq \text{PAM} < 2.50 \%$	C_{PAM}
$2.50 \% \leq \text{PAM} < 3.50 \%$	D_{PAM}
$3.50 \% \leq \text{PAM} < 4.50 \%$	E_{PAM}
$4.50 \% \leq \text{PAM} < 7.50 \%$	F_{PAM}
$7.50 \% \leq \text{PAM}$	G_{PAM}

Tabella 3-Classi associate al valore PAM

A titolo indicativo, una costruzione con periodo di riferimento V_R pari a 50 anni, le cui prestazioni siano puntualmente pari ai minimi di quelle richieste dalle vigenti norme tecniche per un edificio di nuova costruzione (e dunque che raggiunge i diversi stati limite esattamente per i valori di periodo di ritorno dell'azione sismica previsti dalle norme) ha un valore di PAM che la colloca in Classe PAM B (il valore di PAM è, in questo caso, pari a 1,13%). Un'analoga costruzione, ma con periodo di riferimento V_R pari a 75 anni o a 100 anni ha un valore di PAM che la colloca al limite della Classe PAM A (il valore di PAM è, in questo caso, pari a 0,87% per $V_R = 75$ anni e pari a 0,74% per $V_R = 100$ anni) [28] (DM 65, 07-03-2017, allegato A). Convenzionalmente, ai fini dell'applicazione delle linee guida, è possibile considerare periodi di ritorno dell'azione sismica inferiori a 30 anni, scalando proporzionalmente le ordinate dello spettro di progetto associato al periodo di ritorno di 30 anni. Tale procedura non si applica per periodi di ritorno inferiori a 10 anni.

3.4 Indice di sicurezza (IS-V)

L'Indice di Sicurezza IS-V o meglio conosciuto come Indice di Rischio di una costruzione è definito come il rapporto tra capacità e domanda espresso in termini di accelerazione al suolo PGA_C che determina il raggiungimento dello stato limite di salvaguardia della vita (capacità) e l'accelerazione al suolo PGA_D che la norma indica, nello stesso sito in cui si trova la costruzione e per lo stesso stato limite, come riferimento per la progettazione di un nuovo edificio (domanda) [29] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

$$IS - V = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

E' evidente che se la struttura risulta adeguata con caratteristiche di capacità superiori alla domanda il rapporto sarà maggiore di 1, al contrario un indice di sicurezza inferiore ad 1 starà ad indicare una struttura non in grado di soddisfare la capacità minima prevista dalla norma ed il rapporto sarà tanto più basso quanto peggiori saranno le condizioni di sicurezza del fabbricato in termini di risposta globale all'evento sismico [30] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Anche al valore dell'indice di sicurezza così valutato viene associata una classe IS-V. Ci sono in questo caso sette valori di classe IS-V:

Classi indice di sicurezza	
IS-V	Classe
$100 \% \leq IS-V$	A^+_{IS-V}
$80 \% \leq IS-V < 100 \%$	A_{IS-V}
$60 \% \leq IS-V < 80 \%$	B_{IS-V}
$45 \% \leq IS-V < 60 \%$	C_{IS-V}
$30 \% \leq IS-V < 45 \%$	D_{IS-V}
$15 \% \leq IS-V < 30 \%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15 \%$	F_{IS-V}

Tabella 4-Classi associate al valore IS-V

A titolo indicativo, una costruzione la cui capacità, in termini di accelerazione di picco al suolo associata allo SLV pari a quella richiesta dalle vigenti norme tecniche per un edificio di nuova costruzione e caratterizzato dalla medesima vita nominale e classe d'uso, ha un valore di IS-V che lo colloca in Classe IS-V A [31] (DM 65, 07-03-2017, allegato A).

3.5 Il metodo convenzionale per la determinazione del rischio sismico

Il metodo convenzionale assegna alla costruzione in esame una classe di rischio in funzione dei parametri citati nei paragrafi precedenti, ovvero: la perdita annua media attesa (PAM) e l'indice di sicurezza della struttura (IS-V). Per il calcolo di tali parametri (entrambi sono grandezze adimensionali, espresse in %) è necessario calcolare, facendo riferimento al sito in cui sorge la costruzione in esame, le accelerazioni di picco al suolo (PGA) per le quali si raggiungono i quattro stati limite previsti dalla normativa tecnica (SLO, SLD, SLV ed SLC), utilizzando i metodi di analisi previsti dalle NTC 2018^[31] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). Attualmente la normativa tecnica prevede quattro tipologie di analisi strutturali da poter effettuare, che si dividono principalmente in due categorie: statica e dinamica. Di seguito vengono elencate le diverse tipologie di analisi:

- **Analisi statica lineare;**
- **Analisi statica non lineare (pushover);**
- **Analisi dinamica lineare (modale);**
- **Analisi dinamica non lineare.**

La metodologia di analisi scelta dev'essere obbligatoriamente la stessa, per la valutazione della resistenza e delle verifiche strutturali, nel caso in cui si stia analizzando lo stato di fatto della struttura e nel caso in cui si stia valutando l'efficacia degli interventi di miglioramento della stabilità dell'edificio. C'è da precisare come la scelta del metodo convenzionale si pone apparentemente in contrasto con due indicazioni fornite dalla vigente normativa tecnica^[32] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

La prima indicazione fornita dalla normativa, che entra in contrasto con l'adozione del metodo convenzionale per l'attribuzione della classe di rischio sismico, riguarda gli interventi di riparazione e rinforzo locale, per i quali stabilisce che il progetto e la verifica vengano riferite ai soli elementi che hanno subito l'intervento, tralasciando la verifica globale dell'intera struttura a patto che questi interventi non riducano la stabilità globale dell'intero edificio^[33] (NTC 2018, par. 8.4.1). La scelta del metodo convenzionale richiede però la valutazione e la verifica della sicurezza di tutta la struttura, anche per interventi locali. Le linee guida stabiliscono comunque che la

verifica globale, eseguita esclusivamente per finalità di attribuzione della classe di rischio, non debba in alcun modo incidere sulle procedure amministrative previste per tali tipi di interventi^[34] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

La seconda indicazione fornita dalla normativa tecnica, che entra in contrasto con l'adozione del metodo convenzionale per la determinazione della classe di rischio sismico, riguarda il fatto che non viene espresso l'obbligo di eseguire le verifiche per tutti e quattro gli stati limite visti in precedenza. Infatti la verifica degli stati limite è valutata a seconda della classe d'uso dell'edificio: più la funzione dell'edificio è d'importanza strategica e più verifiche vanno effettuate sullo stesso (la verifica allo stato limite di salvaguardia della vita è comunque obbligatoria per ogni struttura). A tal proposito le linee guida forniscono alcuni coefficienti che consentono di determinare la frequenza media annua di superamento per stato limite di operatività (SLO) e per lo stato limite di collasso (SLC) in funzione rispettivamente dello stato limite di danno (SLD) e dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV)^[35] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). In particolare le frequenze medie annue di superamento sopra citate possono essere ricavate dalle seguenti formule:

$$\lambda_{SLO} = 1.67 * \lambda_{SLC}$$

$$\lambda_{SLC} = 0.49 * \lambda_{SLV}$$

Il metodo convenzionale per la determinazione del rischio sismico è dunque applicabile a tutti i tipi di costruzione previsti dalle norme tecniche (a differenza del metodo semplificato che è applicabile solamente alle strutture in muratura).

Analizziamo nel dettaglio l'iter procedurale del metodo convenzionale:

1. **Calcolo dell'accelerazioni di picco al suolo di capacità PGA_c :** nella normativa tecnica, vengono illustrati nel dettaglio i passaggi fondamentali per la redazione dei progetti ed i passi da seguire (analisi storico-critica, rilievo geometrico-strutturale, caratterizzazione meccanica dei materiali, caratterizzazione geotecnica, caratterizzazione sismica del suolo dove è posizionata l'edificio, livello di conoscenza e fattori di confidenza)^[36] (NTC 2018, par. 8.5). Si effettua l'analisi della struttura e si determinano i valori dell'accelerazioni al suolo di capacità (PGA_c), che inducono il raggiungimento degli stati limite indicati dalla norma (SLC, SLV, SLD, SLO). E' possibile, in via semplificata, effettuare le verifiche limitatamente allo SLV (stato limite per la salvaguardia della vita) ed allo SLD (stato limite di danno)^[37] (DM 65, 07-03-2017, allegato A).

2. **Calcolo dei periodi di ritorno T_{RC} :** note le accelerazioni al suolo, PGA_C , che producono il raggiungimento degli stati limite sopra detti, si determinano i corrispondenti periodi di ritorno, T_{RC} , associati ai terremoti che generano tali accelerazioni [38] (Classificazione della vulnerabilità sismica dei edifici e Sisma Bonus). In assenza di più specifiche valutazioni, il passaggio dalle accelerazioni di picco al suolo ai valori del periodo di ritorno possono essere eseguiti utilizzando la seguente relazione:

$$T_{RC} = T_{RD}(PGA_C/PGA_D)^\eta \quad \text{con} \quad \eta = \frac{1}{0.41}$$

Dove:

- T_{CR} è il periodo di ritorno espresso in termini di capacità per un generico stato limite;
- T_{RD} è il periodo di ritorno espresso in termini di domanda per un generico stato limite;
- PGA_C è l'accelerazione di picco al suolo di capacità per un generico stato limite;
- PGA_D è l'accelerazione di picco al suolo di domanda per un generico stato limite.

La relazione rappresenta una media dell'intero territorio nazionale. Tuttavia, in funzione della PGA relativa al sito su suolo rigido, per riferirsi in modo più puntuale all'intensità sismica di riferimento, possono essere utilizzati i seguenti valori di η :

$$\eta = \frac{1}{0.49} \quad \text{per} \quad a_g \geq 0.25 \text{ g}$$

$$\eta = \frac{1}{0.49} \quad \text{per} \quad 0.25 \geq a_g > 0.15 \text{ g}$$

$$\eta = \frac{1}{0.356} \quad \text{per} \quad 0.15 \geq a_g > 0.05 \text{ g}$$

$$\eta = \frac{1}{0.34} \quad \text{per} \quad 0.05 \text{ g} \geq a_g$$

I periodi di ritorno così determinati dovranno essere necessariamente ordinati in modo cronologico. Potrà infatti accadere che il periodo di ritorno $T_{RC, SLV}$ risulti antecedente ai tempi di ritorno per gli stati limite di esercizio (SLO, SLD). In questo caso dovrà essere assunto il valore minore tra quello ottenuto per tali stati limite e quello valutato per lo stato limite di salvaguardia della vita accelerazioni ^[39] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus). E' coerente pensare che non si possa raggiungere lo stato limite di salvaguardia della vita senza aver raggiunto prima lo stato limite di danno o quello di operatività.

3. **Calcolo della frequenza media annua di superamento λ :** Per ciascuno dei periodi individuati nel punto precedente si procede con la determinazione della frequenza media annua di superamento, definita come l'inverso del periodo di ritorno:

$$\lambda = \frac{1}{T_{RC}}$$

E' utile sottolineare che, per il calcolo del tempo di ritorno T_{RC} associato al raggiungimento degli stati limite di esercizio (SLD ed SLO) è necessario assumere il valore minore tra quello ottenuto per tali stati limite e quello valutato per lo stato limite di salvaguardia della vita. Si assume, di fatto, che non si possa raggiungere lo stato limite di salvaguardia della vita senza aver raggiunto gli stati limite di operatività e danno accelerazioni ^[39] (Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e Sisma Bonus).

4. **Stato Limite di Inizio Danno SLID:** identifica lo stato limite a cui è comunque associabile una perdita economica nulla in corrispondenza di un evento sismico e il cui periodo di ritorno è assunto, convenzionalmente, pari a 10 anni, ossia.

$$\lambda_{SLID} = \frac{1}{10} = 0.1 = 10 \%$$

5. **Stato Limite di Ricostruzione SLR:** identifica lo stato limite a cui, stante la criticità generale che presenta la costruzione al punto da rendere pressoché impossibile l'esecuzione di un intervento diverso dalla demolizione e ricostruzione, è comunque associabile una perdita economica pari al 100%. accelerazioni ^[40] (DM 65, 07-03-2017, allegato A). Convenzionalmente si assume che tale stato limite si manifesti in corrispondenza di un evento sismico il cui periodo di ritorno è pari a quello dello stato limite del collasso (SLC):

$$\lambda_{SLR} = \lambda_{SLC}$$

6. **Associazione della percentuale del costo di ricostruzione CR:** ad ogni frequenza media annua di superamento riferita al rispettivo stato limite, si associa il corrispondente valore del costo di ricostruzione:

Costo di ricostruzione		
Stato limite	Frequenza di superame	CR [%]
SLR	λ_{SLC}	100
SLC	λ_{SLC}	80
SLV	λ_{SLV}	50
SLD	λ_{SLD}	15
SLO	λ_{SLO}	7
SLID	10%	0

Tabella 5-Relazione fra la frequenza media annua di superamento e il costo di ricostruzione

7. **Calcolo della perdita annuale media attesa PAM:** si calcola l'area sottesa alla spezzata individuata dalle coppie di punti (frequenza media annua di superamento λ , costo di ricostruzione CR) per ciascuno dei sopra indicati stati limite, a cui si aggiunge il punto ($\lambda = 0$, CR=100%), mediante la seguente espressione, dove l'indice "i" rappresenta il generico stato limite (i=5 per lo SLC e i=1 per lo SLID):

$$PAM = \sum_{i=2}^5 [\lambda(SL_i) - \lambda(SL_{i-1})] * [CR(SL_i) + CR(SL_{i-1})]/2 + \lambda(SLC) * CR(SLR)$$

8. **Determinazione della classe PAM:** questo avviene tramite l'ausilio della mediana la tabella 3, che associa la classe PAM all'intervallo di valori assunto nel calcolo della PAM.
9. **Calcolo dell'indice di sicurezza IS-V:** che viene definito come il rapporto tra la PGA_C (di capacità) che ha fatto raggiungere al fabbricato lo stato limite di salvaguardia della vita umana e la PGA_D (di domanda) del sito in cui è posizionato la costruzione, con riferimento al medesimo stato limite^[41] ((DM 65, 07-03-2017, allegato A).

10. Determinazione della classe IS-V: questo avviene tramite l'ausilio della tabella 4, che associa la classe IS-V all'intervallo di valori assunto dall'IS-V relativo allo stato limite di salvaguardia della vita, valutato come rapporto tra la PGA_c (SLV) e PGA_d (SLV).

11. Determinazione della classe di rischio della costruzione: che coincide come la peggiore tra le classi sopra trovate, relative alla classe PAM e la Classe IS-V.

Il valore della classe di rischio attribuita a ciascuna costruzione, come detto, può essere migliorato a seguito di interventi che riducono il rischio della costruzione e, quindi, che incidono sul valore PAM e/o sulla capacità che la struttura possiede rispetto allo stato limite della salvaguardia della vita, valutato come rapporto tra la PGA_c (SLV) e PGA_d (SLV) ^[42] ((DM 65, 07-03-2017, allegato A). Utilizzando il metodo convenzionale, l'effetto degli interventi per la riduzione del rischio, in termini di numero di cambi di classe di rischio conseguiti, è facilmente determinabile valutando la classe di rischio della costruzione in esame nella situazione pre-intervento e post-intervento ^[43] (DM 65, 07-03-2017, allegato A).

L'utilizzo del metodo convenzionale comporta l'onere di valutare, come già specificato in precedenza, il comportamento globale della costruzione, indipendentemente da come l'intervento strutturale si inquadri nell'ambito della vigente normativa tecnica (adeguamento, miglioramento o intervento locale). Pertanto, anche laddove si eseguano degli interventi locali di rafforzamento, che ai sensi delle suddette norme richiedono solo la verifica a livello locale, la verifica globale, esclusivamente per finalità di attribuzione della classe e senza in alcun modo incidere sulle procedure amministrative previste per tali interventi, deve essere comunque eseguita per attribuire la classe di rischio con il metodo convenzionale ^[44] (DM 65, 07-03-2017, allegato A). In tal caso, comunque, si avrà la facoltà di eseguire un numero di indagini inferiore a quello previsto dalle norme per il rispettivo livello di conoscenza adottato. A questo proposito, ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni, si ricorda che, affinché possa attivarsi il comportamento globale, è necessario che siano stati preliminarmente eliminati i meccanismi locali la cui attivazione potrebbe impedire una risposta di tipo globale.

Di seguito viene riportato un estratto del DM n° 58 del 28 Febbraio 2017, riguardante le linee guida principali del Sisma Bonus.

Dal punto di vista dei contenuti tecnici, le linee guida del Sisma Bonus costituiscono:

- Uno strumento efficace e di facile comprensione;
- Non richiede strumenti e concetti diversi rispetto a quelli già utilizzati dai professionisti nell'applicazione delle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

Il DM del 28 Febbraio 2017, stabilisce quindi:

- Le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati;
- L'istituzione di una commissione permanente di monitoraggio, incaricata di valutare l'efficacia dell'azione di prevenzione sismica sul patrimonio edilizio.

La Legge di Stabilità 2017 ha quindi previsto misure rafforzate per il Sisma Bonus, in particolare:

- L'estensione dell'applicazione di tale strumento alle zone sismiche 1, 2 e 3, quindi buona parte del territorio nazionale è a rischio sismico. In precedenza valeva solamente per le zone sismiche 1 e 2, che sono caratterizzate da una PGA maggiore rispetto alle zone sismiche 3 e 4, caratterizzate invece da una PGA minore ;
- La stabilizzazione di tale strumento è per 5 anni, tra il 1 gennaio 2017 e il 31 dicembre 2021
- Riguarda gli immobili adibiti a abitazioni, seconde case e ad attività produttive
- Le detrazioni saranno dilazionate in 5 anni, anziché 10;
- Le detrazioni saranno premianti se maggiore sarà l'efficacia dell'intervento, quindi più si diminuisce la classe di rischio sismico maggiore saranno gli incentivi statali. L'ammontare delle spese comunque non può essere superiore a 96.000 euro per ciascuna delle unità immobiliari di ciascun edificio;
- Cessione del credito ai fornitori o a soggetti terzi per chi non può sostenere la spesa.

Quindi, rispetto alle ristrutturazioni antisismiche senza variazione di classe, le detrazioni per la prevenzione sismica aumentano notevolmente qualora si migliori l'edificio di una o due classi di Rischio Sismico.

- Per abitazioni, prime e seconde case e edifici produttivi, la detrazione si attesterà al 70% se si migliora di 1 classe di rischio sismico, mentre la detrazione si attesterà all'80% se si migliora di 2 o più classi di rischio sismico;
- Per condomini e parti comuni la detrazione si attesterà al 75% se si migliora di 1 classe di rischio sismico, mentre la detrazione si attesterà all'85% se si migliora di 2 o più classi di rischio.

Operativamente, per accedere ai benefici fiscali prevista dal Sisma Bonus occorre seguire tale iter procedurale:

- Il proprietario che intende accedere al beneficio, incarica un professionista della valutazione della classe di rischio e della predisposizione del progetto di intervento;
- Il professionista individua la classe di rischio della costruzione nello stato di fatto prima dell'intervento;
- Il professionista progetta l'intervento di riduzione del rischio sismico e determina la classe di rischio della costruzione a seguito del completamento dell'intervento;
- Il professionista assevera i valori delle classi di rischio e l'efficacia dell'intervento;
- il proprietario può procedere ai primi pagamenti delle fatture ricevute;
- Il direttore dei lavori e il collaudatore statico attestano al termine dell'intervento la conformità come da progetto;
- Per la cessione del credito (possibile per i soli interventi realizzati nei condomini) seguirà un provvedimento dell'Agenzia delle Entrate.

4 Il caso di studio

4.1 Descrizione e dati generali

Si riporta di seguito un estratto delle NTC 2018 par. 8.5, che riguarda la definizione del modello di riferimento per la successiva analisi strutturale dell'edificio.

Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale atteso, tenendo conto delle indicazioni generali di seguito esposte:

- **Analisi storico critica:** *ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dalla costruzione, nonché gli eventi che la hanno interessata.*
- **Rilievo:** *il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito alla geometria complessiva, sia della costruzione, sia degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica. Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presenti la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi. Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.*
- **Caratterizzazione dei materiali:** *per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà sulla documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche;*
- **Livelli di conoscenza e fattori di confidenza:** *sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello e definiti i correlati*

fattori di confidenza, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza. Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti, ordinati per informazione crescente:

1. LC1;
2. LC2;
3. LC3.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: geometria della struttura, dettagli costruttivi, proprietà dei materiali, connessioni tra i diversi elementi e loro presumibili modalità di collasso. Specifica attenzione dovrà essere posta alla completa individuazione dei potenziali meccanismi di collasso locali e globali, duttili e fragili.

- **Azioni:** *i valori delle azioni e le loro combinazioni da considerare nel calcolo, sia per la valutazione della sicurezza sia per il progetto degli interventi, sono quelle definite dalla presente norma per le nuove costruzioni, salvo quanto precisato nel presente capitolo. Per i carichi permanenti, un accurato rilievo geometrico-strutturale e dei materiali potrà consentire di adottare coefficienti parziali modificati, assegnando a γ_G valori esplicitamente motivati. I valori di progetto delle altre azioni saranno quelli previsti dalla presente norma.*

Si premette dicendo che non è stato possibile reperire la totalità delle informazioni inerenti l'edificio in esame in quanto alcune delle tavole depositate al genio civile (come la pianta ed i dati relativi ai plinti di fondazione, i dati e le caratteristiche geotecniche del terreno e la pianta relativa all'orditura delle scale) non sono state pervenute. Inoltre a causa dell'inadeguata e riassuntiva relazione strutturale redatta ai tempi della progettazione dell'edificio, non è stato possibile ricostruire la totalità delle armature presenti nei plinti e nei pilastri. Quindi la seguente analisi, a mio dispiacere, dev'essere considerata di massima o non totalmente veritiera ai fini di una reale intervento strutturale sull'edificio.

L'edificio della seguente analisi è sito nel comune di Mezzanego in provincia di Genova, Liguria, datato al 1979. L'edificio svolge la funzione di ospitare la sede del municipio cittadino e consta di un piano interrato, di tre piani fuori terra e un sottotetto. E' costruito in cemento armato e solai in volterrane (pignatte), ad eccezione del solaio del piano terra e del sotto tetto, che sono stati realizzati in cemento armato prefabbricato. Nell'appendice 9.1 vengono riportate la conformazione, le relative dimensioni del fabbricato e la disposizione interna degli ambienti, che riguardano lo stato di fatto.

Dai documenti a disposizione forniti dal genio civile, si ricavano le dimensioni degli elementi strutturali principali quali: plinti, pilastri, travi e solai con le relative armature e dimensioni delle sezioni. Si rimanda all'appendice 9.2, 9.3, 9.4.

Di seguito vengono riportati i principali dati utili all'analisi strutturale dell'edificio.

Si definisce la **vita nominale** V_N , che rappresenta il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo per la quale è costruita^[45] (NTC 2018, par. 2.4.1). La vita nominale è definita al variare dei vari tipi di costruzione:

Vita nominale delle strutture	
Tipi di costruzione	V_N
Opere provvisorie, opere provvisionali e strutture in fase costruttiva	≤ 10
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 6-Vita nominale delle strutture

Per la destinazione d'uso che concerne l'edificio si è assunta una vita nominale di 50 anni, abbastanza consona all'uso dell'edificio, che si ricorda essere sede del municipio cittadino.

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in **classi d'uso**. Nel caso in esame si è scelta una classe d'uso IV, in quanto l'edificio ospita la sede comunale e in caso di emergenza potrebbe essere usato dalla protezione civile per l'amministrazione delle operazioni di primo intervento, lo stabile quindi assume un valore strategico. La classe IV viene così definita dalle NTC 2018, par. 2.4.2:

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente...

Il rispettivo **coefficiente d'uso** C_U , che è definito al variare della classe d'uso:

Coefficiente d'uso	
Classe d'uso	C_1
I	0.7
II	1
III	1.5
IV	2

Tabella 7-Coefficiente d'uso in relazione alla rispettiva classe d'uso

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un **periodo di riferimento** V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso :

$$V_R = V_N * C_U$$

Le **probabilità di superamento dell'accelerazione al suolo nel periodo di riferimento** P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella seguente tabella:

Probabilità di superamento nel periodo di riferimento	
Stati limite	P_{V_r}
	[%]
SLO	81
SLD	63
SLV	10
SLC	5

Tabella 8-Probabilità di superamento nel periodo di riferimento in relazione ad ogni stato limite

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di P_{VR} forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere^[46] (NTC 2018, par.3.2.1).

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R si ricava il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la relazione^[47] (NTC 2018, par. 3.2.1).

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

L'accelerazione sismica è influenzata dalle condizioni stratigrafiche del suolo. Di seguito si definiscono le diverse **categorie di terreno**:

- A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi;
- B: rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa p terreni a grana fina molto consistenti;
- C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, terreni a grana fine mediamente consistenti;
- D: depositi di terreni a grana scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti;
- E: terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiori a 30 m.

A seconda della categoria di terreno individuata, nel caso in esame si è scelta una categoria C caratterizzata da proprietà meccaniche del suolo standard a causa della mancanza di dati inerenti la zona dov'è costruito l'edificio, si individua il **coefficiente di amplificazione stratigrafica C_c** , tramite la seguente tabella:

	Coefficiente di amplificazione stratigrafica	
	S_s	C_c
A	1	1
B	$1.00 < 1.40 - 0.40 \text{ FOag/g} < 1.20$	$1.10 (TC^*)^{-0.20}$
C	$1.00 < 1.70 - 0.60 \text{ FOag/g} < 1.50$	$1.05 (TC^*)^{-0.33}$
D	$0.90 < 2.40 - 1.50 \text{ FOag/g} < 1.80$	$1.25 (TC^*)^{-0.50}$
E	$1.00 < 2.00 - 1.10 \text{ FOag/g} < 1.60$	$1.15 (TC^*)^{-0.40}$

Tabella 9-Coefficiente di amplificazione stratigrafica in relazione alla categoria di terreno

L'accelerazione sismica è influenzata anche dalle condizioni topografiche del suolo, quindi è necessario determinare una **categoria topografica** del sito in questione. Tiene conto dell'amplificazione del segnale legata alla topografia del terreno. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale^[47] (NTC 2018, par. 3.2.3.2.1). Per configurazioni topografiche semplici si può usufruire della seguente tabella:

Coefficiente di amplificazione topografica		
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera	S_T
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 10-Coefficiente di amplificazione topografica in relazione alla conformazione del terreno

Si è scelto per lo stabile in esame un **coefficiente di amplificazione topografica S_T** Corrispondente alla categoria topografica T1.

Attraverso il periodo **proprio di vibrare della struttura T** ricaviamo l'**accelerazione spettrale orizzontale S_e** , che ci permetterà di costruire lo spettro di progetto elastico per azioni orizzontali:

- $0 < T < T_B$: $S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0 * \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta * F_0} * \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
- $T_B < T < T_C$: $S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0$
- $T_C < T < T_D$: $S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0 * \left(\frac{T_B}{T} \right)$
- $0 < T < T_B$: $S_e(T) = a_g * S * \eta * F_0 * \left(\frac{T_C * T_D}{T^2} \right)$

Con i coefficienti calcolati in precedenza riusciamo a scalare lo spettro:

$$S = S_S * S_T$$

E' utile anche sapere il **coefficiente di smorzamento ξ** , espresso in percentuale, del terreno:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55$$

Con il coefficiente legato alla categoria del suo ricaviamo:

$$T_C = C_C * T^*_C$$

$$T_B = T_B/3$$

$$T_D = 4 * \frac{a_g}{g} + 1.6$$

Rimangono in fine da calcolare l'**accelerazione orizzontale massima del terreno a_g** ; il valore massimo del **fattore di amplificazione dello spettro F_0** (adimensionale) e il **periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro T^*_c** (espresso in secondi. Questi parametri sono stati calcolati tramite il programma di calcolo Dolmen, utilizzato nel corso dell'intera analisi sulla struttura. Di seguito viene riportata un'immagine relativa al computo di tali valori:

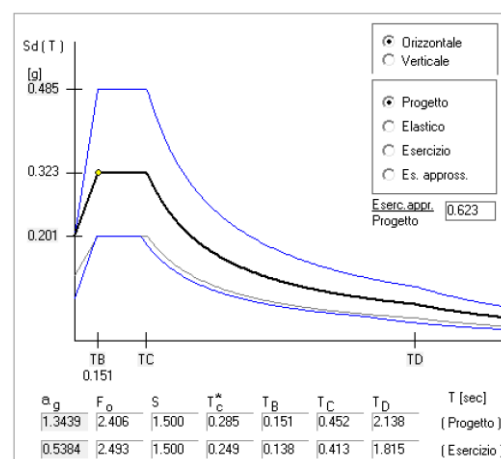


Figura 2-Spettro di progetto caratteristico del edificio in esame

4.2 Carichi agenti sulla struttura

Si premette dicendo che sono stati recuperati, dove possibile tutti i dati relativi ai carichi agenti sulla struttura. Invece dove non è stato possibile rinvenire tali dati, si è cercato il più possibile di mantenersi fedeli alle consuetudini costruttive dell'anno in cui è stato edificato il fabbricato. C'è anche da sottolineare il fatto che la normativa vigente all'epoca è abbastanza diversa dall'attuale, quindi dove necessario sono state apportate delle modifiche ai valori di alcuni carichi e sono stati introdotti i coefficienti parziali di sicurezza. Infatti per quanto riguarda il valore dei sovraccarichi, che comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera, l'odierna normativa (NTC 2018, par. 3.1.4), prevede dei valori differenti dalla normativa vigente nel 1979 (D.M. 3-10-1978). Quindi sono stati modificati tutti i valori dei sovraccarichi agenti sui solai tramite consultazione della tab. 3.1.II delle NTC 2018. Di seguito vengono riportati i valori che riguardano l'edificio in esame in funzione della destinazione d'uso:

Sovraccarichi per le relative destinazioni d'uso					
Categoria	Ambienti	qk	Ambienti	qk	qk
		[kN/m ²]		[kg/m ²]	[kN/m ²]
B	Scale comuni, balconi e ballatoi	4.00	Locali pubblici suscettibili di affollamento (negozi, ristoranti, caffè, banche, uffici postali, aule scolastiche) e relativi terrazzi di copertura praticabili	350	3.43
B2	Uffici aperti al pubblico	3.00		350	3.43
B2	Aree per accumulo di merci e relative aree di accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	6.00	Archivi di biblioteche	600	5.88
B2	Coperture praticabili di ambienti di categoria compresa fra A e D	3.00	Coperture praticabili di ambienti di categoria compresa fra A e D	200	1.96

Tabella 11-Sovraccarichi relativi alla destinazione d'uso degli ambienti

Inoltre sono state compute le incidenze delle tramezzature, cosa che non veniva effettuata in passato. Si fa riferimento al par. 3.1.3 delle NTC 2018:

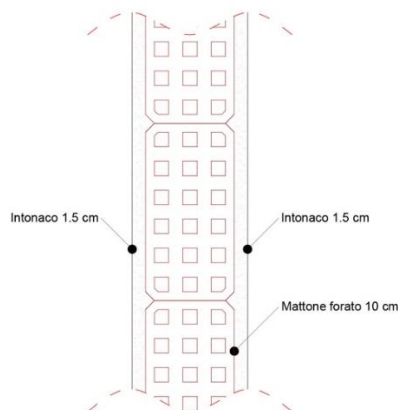


Figura 3-Stratigrafia dei tramezzi

Per quanto riguarda i pesi di volume dei materiali che compongono i tramezzi si rimanda alla tab. 3.1.I delle NTC 2018, mentre per quanto riguarda il mattone forate si è utilizzata una foratella della marca Poroton, che indica un peso di volume di 860 kg/m³. Per la stima del carico a metro quadro gravante sui solai si è fatto riferimento al par. 3.1.3 delle NTC 2018.

Incidenza dei tramezzi interni sui solai					
Materiale	Spessore	Peso nell'unità di volume		Peso nell'unità di superficie	
	m	[kg/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Intonaco	0.02	-	18.00	0.27	1.38
Foratelle	0.10	860.00	8.43	0.84	
Intonaco	0.02	-	18.00	0.27	

Tabella 12-Peso per unità di superficie dei tramezzi

L'altezza media interpiano è circa pari a 3.1 m, moltiplicandola per il valore trovato di peso nell'unità di superficie dei tramezzi si ottiene il peso proprio per unità di lunghezza G_2 :

$$G_2 = 1.83 \text{ kN/m}^2 * 3.1 \text{ m} = 4.28 \text{ kN/m}$$

Quindi il successivo carico per unità di superficie g_2 sarà pari:

$$g_2 = 4.00 \text{ kN/m} < G_2 < 5.00 \text{ kN/m} = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

E' stato anche necessario calcolare l'incidenza delle tamponature esterne sulle travi di bordo (in via cautelativa), in quanto dalla relazione tecnica non trapela alcun dato relativo a tale carico. Di seguito viene riportata la stratigrafia delle pareti esterne dell'edificio:

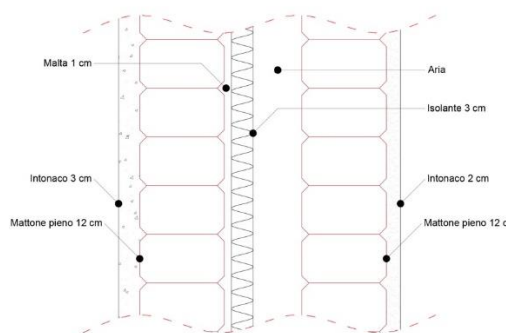


Figura 4-Stratigrafia delle tamponature

A favore di sicurezza si è optato per una soluzione con due file di mattoni pieni come spesso veniva realizzato in passato. I relativi pesi di nell'unità di volume dei materiali sono stati reperiti nella tab. 3.1.I NTC 2008, tranne per quanto riguarda quello dell'isolante termico, che si è posto pari a 1 kN/m^3 :

Incidenza delle tamponature esterne sulle travi di bordo					
Materiale	Spessore	Peso nell'unità di volume		Peso nell'unità di superficie	
	m	[kg/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Int. est	0.03	-	21.00	0.63	5.55
Mattoni	0.12	-	18.00	2.16	
Malta	0.01	-	21.00	0.21	
Isolante	0.03	-	1.00	0.03	
Aria	0.10	-	0.00	0.00	
Mattoni	0.12	-	18.00	2.16	
Int. Int	0.02	-	18.00	0.36	

Tabella 13-Peso per unità di superfice delle tamponature

Il peso nell'unità di volume trovato è stato moltiplicato per la relativa altezza interpiano (al netto dell'altezza delle travi di bordo, che con una lunghezza della base così ridotta poco incidevano sul calcolo, ma con la detrazione di metà spessore dei solai, pari a circa 0.2 m), ottenendo il peso nell'unità di lunghezza delle tamponature. Infine si è contato anche il contributo dovuto alle aperture, diminuendo ulteriormente il peso nell'unità di lunghezza del 20 %:

Incidenza delle tamponature sui vari piani		
Solai	Interpiano	Peso nell'unità di lunghezza
	m	[kN/m]
P Int	3.00	12.04
PT	3.53	14.32
1P	3.35	13.55
2P	3.37	13.63
tr. 52	4.91	20.26

Tabella 14-Pesi per unità di lunghezza sui vari piani

Si è fatto inoltre un descrizione di tutti i carichi verticali e orizzontali agenti sulla struttura quali: l'azione del vento, l'azione della neve, i carichi permanenti strutturali, i carichi permanenti non strutturali ed i carichi variabili. Di seguito vengono riportati i carichi agenti su ogni solaio:

1° solaio - Prefabbricato con fondello in C.A.						
Spessore	Strutturale	Non strutturale			Variabile	Totale
	Prefabbricato	Soletta	Pavimento	Tramezzi		
[cm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
20	3.432	0.69	0.20	2.00	3.00	9.31

Tabella 15-Carichi agenti sul solaio del piano terra

Portico - Volterrane (pignatte)						
Spessore	Interasse	Strutturale	Non strutturale		Variabile	Totale
			Soletta	Pavimento		
[cm]	[cm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
12+2	40	1.89	0.39	0.20	3.00	5.48

Tabella 16-Carichi agenti sul portico

2° solaio - Volterrane (pignatte)							
Spessore	Interasse	Strutturale	Non strutturale			Variabile	Totale
		Volterrane	Soletta	Pavimento	Tramezzi		
[cm]	[cm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
16+4	40	2.16	0.39	0.20	2.00	3.00	7.75

Tabella 17-Carichi agenti sul solaio del primo piano

Terrazzo - Volterrane (pignatte)						
Spessore	Interasse	Strutturale	Non strutturale		Variabile	Totale
			Soletta	Pavimento		
[cm]	[cm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
12+2	40	1.89	0.39	0.20	4.00	6.48

Tabella 18-Carichi agenti sul terrazzo

3° solaio - Volterrane (pignatte)								
Campate 2,3	Spessore	Interasse	Strutturale	Non strutturale			Variabile	Totale
	[cm]	[cm]	Volterrane	Soletta	Pavimento	Tramezzi		
			[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
	16+4	40.00	2.16	0.39	0.20	2.00	3.00	7.75
Campate 1,4,5	Spessore	Interasse	Strutturale	Non strutturale			Variabile	Totale
	[cm]	[cm]	Volterrane	Soletta	Pavimento	Tramezzi		
			[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
	16+4	40	2.16	0.39	0.20	2.00	6.00	10.75

Tabella 19-Carichi agenti sul solaio del secondo piano

4° solaio - Volterrane (pignatte)					
Spessore	Interasse	Strutturale	Non strutturale	Variabile	Totale
		Prefabbricato	Pavimento		
[cm]	[cm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
20	40	2.16	0.20	3.00	5.35

Tabella 20-Carichi agenti sul solaio del sottotetto

Per quanto riguarda invece i carichi relativi alla zona del vano scala, si è proceduto inserendo il peso permanente strutturale e i carichi variabili dovuti alla destinazione d'uso delle solette in cemento armato che compongono i pianerottoli e delle rampe delle scale, oltre ai pesi relativi ai setti di contorno del vano scala. Questo peso è stato inserito come carico distribuito per unità di lunghezza, sulle le travi che sorreggono i setti, e come carichi puntuali per il peso delle solette in cemento armato e per i carichi variabili adibiti all'uso delle scale. Si è scelto questo approccio in quanto la

modellazione di mesh quadrangolari che compongono le rampe, i pianerottoli ed i setti creava delle difficoltà nel riconoscimento delle pilastrate e delle travate. Di seguito vengono riportati i carichi e il metodo che è stato seguito per applicarli:

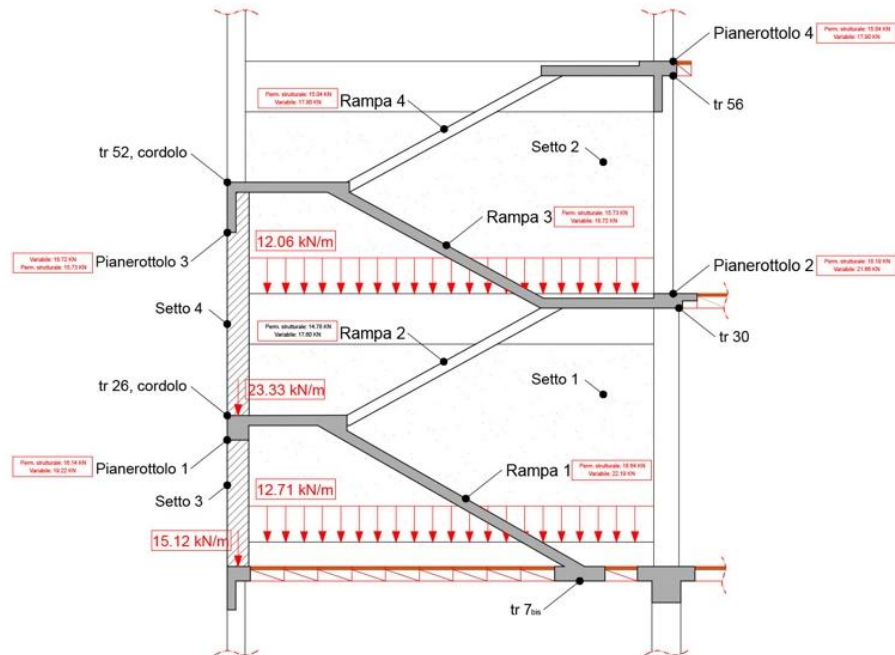


Figura 5-Distribuzione dei carichi che riguardano il vano scala

I pesi dei setti sono inseriti come carichi distribuiti lungo le aste, mentre i carichi relativi ai pianerottoli e alle rampe sono stati inseriti come forze concentrate ai vertici delle aste. Per il calcolo sono state sommati i carichi e ripartiti sui nodi delle travi di bordo. Invece per l'applicazione dei carichi della scala si è eseguito la somma relativa alle aree d'influenza delle travi che sorreggono le scale. Sulla trave tr. 7_{bis} si è applicato metà peso della rampa 1. Sul cordolo tr. 26 si è applicato metà del peso della rampa 1, il peso completo del pianerottolo 1 e metà del peso della rampa 2. Sulla trave tr. 30 si è applicato metà del peso della rampa 2, tutto il peso del pianerottolo 2 e metà del peso della rampa 3. Sul cordolo tr. 52 si è applicato metà del peso della rampa 3, tutto il peso del pianerottolo 3 e metà del peso della rampa 4. Sulla trave tr. 56 si è applicato metà del peso della rampa 4 e l'intero peso del pianerottolo 4. Si sottolinea che il totale dei pesi è stato applicato, diviso a metà, agli estremi delle rispettive travi.

Si riportano di seguito i calcoli relativi a tali carichi:

	Carichi relativi alle solette delle rampe e dei pianerottoli che compongono le scale						
	A	h	V	Peso nell'unità di volume del cemento armato	Permanente strutturale	Carico variabile per unità di superficie	Carico variabile
	[m ²]	[m]	[m ³]	[kN/m ³]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]
Rampa 1	5.55	0.14	0.78	24.00	18.64	4.00	22.19
Pianerottolo 1	4.80	0.14	0.67	24.00	16.14	4.00	19.22
Rampa 2	4.40	0.14	0.62	24.00	14.78	4.00	17.60
Pianerottolo 2	5.41	0.14	0.76	24.00	18.19	4.00	21.66
Rampa 3	4.68	0.14	0.66	24.00	15.73	4.00	18.72
Pianerottolo 3	4.80	0.14	0.67	24.00	16.14	4.00	19.22
Rampa 4	4.48	0.14	0.63	24.00	15.04	4.00	17.90
Pianerottolo 4	5.41	0.14	0.76	24.00	18.19	4.00	21.66

Tabella 21-Carichi delle solette delle rampe e dei pianerottoli

	Carichi relativi ai setti che compongono i vano scala					
	Spessore	l	h	Peso nell'unità di volume del cemento armato	Peso nell'unità di superficie del cemento armato	Peso nell'unità di lunghezza del cemento armato
	[m]	[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m]
Setto 1	0.15	5.97	3.53	24.00	3.60	12.71
Setto 2	0.15	5.97	3.35	24.00	3.60	12.06
Setto 3	0.30	3.13	2.10	24.00	7.20	15.12
Setto 4	0.30	3.13	3.24	24.00	7.20	23.33

Tabella 22-Carichi dei setti del vano scala

	Carichi vano scala	
	Permanente strutturale	Carico variabile
	[kN]	[kN]
tr. 7 _{bis}	4.66	5.55
tr. 26	16.43	19.56
tr. 30	16.72	19.91
tr. 52	15.76	18.77
tr. 56	12.86	15.31

Tabella 23-Carichi strutturali e variabili del vano scala

Si riporta di seguito un estratto del par.3.4 delle NTC 2018 relativo al computo del carico dovuto dalla neve sulla struttura.

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

$$q_s = q_{sk} * \mu_i * C_E * C_t$$

dove:

- q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo;
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura;
- C_E è il coefficiente di esposizione;
- C_t è il coefficiente termico.

Si assume che il carico della neve agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento della neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni riportate nel seguito, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni per le varie zone indicate nella seguente figura. Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, devono essere definiti singolarmente

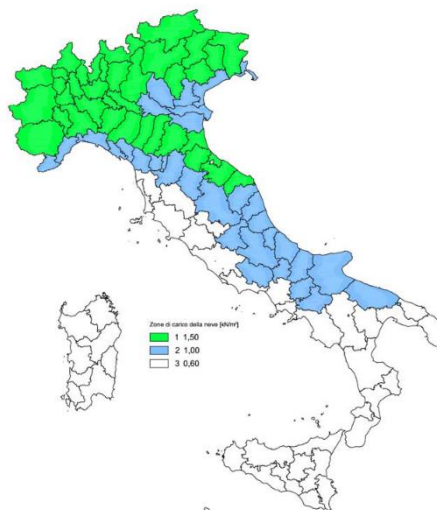


Figura 6-Zonizzazione del territorio italiano per differenti carichi dovuti alla neve

Nelle espressioni seguenti, l'altitudine di riferimento a_s (espressa in m) è la quota del suolo sul livello del mare nel sito dove è realizzata la costruzione. Per quanto riguarda la provincia di Genova avremo:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 \left[1 + \left(\frac{a_s}{481} \right)^2 \right] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

I coefficienti di forma delle coperture dipendono dalla forma stessa della copertura e dall'inclinazione sull'orizzontale delle sue parti componenti e dalle condizioni climatiche locali del sito ove sorge la costruzione. In assenza di dati suffragati da opportuna documentazione, i valori nominali del coefficiente di forma μ_1 delle coperture ad una o a due falde possono essere ricavati. Essendo α , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale, segue:

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0.8	$0.8[(60-\alpha)/30]$	0.0

Tabella 24-Coefficiente di forma relativo all'inclinazione delle falde

Si assume che alla neve non sia impedito di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo α . Per coperture a più falde, per coperture con forme diverse, così come per coperture contigue a edifici più alti o per accumulo di neve contro parapetti o più in generale per altre situazioni ritenute significative dal progettista si deve fare riferimento a normative o documenti di comprovata validità. Nel caso delle coperture a due falde, si devono considerare le tre condizioni di carico alternative, denominate Caso I, Caso II e Caso III: Il coefficiente di esposizione C_E tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati di questo coefficiente sono forniti di seguito, per diverse classi di esposizione. Se non diversamente indicato, si assumerà $C_E = 1$.

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta da venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti	0.90
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre	1.00
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1.10

Tabella 25-Coefficiente d'esposizione

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico della neve, a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende dalle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere posto $C_t = 1$.

Di seguito vengono riportati i calcoli effettuati per l'edificio in esame, computati tramite un plug-in del software Dolmen:

Carico neve al suolo

Regione: Liguria
 Provincia: Genova
 Zona II
 Comune: Mezzanego
 Altitudine di riferimento [m]: 83
 Periodo di ritorno: 50 anni
 Carico neve al suolo q_{sk} [kN/m²]: 1

Coef. di esposizione: 1.0
 Coef. termico: 1.0

Casi particolari

☐ Crea relazione
 kgf, cm

Carico neve sulla copertura [kN/m²]

Cop ad una falda | Cop a due falde | Cop a più falde | Cop cilindrica

$\mu_1(\alpha_1)$ qsk: 0.8
 0.5 $\mu_1(\alpha_1)$ qsk: 0.4
 $\mu_1(\alpha_1)$ qsk: 0.8

senza vento
 con vento
 con vento

$\mu_1(\alpha_2)$ qsk: 0.8
 $\mu_1(\alpha_2)$ qsk: 0.8
 0.5 $\mu_1(\alpha_2)$ qsk: 0.4

$\alpha = 33.72^\circ$ $\alpha = 33.72^\circ$

$q_e(A)$ $q_e(B)$

	μ	μ_1	0.5 μ_1
$q_e(A)$ [kN/m]	.171	.021	
$q_e(B)$ [kN/m]	.171	.021	

Figura 7-Carico della neve rispetto l'asse X dell'edificio

Carico neve al suolo

Regione: Liguria
 Provincia: Genova
 Zona II
 Comune: Mezzanego
 Altitudine di riferimento [m]: 83
 Periodo di ritorno: 50 anni
 Carico neve al suolo q_{sk} [kN/m²]: 1

Coef. di esposizione: 1.0
 Coef. termico: 1.0

Casi particolari

☐ Crea relazione
 kgf, cm

Carico neve sulla copertura [kN/m²]

Cop ad una falda | Cop a due falde | Cop a più falde | Cop cilindrica

$\mu_1(\alpha_1)$ qsk: 0.8
 0.5 $\mu_1(\alpha_1)$ qsk: 0.4
 $\mu_1(\alpha_1)$ qsk: 0.8

senza vento
 con vento
 con vento

$\mu_1(\alpha_2)$ qsk: 0.8
 $\mu_1(\alpha_2)$ qsk: 0.8
 0.5 $\mu_1(\alpha_2)$ qsk: 0.4

$\alpha = 35.96^\circ$ $\alpha = 35.96^\circ$

$q_e(A)$ $q_e(B)$

	μ	μ_1	0.5 μ_1
$q_e(A)$ [kN/m]	.171	.021	
$q_e(B)$ [kN/m]	.171	.021	

Figura 8-Carico della neve rispetto l'asse Y dell'edificio

Si riporta di seguito un estratto del par.3.3 delle NTC 2018 relativo al computo del carico dovuto all'azione orizzontale del vento sulla struttura.

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti. La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno $T_R = 50$ anni.



Figura 9-Zonizzazione del territorio italiano per differenti velocità del vento

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} * c_a$$

$v_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella seguente tabella, in funzione della zona in cui sorge la costruzione:

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$	a_0	k_s
		[m/s]	[m]	[-]
7	Liguria	28	1000	0.54

Tabella 26-Zona relativa all'edificio in esame

c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

- a_0, k_s sono parametri forniti in funzione della zona in cui sorge la costruzione;
- a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.

La velocità di riferimento v_r è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II data dalla seguente tabella, riferito al periodo di ritorno di progetto T_R .

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0	z_{min}
	[-]	[m]	[m]
I	0.17	0.01	2
II	0.19	0.05	4
III	0.2	0.10	5
IV	0.22	0.30	8
V	0.23	0.70	12

Tabella 27-Categoria di esposizione del sito

Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_r = v_b * c_r$$

Dove:

v_b è la velocità base di riferimento;

c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 * \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove T_R è il periodo di ritorno espresso in anni. Ove non specificato diversamente, si assumerà $T_R = 50$ anni, cui corrisponde $c_r = 1$.

Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione potrà essere ridotto come di seguito specificato:

- *per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà $T_R \geq 5$ anni;*
- *per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi ed un anno, si assumerà $T_R \geq 10$ anni;*

Le azioni statiche equivalenti del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione. L'azione del vento sui singoli elementi che compongono la costruzione va determinata considerando la combinazione più gravosa delle pressioni agenti sulle due facce di ogni elemento. L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione; in casi particolari, come ad esempio per le torri a base quadrata o rettangolare, si deve considerare anche l'ipotesi di vento spirante secondo la direzione di una delle diagonali.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r * c_e * c_p * c_d$$

Dove:

- *q_r è la pressione cinetica di riferimento;*
- *c_e è il coefficiente di esposizione;*
- *c_p è il coefficiente di pressione;*
- *c_d è il coefficiente dinamico;*

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_r * c_e * c_f$$

Dove:

q_r è la pressione cinetica di riferimento,

c_e è il coefficiente di esposizione;

c_f è il coefficiente d'attrito;

La pressione cinetica di riferimento q_r è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho * v_r^2$$

Dove:

- v_r è la velocità di riferimento del vento;
- ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Esprimendo ρ in kg/m³ e v_r in m/s, q_r risulta espresso in N/m².

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 * c_t * (z/z_0)[7 + c_t * \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Dove:

k_r , z^0 , z_{min} sono assegnati nella tabella precedente, in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia.

La categoria di esposizione è assegnata nella seguente tabella, in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno:

ZONE 7,8			
	mare		costa
	1.5 km	0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

Figura 10-Definizione delle categorie d'esposizione

Nelle fasce entro 40 km dalla costa, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito. Il coefficiente di topografia c_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati, il coefficiente di topografia c_t può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione.

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D

Tabella 28-Definizione della classe di rugosità del terreno

Il coefficiente di pressione c_p dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e dal suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il coefficiente d'attrito c_f dipende dalla scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Il calcolo è stato effettuato con un plug-in del software Dolmen, di seguito vengono riportati i principali dati che sono serviti per il computo di tale carico:

- Coefficiente dinamico: 1
- Classe di rugosità del terreno, coefficiente di esposizione: classe C
- Coefficiente di topografia: 1
- Coefficiente d'attrito: 0.02
- Coefficiente di forma: edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde inclinate o curve
- Costruzione stagna

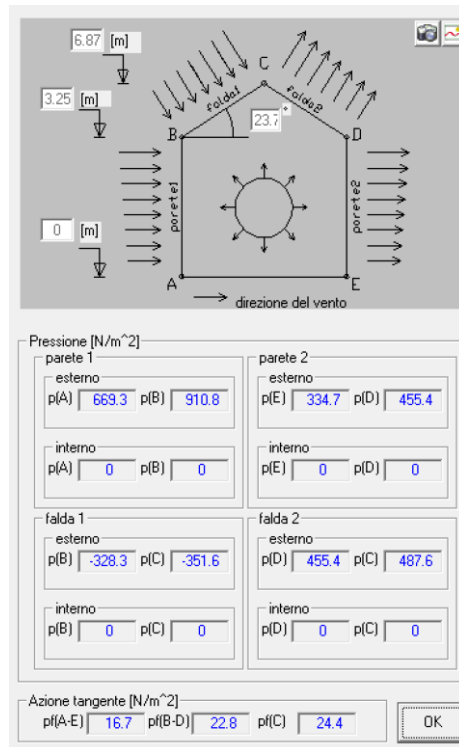


Figura 11-Azione del vento lungo X

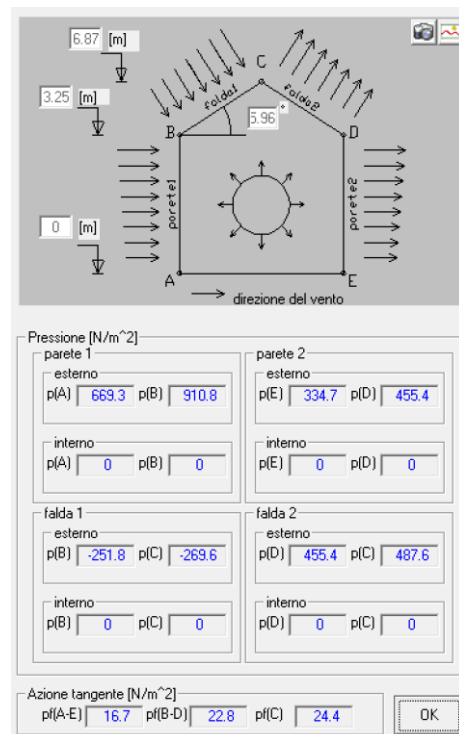


Figura 12-Azione del vento lungo Y

4.3 Modellazione

Per effettuare le analisi strutturali è stato utilizzato il programma CDM Dolmen, un software di calcolo agli elementi finiti. Si è proceduto dapprima alla definizione di tutte le aste che compongono la struttura e che rappresentano il telaio comprensivo di travi e pilastri. Inoltre sono stati modellati tramite elementi gusci il muro contro terra e una parte della copertura (cornicione).

Le sollecitazioni sono calcolate con un'analisi dinamica lineare (analisi modale) ed il progetto/verifica delle singole sezioni strutturali è riferito allo stato limite ultimo. La procedura di calcolo, effettuato con l'ausilio del programma CDM Dolmen, consta delle seguenti fasi:

- Modellazione della struttura portante e inserimento dei dati utili al calcolo sismico quali il fattore di struttura q , pari a 1,5 per le azioni verticali che per le azioni orizzontali, andando a considerare un comportamento non dissipativo della struttura, quindi i pilastri sono stati considerati fragili e non duttili. La figura illustra le travi di piano, i pilastri, i solai di interpiano, la copertura e i plinti di fondazione dell'edificio;

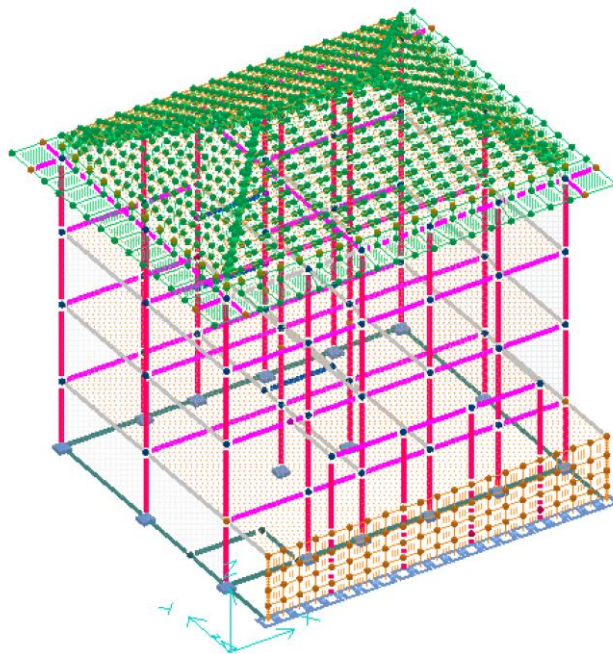


Figura 13-Modello base della struttura

- Definizione dei carichi agenti, che includono, oltre ai carichi sismici, anche il vento, la neve, i permanenti strutturali, i permanenti non strutturali ed i carichi variabili: Tali carichi sono calcolati secondo le indicazioni fornite del par. 3 delle NTC 2018;
- Inserimento dei vincoli interni ed esterni, quali per esempio i vincoli al terreno delle fondazioni ed i vincoli con edifici adiacenti. Nelle analisi si considerano i nodi rigidi ed i solai di piano con rigidezza infinita;
- Definizione delle combinazioni delle azioni, che nel presente lavoro sono la combinazione fondamentale per gli SLU e la combinazione sismica, come definite dalle normative vigenti;
- Progettazione di travi e pilastri, utilizzando gli involuipi del momento flettente, del taglio e dello sforzo normale che si ottengono dall'analisi strutturale.

4.4 Verifiche da effettuare

4.4.1 Verifica a presso-flessione

Per la valutazione della resistenza flessionale in presenza e in assenza di sforzo assiale delle sezioni di elementi monodimensionali,

si adottano le seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- conservazione delle sezioni piane;
- perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- deformazione iniziale dell'armatura di precompressione considerata nelle relazioni di congruenza della sezione.
- resistenza a trazione del calcestruzzo nulla.

Le verifiche si eseguono confrontando la capacità di duttilità, con la corrispondente domanda, secondo le relazioni:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

$$\mu_{\phi} = \mu_{\phi}(N_{Ed}) \geq \phi_{Ed}$$

Dove:

- M_{Rd} è il valore di progetto del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;
- N_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo normale sollecitante;
- M_{Ed} è il valore di progetto del momento di domanda;
- μ_{ϕ} è il valore di progetto della duttilità di curvatura corrispondente a N_{Ed} ;
- μ_{Ed} è la domanda in termini di duttilità di curvatura.

Nel caso di pilastri soggetti a compressione assiale, si deve comunque assumere una componente flettente $M_{Ed} = e * N_{Ed}$ con eccentricità e pari almeno ad 1/200 dell'altezza libera di inflessione del pilastro, e comunque non minore di 20 mm. Nel caso di pressoflessione deviata la verifica della sezione può essere posta nella forma

$$\left(\frac{M_{Ey d}}{M_{Ry d}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{Ez d}}{M_{Rz d}}\right)^{\alpha} \leq 1$$

Dove

$M_{Ey d}$, $M_{Ez d}$ sono i valori di progetto delle due componenti di flessione retta della sollecitazione attorno agli assi y e z; $M_{Ry d}$, $M_{Rz d}$ sono i valori di progetto dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti a N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi y e z. L'esponente α si può assumere per sezioni rettangolari:

N_{Ed}/N_{Rcd}	0.1	0.7	1
α	1	1.5	2

con interpolazione lineare per valori diversi di N_{Ed}/N_{Rcd} ; La capacità in termini di fattore di duttilità in curvatura μ può essere calcolata, separatamente per le due direzioni principali di verifica, come rapporto tra la curvatura cui corrisponde una riduzione del 15% della massima resistenza a flessione, oppure il raggiungimento della deformazione ultima del calcestruzzo e/o dell'acciaio, e la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione $\phi_{y d}$ espressa dalla relazione seguente:

$$\phi_{y d} = \frac{M_{Rd}}{M'_{y d}} * \phi'_{y d}$$

Dove:

- $\phi_{y d}$ è la minore tra la curvatura calcolata in corrispondenza dello snervamento dell'armatura tesa e la curvatura calcolata in corrispondenza della deformazione di picco (ϵ_{c2} se si usa il modello parabola-rettangolo oppure ϵ_{c3} se si usa il modello triangoloretangolo) del calcestruzzo compresso;
- M_{Rd} è il momento resistente della sezione allo SLU;
- $M'_{y d}$ è il momento corrispondente a $\phi'_{y d}$ e può essere assunto come momento resistente massimo della sezione in campo sostanzialmente elastico.

4.4.2 Verifica a taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente. Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * \frac{A_{sw}}{s} * f_{yd} * (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) * \operatorname{sen} \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f'_{cd} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg} \theta)^2$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

dove:

- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
- b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);
- A_{sw} area dell'armatura trasversale;
- s interasse tra due armature trasversali consecutive;
- α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \times f_{cd}$);
- a_c coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrature non compresse

1: per membrature non compresse

$$1 + \sigma_{cp}/f_{cd} : \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$$

$$1.25 : \text{per } 0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} < 0.5 f_{cd}$$

$$(1 - \sigma_{cp}/f_{cd}) : \text{per } 0.5 f_{cd} \leq \sigma_{cp} < f_{cd}$$

In presenza di significativo sforzo assiale, ad esempio conseguente alla precompressione, si dovrà aggiungere la limitazione:

$$\text{ctg } \theta_1 \leq \text{ctg } \theta_2$$

dove θ_1 è l'angolo di inclinazione della prima fessurazione ricavato da $\text{ctg } \theta_1 = \tau/\sigma_l$ mentre τ e σ_l sono rispettivamente la tensione tangenziale e la tensione principale di trazione sulla corda baricentrica della sezione intesa interamente reagente. Le

armature longitudinali, dimensionate in base alle sollecitazioni flessionali, dovranno essere prolungate di una misura pari a:

$$\alpha_1 = 0.9 * d(ctg \theta + ctg \alpha)/2 \geq 0$$

4.4.3 Passo staffe insufficiente

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = (0.10 * N_{Ed} / f_{yd}) \text{ e comunque non minore di } 0.003 A_c$$

dove:

- f_{yd} è la resistenza di progetto dell'armatura (riferita allo snervamento)
- N_{Ed} è la forza di compressione assiale di progetto
- A_c è l'area di calcestruzzo.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali. Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura non deve superare $A_{s,max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

4.4.4 Snellezza eccessiva

Le verifiche di stabilità degli elementi snelli devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. Si deve tenere adeguatamente conto delle imperfezioni λ geometriche e delle deformazioni viscosi per carichi di lunga durata. Si devono assumere legami fra azioni interne e deformazioni in grado di descrivere in modo adeguato il comportamento non lineare dei materiali e gli effetti della fessurazione delle sezioni. Cautelativamente il contributo del calcestruzzo teso può essere trascurato. Snellezza limite per pilastri singoli In via approssimata gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza λ non supera il valore limite

$$\lambda_{lim} = 15.4 \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

Dove:

- $\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionale;
- $C = 1,7 - r_m$ dipende dalla distribuzione dei momenti flettenti del primo ordine ($0,7 \leq C \leq 2,7$);
- $r_m = M_{01} / M_{02}$ è il rapporto fra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro, positivo se i due momenti sono discordi sulla trave (con $|M_{02}| \geq |M_{01}|$).

La snellezza è calcolata come rapporto tra la lunghezza libera di inflessione ed il raggio d'inerzia della sezione di calcestruzzo non fessurato:

$$\lambda = l_0 / i$$

dove in particolare l_0 va definita in base ai vincoli d'estremità ed all'interazione con eventuali elementi contigui.

4.4.5 Tensione d'esercizio eccessiva

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati. La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{c,max} \leq 0,60 f_{ck}$ per combinazione caratteristica
- $\sigma_{c,max} \leq 0,45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra prescritti vanno ridotti del 20%. La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} \leq 0.8 f_{yk}$$

5 Analisi strutturali

Oltre che in relazione al fatto che l'analisi sia lineare o non lineare, i metodi d'analisi sono articolati anche in relazione al fatto che l'equilibrio sia trattato dinamicamente o staticamente. Il metodo d'analisi lineare di riferimento per determinare gli effetti dell'azione sismica, per comportamenti strutturali sia dissipativi sia non dissipativi, è l'analisi modale con spettro di risposta o "analisi lineare dinamica". In essa l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata attraverso lo spettro di progetto. Per le sole costruzioni la cui risposta sismica, in ogni direzione principale, non dipenda significativamente dai modi di vibrare superiori, è possibile utilizzare, per comportamenti strutturali sia dissipativi sia non dissipativi, il metodo delle forze laterali o "analisi lineare statica". In essa l'equilibrio è trattato staticamente, l'analisi della struttura è lineare e l'azione sismica è modellata attraverso lo spettro di progetto. Infine, per determinare gli effetti dell'azione sismica si possono eseguire analisi non lineari; in esse l'equilibrio è trattato, alternativamente:

- dinamicamente ("analisi non lineare dinamica"), modellando l'azione sismica, mediante storie temporali del moto del terreno;
- staticamente ("analisi non lineare statica"), modellando l'azione sismica, mediante forze statiche fatte crescere monotonamente.
-

Sia per analisi lineare dinamica, sia per analisi lineare statica, si deve tenere conto dell'eccentricità accidentale del centro di massa. L'analisi lineare dinamica consiste:

- - nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- - nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- - nella combinazione di questi effetti.

Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore allo 85%. L'analisi lineare statica consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze d'inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici.

L'analisi non lineare dinamica consiste nel calcolo della risposta sismica della struttura mediante integrazione delle equazioni del moto, utilizzando un modello non

lineare della struttura e le storie temporali del moto del terreno. Essa ha lo scopo di valutare il comportamento dinamico della struttura in campo non lineare, consentendo il confronto tra duttilità richiesta e duttilità disponibile allo *SLC* e le relative verifiche, nonché di verificare l'integrità degli elementi strutturali nei confronti di possibili comportamenti fragili.

L'analisi non lineare dinamica deve essere confrontata con un'analisi modale con spettro di risposta di progetto, al fine di controllare le differenze in termini di sollecitazioni globali alla base della struttura. Nel caso delle costruzioni con isolamento alla base l'analisi dinamica non lineare è obbligatoria

Per quanto riguarda le analisi, si è provveduto a dividere il calcolo in 3 step:

- Analisi del modello pre-intervento senza combinazioni sismiche: in questo caso non si è tenuto conto dei carichi orizzontali dovuti al sisma, ma sono stati considerati solo i carichi gravitazionali agenti sulla struttura;
- Analisi del modello pre-intervento con combinazioni sismiche: in questo caso si è tenuto conto sia dei carichi orizzontali dovuti al sisma e sia dei carichi gravitazionali agenti sulla struttura;
- Analisi del modello post-intervento: in questo caso si è tenuto conto sia dei carichi orizzontali dovuti al sisma e sia dei carichi gravitazionali agenti sulla struttura, dopo aver effettuato tutti gli adeguamenti sismici necessari sugli elementi strutturali.

5.1 Caso pre-intervento senza combinazioni sismiche

La necessità di eseguire questa tipologia di analisi è dettata dal fatto di constatare se l'edificio sia in grado di resistere ai soli carichi verticali e orizzontali (ad esclusione dell'azione sismica) tipici della sola verifica allo stato limite ultimo, agenti su di esso quali: il peso proprio degli elementi strutturali (pilastri, travi e setti), i carichi variabili dovuti alla destinazione d'uso degli ambienti, i carichi dovuti all'azione del vento e i carichi dovuti all'azione della neve. Per prima cosa, avvalendosi del programma di calcolo, è stata lanciata l'analisi dinamica, con la condensazione statica, il successivo calcolo degli autovalori e infine con la generazione delle condizioni sismiche. Successivamente si è provveduto anche all'analisi statica. La scelta di effettuare prima l'analisi dinamica di quella statica è dettata dal fatto che così facendo si è ottenuto, in anticipo e con esattezza, il periodo proprio di vibrare della struttura, così da poterlo inserire direttamente nel calcolo dell'analisi statica lineare. Dopo di che si è passati al calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali ed infine alla generazione dei casi di calcolo, escludendo quelli inerenti al sisma. Di seguito sono riportati i casi di carico proposti dal programma per la sola verifica allo stato limite ultimo senza considerare la forza sismica:

Caso pre-intervento	
Senza combinazioni sismiche	
Nome	Descrizione
1	SLU
2	SLU vento X
3	SLU vento Y
4	Rara
5	Rara vento X
6	Rara vento Y
7	Frequente
8	Frequente vento X
9	Frequente vento Y
10	Quasi permanente

Tabella 29-Casi di carico relativi al modello senza considerare l'effetto del sisma

Si riportano inoltre i risultati ottenuti dall'analisi dinamica per quanto riguarda gli autovettori:

Autovettori nel caso pre-intervento, senza combinazioni sismiche				
Numero	Periodo	Massa attivata		
	[s]	% X	% Y	% Z
1	1.31	0.01	83.96	0.00
2	0.83	68.61	0.09	0.00
3	0.72	8.48	0.36	0.00
4	0.39	0.00	9.46	0.00
5	0.27	8.57	0.02	0.00
Massa totale attivata		85.68	93.89	0.00

Tabella 30-Risultati ottenuti dall'analisi dinamica sul caso senza sisma

Si nota che i primi due modi di vibrare risultano prettamente traslazionali, movimentando gran parte della massa dell'edificio, mentre gli altri hanno carattere torsionale. Si riportano immagini statiche delle deformate relative ai prime tre autovettori:

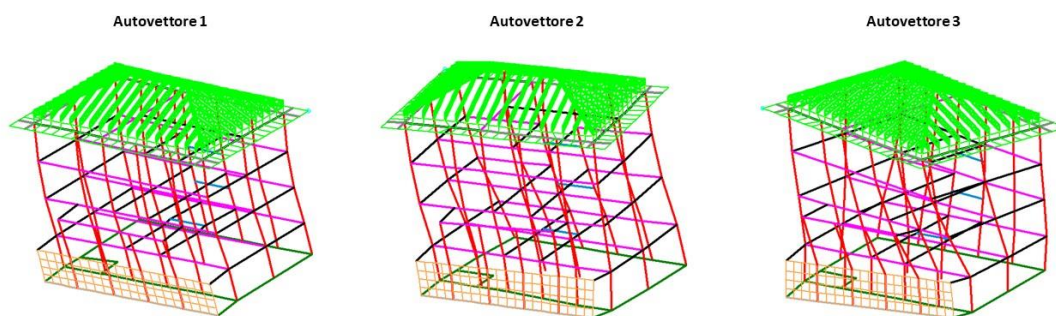


Figura 14-Autovettori relativi al caso senza combinazioni sismiche

Si è proseguito calcolando i casi di carico stessi al fine di valutare le sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali, al fine di constatare se le rispettive verifiche a

presso-flessione e a taglio fossero soddisfatte in base ai nuovi criteri e limiti della normativa attuale. Nel corso di questa analisi e delle successive ci si è concentrati soprattutto sui pilastri in quanto sono gli elementi che più di tutti subiscono la forza orizzontale dovuta all'evento sismico. Solo marginalmente verranno indicate le sollecitazioni e gli interventi effettuati sulle travi. Di seguito vengono riportati i dati inerenti le dimensioni dei pilastri e le relative armature longitudinali presenti effettivamente nello stabile:

	Pilastri pre-intervento														
	1° ordine - Seminterrato			2° ordine - Piano terra			3° ordine - Piano +1			4° ordine - Piano +2			5° ordine - Piano +2		
	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature
	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d
	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]
1	40	25	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12
2	40	25	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12
3	40	25	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
4	40	25	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
5	40	25	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
6	40	25	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
7	35	53	4 ϕ 16 + 4 ϕ 12	25	40	6 ϕ 12	25	40	6 ϕ 12	25	40	6 ϕ 12	-	-	-
8	40	40	4 ϕ 16 + 4 ϕ 12	35	35	4 ϕ 16	35	27	4 ϕ 16	35	27	4 ϕ 16	35	25	4 ϕ 12
9	40	40	4 ϕ 16 + 4 ϕ 12	35	35	4 ϕ 16	35	27	4 ϕ 16	35	27	4 ϕ 16	35	25	4 ϕ 12
10	35	40	4 ϕ 16 + 4 ϕ 12	25	40	6 ϕ 12	25	40	6 ϕ 12	25	40	6 ϕ 12	-	-	-
11	25	40	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	25	35	4 ϕ 12	25	35	4 ϕ 12	25	35	4 ϕ 12	-	-	-
12	40	25	6 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
13	40	25	6 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
14	40	25	6 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
15	40	25	6 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	35	25	4 ϕ 12	-	-	-
16	25	40	4 ϕ 12 + 2 ϕ 8	25	35	4 ϕ 12	25	35	4 ϕ 12	25	35	4 ϕ 12	-	-	-
A	25	25	4 ϕ 12	25	25	4 ϕ 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	25	25	4 ϕ 12	25	25	4 ϕ 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	25	25	4 ϕ 12	25	25	4 ϕ 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	25	25	4 ϕ 12	25	25	4 ϕ 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 31-Dimensione delle sezioni dei pilastri e relative armature nello stato di fatto

Nell'appendice (par. 9.5.) vengono riportate le verifiche effettuate in forma tabellare, inoltre si specificano se sono rispettate anche le prescrizioni normative riguardanti: il passo staffe insufficiente, la snellezza eccessiva, la tensione di esercizio eccessiva e l'armatura longitudinale eccessiva. A titolo di esempio, si riporteranno da qui in avanti tre pilastri della struttura, con le relative dimensioni della sezione, con i relativi ferri e con i domini d'interazione MN al fine di poter effettuare un confronto fra i diversi modelli. In particolare si riportano i pilastri pl 01, pl 07 e pl 08:

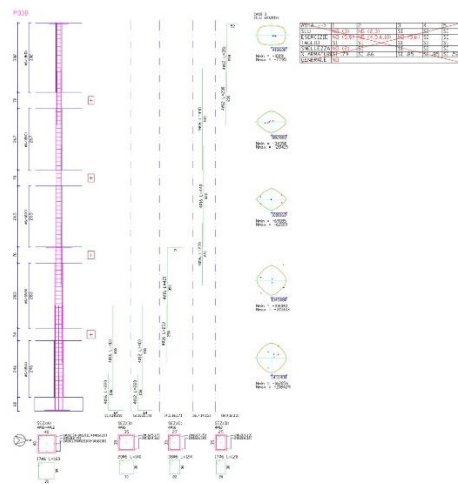


Figura 17-Pilastro PI008 (stato di fatto senza combinazioni sismiche) con i relativi domini MN

Di seguito sono riportati sommariamente se i pilastri hanno superato le verifiche, con riguardo soprattutto a quella a pressoflessione e a taglio:

Pilastro	Verifiche	
	Pres-Fles	Taglio
1	NO	SI
2	SI	SI
3	NO	SI
4	NO	SI
5	SI	SI
6	NO	SI
7	NO	SI
8	NO	SI
9	NO	SI
10	NO	NO
11	NO	SI
12	SI	SI
13	SI	SI
14	SI	SI
15	SI	SI
16	NO	SI
17	NO	SI
18	SI	SI
19	SI	SI
20	NO	SI

Tabella 32-Pilastri verificati nel caso non considerando il sisma

Si può appurare che molti pilastri risultato già non verificati. Nello specifico non lo sono soprattutto per quanto riguarda il caso dello stato limite ultimo insieme al vento (sia in direzione X, caso 2, e sia in direzione Y, caso 3) per quanto riguarda la pressoflessione, oltre al fatto che tutti non sono verificati per le prescrizioni della nuova normativa. Questo è dovuto al fatto che durante gli anni, si è passati da un metodo di verifica basato sulle tensioni ammissibili ad uno basato sulla verifica agli stati limite ultimi. Inoltre l'incidenza dei carichi variabili è cambiata, con l'avvento dei coefficienti parziali di sicurezza, modificando il peso che grava sulla struttura. In generale, la recente normativa antisismica ha portato molte variazioni che riguardano la snellezza e la duttilità degli elementi strutturali, quindi è anche normale che un edificio del 1979 abbia peculiarità costruttive notevolmente differenti da un edificio odierno progettato con l'attuale normativa. Per il successivo calcolo del grado di difformità è utile evidenziare la percentuale di armatura longitudinale e trasversale presente nei pilastri e i relativi pesi dei ferri. Si riportano nelle seguenti tabelle tali valori:

	Armature esistenti	Percentuale armatura esistente
Pilastri	Peso acciaio C_2	ρ
	[kg]	[%]
1	106.00	0.53
2	106.00	0.53
3	113.00	0.53
4	113.00	0.53
5	106.00	0.53
6	106.00	0.53
7	217.00	0.59
8	224.00	0.73
9	224.00	0.73
10	219.00	1.00
11	107.00	0.53
12	102.00	0.56
13	102.00	0.56
14	102.00	0.56
15	102.00	0.56
16	107.00	0.53
A	42.00	0.72
B	42.00	0.72
C	42.00	0.72
D	42.00	0.72
	Totale	2324.00
	Media	0.62

Tabella 33-Percentuale geometria di armatura e i relativi pesi dei ferri nel caso senza sisma

Vengono anche riportate le posizioni del centro delle masse e del centro delle rigidezze di ogni impalcato:

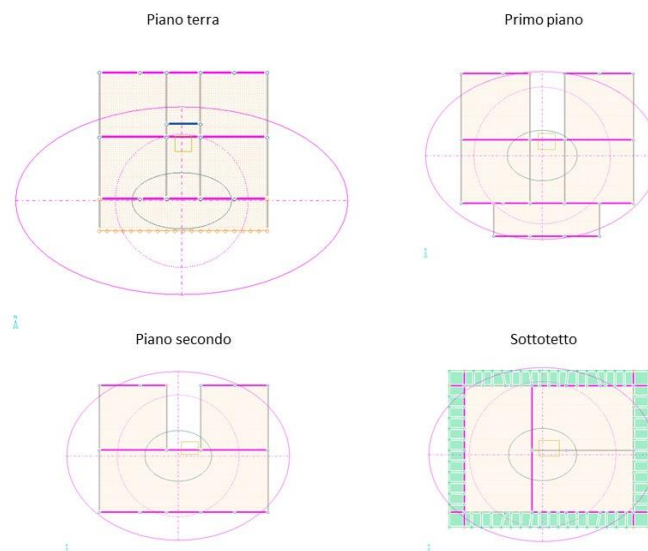


Figura 18-Posizione del centro di massa e del centro delle rigidezze nel caso senza sisma

E' facile constatare nel primo solaio quanto l'ellisse verde che rappresenta il centro delle rigidezze ridotto al 30 % della struttura sia notevolmente spostato verso il muro contro terra, così come nel caso del secondo solaio a causa della presenza del balcone. Di fatto questi elementi rendono la struttura antisimmetrica nella direzione Y, escludendo una situazione ideale dove il centro delle masse identificato dal quadrato giallo sia interno all'ellisse delle rigidezze. Si riportano in seguito anche le verifiche effettuate per le fondazioni a plinti:

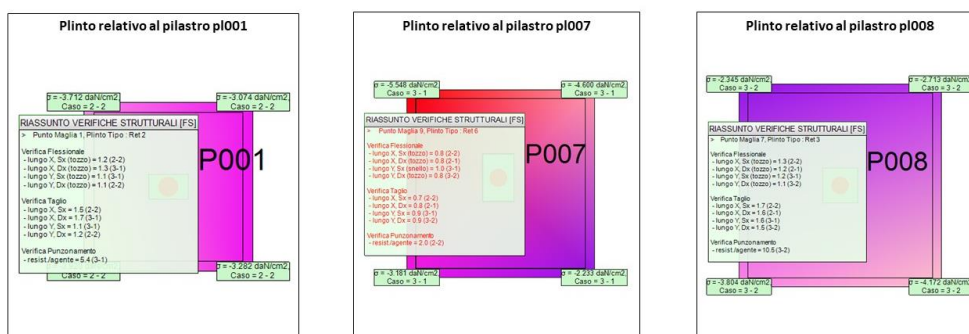


Figura 19-Principali verifiche sui plinti nel caso senza sisma

Viene riportata una sola trave per vedere l'andamento delle sollecitazioni nei diversi modelli che saranno analizzati di seguito.

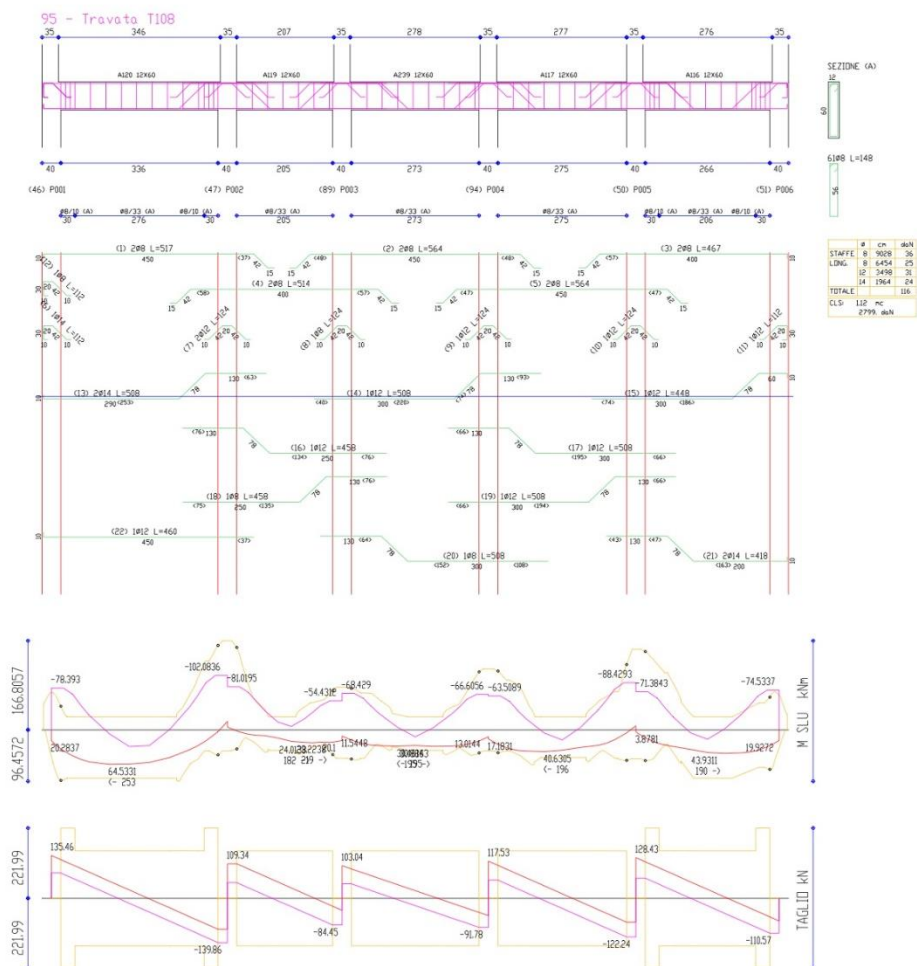


Figura 20-Trave 108 nel caso senza sisma

5.2 Caso pre-intervento con combinazioni sismiche

Dopo aver analizzato come risponde la struttura solamente sottoposta ai carichi verticali, si è passato ad analizzare il caso considerando anche l'azione orizzontale alla base della struttura causata dal sisma. Analogamente a quanto fatto nel caso precedente, con l'aiuto del software di calcolo sono stati riproposti i casi di carico con le forze orizzontali tipiche dell'azione del sisma:

Caso pre-intervento	
Con combinazioni sismiche	
Nome	Descrizione
1	SLU
2	SLU vento X
3	SLU vento Y
4	Sisma X SLU
5	Sisma Y SLU
6	SLU con sisma X princ
7	SLU con sisma Y princ
8	SLD con sisma X princ
9	SLD con sisma Y princ
10	SLU fond con sisma X princ
11	SLU fond con sisma Y princ
12	Rara
13	Rara vento X
14	Rara vento Y
15	Frequente
16	Frequente vento X
17	Frequente vento Y
18	Quasi permanente

Tabella 34-Casi di carico relativi al modello considerando l'effetto del sisma

Si riportano inoltre i risultati ottenuti dall'analisi dinamica per quanto riguarda gli autovettori:

Autovettori nel caso pre-intervento, con combinazioni sismiche				
Numero	Periodo	Massa attivata		
	[s]	% X	% Y	% Z
1	1.31	0.01	83.96	0.00
2	0.83	68.61	0.09	0.00
3	0.72	8.48	0.36	0.00
4	0.39	0.00	9.46	0.00
5	0.27	8.57	0.02	0.00
Massa totale attivata		85.68	93.89	0.00

Tabella 35-Risultati ottenuti dall'analisi dinamica sul caso il sisma

Si nota che i primi due modi di vibrare risultano prettamente traslazionali, movimentando gran parte della massa dell'edificio, mentre gli altri hanno carattere torsionale. Si riportano immagini statiche delle deformate relative ai prime tre autovettori:

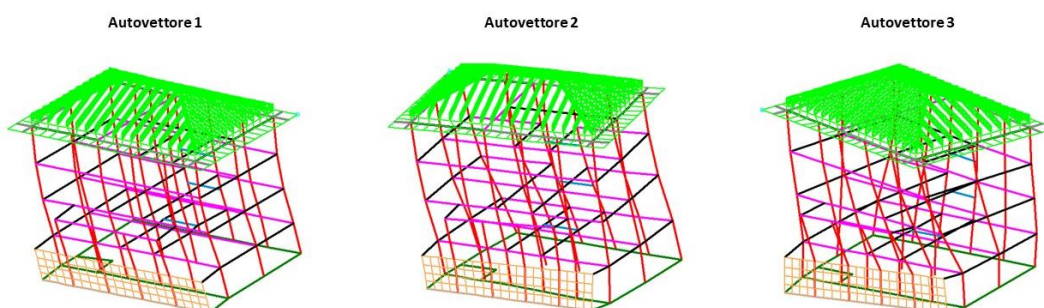


Tabella 36-Autovettori relativi al caso con le combinazioni sismiche

Come si nota non sono presenti delle differenze dal modello dello stato di fatto senza le combinazioni sismiche. A differenza della precedente analisi, si è eseguita anche la verifica allo stato limite d'esercizio, che consiste nel verificare che gli spostamenti d'interpiano. Lo Stato Limite di Vita è obbligatorio, mentre gli Stati Limite di Danno e Operatività possono non esserlo nel caso di edifici esistenti. Una loro ricerca, anche solo in termini di spostamenti relativi di interpiano, può comunque essere opportuna per completezza. Si riportano di seguito i valori in centimetri degli spostamenti d'interpiano:

	Spostamenti interpiano caso pre-intervento con combinazioni sismiche					
	Zinf	Zsup	h	Spostamento max	% h	Verifica
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[%]	[-]
Caso 8	0.00	300.00	300.00	1.014578	0.338	NO
	300.00	653.00	353.00	1.359540	0.385	NO
	653.00	988.00	335.00	0.871526	0.260	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.590981	0.175	SI
Caso 8	0.00	300.00	300.00	1.188957	0.396	NO
	300.00	653.00	353.00	1.662601	0.471	NO
	653.00	988.00	335.00	1.105871	0.330	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.728075	0.216	SI

Tabella 37-Verifica allo stato limite di danno nel caso con le combinazioni sismiche

Si è proseguito calcolando i casi di carico stessi al fine di valutare le sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali, constatando se le rispettive verifiche a flessione e taglio erano soddisfatte. Nell'appendice (par. 9.6) vengono riportate le verifiche effettuate in forma tabellare, inoltre si specificano se sono rispettate anche le prescrizioni normative riguardanti: il passo staffe insufficiente, la snellezza eccessiva, la tensione di esercizio eccessiva e l'armatura longitudinale eccessiva. si riportano le dimensioni, le armature e i domini MN per i pilastri pl 01, pl 07 e pl 08:

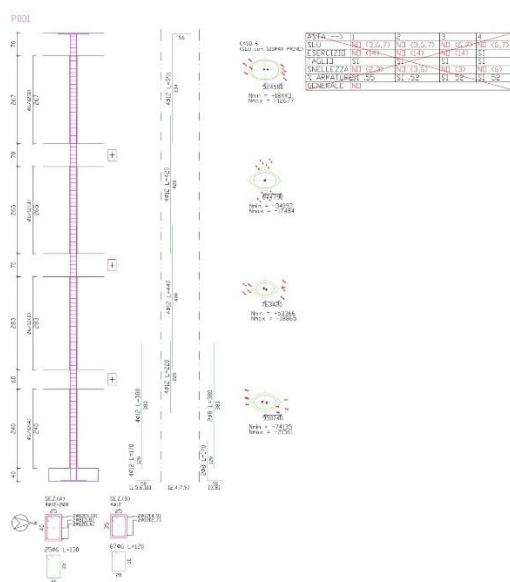


Tabella 38-Pilastro PI001 (stato di fatto con le combinazioni sismiche) con i relativi domini MN

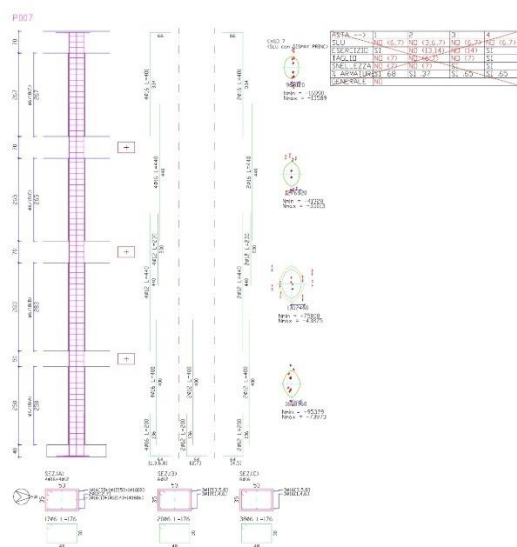


Tabella 39-Pilastro PI007 (stato di fatto senza combinazioni sismiche) con i relativi domini MN

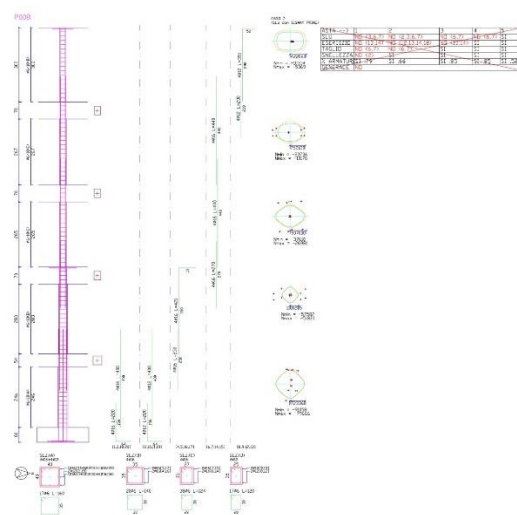


Tabella 40-Pilastro PI008 (stato di fatto senza combinazioni sismiche) con i relativi domini MN

Di seguito sono riportati sommariamente se i pilastri hanno superato le verifiche, con riguardo soprattutto a quella a pressoflessione e a taglio:

Pilastro	Verifiche	
	Pres-Fles	Taglio
1	NO	SI
2	NO	SI
3	NO	NO
4	NO	NO
5	NO	SI
6	NO	SI
7	NO	NO
8	NO	NO
9	NO	NO
10	NO	NO
11	NO	NO
12	NO	SI
13	NO	SI
14	NO	SI
15	NO	SI
16	NO	SI
17	NO	NO
18	NO	NO
19	NO	NO
20	NO	NO

Tabella 41-Pilastri verificati nel caso considerando il sisma

Come si può ben notare in questa situazione i pilastri risultano tutti non verificati per i casi che contengono le azioni orizzontali del sisma, ovvero per lo stato limite ultimo con il sisma (sia in direzione X che in direzione Y). Questo è dovuto al fatto che la normativa antisismica in passato non prevedeva in quelle zone delle efficienti misure volte a contrastare tale azione; come ad esempio l'infittimento delle staffe nei pressi dei nodi strutturali. Al fine di una concreta caratterizzazione dell'edificio è utile calcolare anche in questo caso il quantitativo di acciaio delle armature presente negli elementi strutturali. Non si riportano tali valori perché risultano uguali al modello con le combinazioni sismiche in quanto non sono stati effettuati interventi sugli elementi, ma l'unica differenza consiste nell'aver considerato il sisma. Anche per quanto riguarda le posizioni dell'ellisse delle rigidezze e del centro delle masse rimane tutti invariato come nel caso precedente. Si riportano in seguito anche le verifiche effettuate per le fondazioni a plinti:

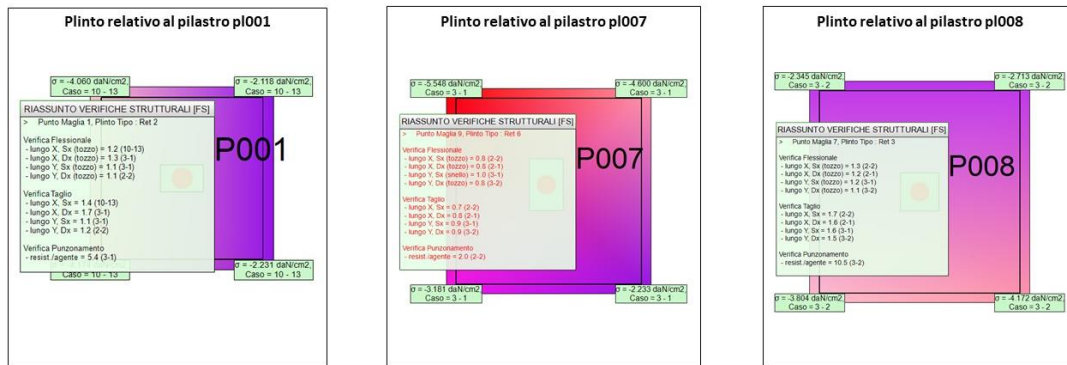


Figura 21-Principali verifiche sui plinti nel caso con il sisma

Viene riportata la solita trave per vedere l'andamento delle sollecitazioni:

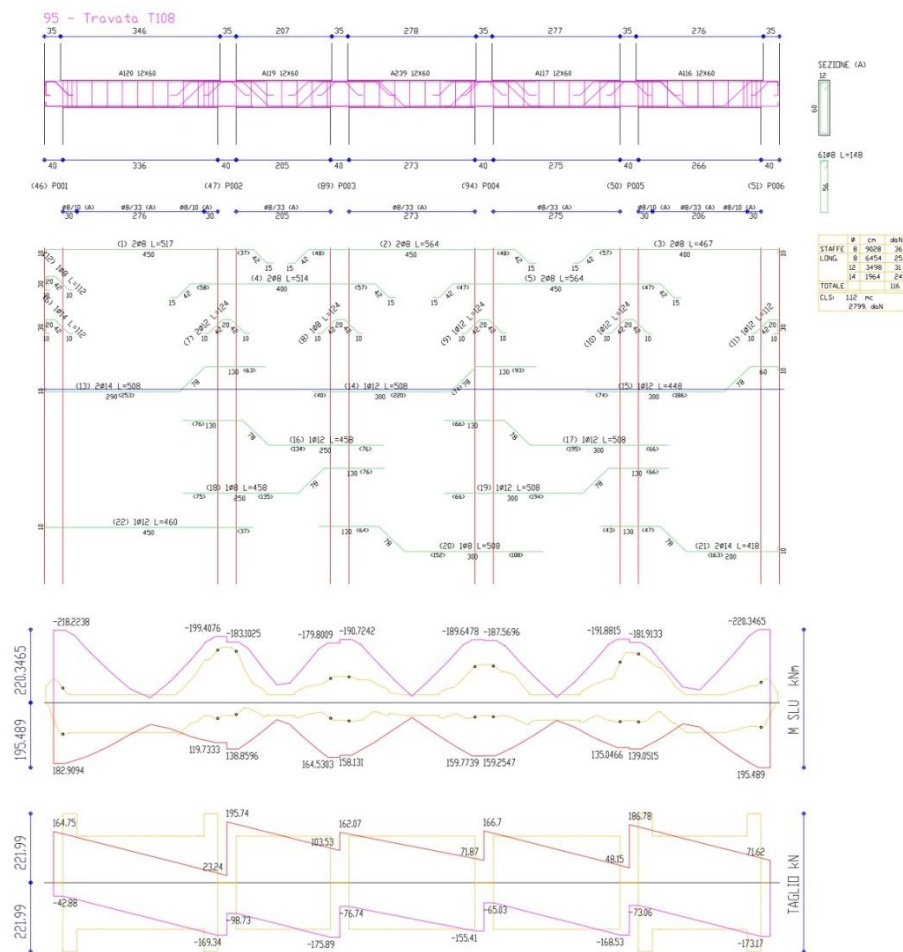


Figura 22-Trave 108 nel caso con il sisma

5.3 Tecniche per migliorare le prestazioni strutturali delle travi e pilastri

Si riporta un estratto delle NTC par. 8.7.4 riguardante i criteri d'intervento sugli edifici.

Per tutte le tipologie di costruzioni esistenti gli interventi vanno progettati ed eseguiti, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme. L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata, considerando la variazione nella distribuzione delle rigidità e delle resistenze e la conseguente eventuale interazione con le parti restanti della struttura. Particolare attenzione deve essere posta alla fase esecutiva degli interventi, in quanto una cattiva esecuzione può peggiorare il comportamento globale della costruzione. La scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione. In generale dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- *riparazione di eventuali danni presenti;*
- *riduzione delle carenze dovute ad errori grossolani;*
- *miglioramento della capacità deformativa ("duttilità") di singoli elementi;*
- *riduzione delle condizioni, anche legate alla presenza di elementi non strutturali, che determinano situazioni di forte irregolarità, sia planimetrica sia altimetrica, degli edifici, in termini di massa, resistenza e/o rigidità,;*
- *riduzione delle masse, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso;*
- *riduzione dell'impegno degli elementi strutturali originari mediante l'introduzione di sistemi d'isolamento o di dissipazione di energia;*
- *riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti, sia nel loro piano che ortogonalmente ad esso,;*
- *miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali, alla struttura e tra loro;*
- *incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali;*
- *realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici o interposizione di materiali atti ad attenuare gli eventuali urti;*
- *miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario.*

Interventi su parti non strutturali ed impianti sono necessari quando, in aggiunta a motivi di funzionalità, la loro risposta sismica possa mettere a rischio la vita degli occupanti o produrre danni ai beni contenuti nella costruzione. Per le strutture in muratura, inoltre, dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- *miglioramento dei collegamenti tra orizzontamenti e pareti, tra copertura e pareti, tra pareti confluenti in martelli murari o angolate;*
- *riduzione ed eliminazione delle spinte non contrastate di coperture, archi e volte;*
- *rafforzamento delle pareti intorno alle aperture,*

Per le strutture in c.a. ed in acciaio si prenderanno in considerazione, valutandone l'eventuale necessità e l'efficacia, anche le tipologie di intervento di seguito esposte o loro combinazioni:

- *rinforzo di tutti o parte degli elementi;*
- *aggiunta di nuovi elementi resistenti, quali pareti in c.a., controventi in acciaio, etc.;*
- *eliminazione di eventuali meccanismi "di piano";*
- *introduzione di un sistema strutturale aggiuntivo in grado di resistere per intero all'azione sismica di progetto;*
- *eventuale trasformazione di elementi non strutturali in elementi strutturali, come nel caso di incamiciatura in c.a. di pareti in laterizio.*

Si riporta un estratto delle NTC par. 8.4 che concerne la classificazione degli interventi.

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- ***Interventi di riparazione o locali:*** *interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti. Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:*

1. *ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;*

2. *migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;*
3. *impedire meccanismi di collasso locale;*
4. *modificare un elemento o una porzione limitata della struttura;*

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti. La relazione potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione. Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.

- ***Interventi di miglioramento:*** *interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati. La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme. Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6 , mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1. Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno $\zeta_E = 1,0$.*
- ***Interventi di adeguamento:*** *interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati. L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:*
 1. *Sopraelevare la costruzione;*
 2. *Ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;*

3. *Apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;*
4. *Effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani.*
5. *Apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.*

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito all'intera costruzione e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo. Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura, si deve avere $\zeta_E \geq 1,0$. Nei casi c) ed e) si può assumere $\zeta_E \geq 0,80$. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione. Una variazione dell'altezza dell'edificio dovuta alla realizzazione di cordoli sommitali o a variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile, non è considerato ampliamento, ai sensi della condizione a). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano una o più delle condizioni di cui agli altri precedenti punti.

Solo gli interventi di miglioramento e adeguamento sono sottoposti a collaudo statico. Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione. Qualora l'intervento preveda l'inserimento di nuovi elementi che richiedano apposite fondazioni, queste ultime dovranno essere verificate così come richiesto per le nuove costruzioni.

Qualora una struttura in c.a. presenti delle carenze di resistenza dei pilastri il progettista dovrà valutare quale delle diverse tecniche di intervento tradizionali e/o innovative di rinforzo si adatti meglio alle esigenze progettuali, costruttive e logistiche. Vengono qui esaminate alcune delle possibili tecniche di intervento:

- Incamiciatura, ingrosso di sezione mediante armatura in acciaio e getto in c.a. integrativo: ringrosso di sezione mediante getto in c.a. integrativo. L'intervento consiste nel realizzare dei getti in cls integrativi opportunamente armati e connessi agli elementi pre-esistenti mediante degli inghisaggi sulle 4 facce dei pilastri in modo tale da assicurare la collaborazione camicia in cls/ nucleo esistente. Ai fini dell'ancoraggio in fondazione delle armature longitudinali, occorrerà prevedere la parziale demolizione della pavimentazione circostante la base del pilastro, scavo, inghisaggio delle barre di attesa sul collo del plinto, casseratura e getto integrativo. Tuttavia accade spesso che l'esiguità della sezione del collo del plinto consigli di effettuare tali operazioni sino al dado di fondazione. Lo spessore minimo del getto in cls. su ciascun lato deve essere non inferiore ad 8-10 cm, e dovrà essere esteso per l'altezza necessaria. L'intervento in esame apporta considerevoli incrementi di resistenza a presso flessione-taglio e duttilità; si possono tuttavia presentare delle problematiche esecutive per l'interferenza di altri elementi quali impianti, pannelli di facciata, murature divisorie; va inoltre considerato che l'incremento delle sezioni in c.a (mediamente 7-10 cm) causa un irrigidimento della struttura con conseguente diminuzione del periodo proprio T ed aggravio delle sollecitazioni sismiche. L'intervento di ringrosso di sezione mediante getto in c.a. integrativo, fornisce all'elemento un miglioramento in termini di capacità assiale, taglio e momento resistente. Vano ben valutate le seguenti criticità: incremento delle sollecitazioni sismiche per effetto dell'aumento di rigidezza alla base dei pilastri, brusca variazione di resistenza a taglio, difficoltà di ancoraggio delle barre fino all'estradosso del plinto ed effettiva capacità di trasferire gli sforzi di trazione. Per quanto attiene i costi, va considerata l'alta incidenza degli inghisaggi per il collegamento della sezione aggiuntiva con quella originaria: vanno infatti previsti un minimo di 2 barre per ogni lato del pilastro e per un passo pari alla staffatura esterna.
- Calastrellatura con angolari e piatti in acciaio: l'intervento prevede l'applicazione di profili metallici in corrispondenza degli spigoli dei pilastri adeguatamente fissati agli stessi mediante tassellatura onde assicurare la collaborazione mutua con l'elemento in c.a., e la successiva saldatura di piatti in acciaio lungo sviluppo del pilastro ad un certo interasse, secondo quanto di seguito rappresentato. Anche in questo caso, al fine di garantire l'incremento

di capacità resistente della sezione di base dell'elemento, che di fatto poi condiziona l'adeguamento a pressoflessione del pilastro, risulterà necessario prevedere la demolizione di una porzione circostante il pilastro onde collegare i profili al plinto di fondazione in quanto un semplice ancoraggio alla pavimentazione non potrà certamente consentire di trasferire gli sforzi di trazione/compressione. In ogni caso l'aspetto critico riguarda l'interfaccia cls/acciaio in quanto la tassellatura dei profili angolari in corrispondenza degli spigoli danneggia il calcestruzzo proprio dove è maggiormente sollecitato per l'azione ciclica di compressione/trazione ed la capacità di trasferimento degli sforzi tramite le barre inghisate è fortemente limitata dalla vicinanza al bordo del pilastro; sarebbe possibile ovviare a tale problema placcando i profili angolari con adesivi epossidici, tuttavia l'alta temperatura necessaria per la saldatura dei calastrelli potrebbe danneggiare l'adesivo epossidico che notoriamente ha una temperatura di transizione vetrosa attorno ai 60- 70 gradi. Dal punto di vista della rigidità post-intervento, rispetto alla tecnica di ringrosso di sezione, le variazioni introdotte sono molto meno sensibili. Il presente intervento è atto a conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi: aumento della capacità in resistenza a taglio; aumento della capacità di deformazione; miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, aumento della capacità portante verticale (effetto del confinamento);

- Confinamento e fasciatura in fibre di carbonio. Questo intervento prevede l'applicazione della fibra di carbonio con 1 o più strati nelle zone critiche, allo scopo di aumentare la resistenza a taglio e duttilità dell'elemento. Le norme tecniche prevedono l'utilizzo di questo intervento anche al fine di aumentare la resistenza a compressione della sezione di cls, la quale attraverso il confinamento fornito da elementi trasversali raggiunge resistenze a compressione e deformazioni più elevate. Il confinamento sfrutta un principio semplice per aumentare la resistenza a compressione di un materiale, ovvero l'effetto Poisson, che consiste nella manifestazione di deformazioni laterali orizzontali in presenza di una deformazione assiale verticale, la presenza di elementi che si oppongono a tali dilatazioni (staffe, fasciature trasversali) fornisce l'incremento di resistenza a compressione e capacità deformativa. Va specificato però mentre l'effetto del confinamento in termini di incremento di deformazione del calcestruzzo può essere sempre considerato, l'incremento di resistenza a compressione può essere tenuto in conto solo se la sezione è tutta compressa, quindi, compressione centrata o piccola eccentricità, situazione che si presenta raramente in presenza di azioni sismiche. La cerchiatura è l'applicazione di una "legatura" intorno ad un oggetto con l'obiettivo di limitarne o impedirne le deformazioni laterali e

l'innesco della rottura. Nel campo delle costruzioni, la cerchiatura è utilizzata sia per confinare singoli elementi strutturali sia interi edifici o parti di essi. Fin dall'antichità il suo funzionamento era noto e utilizzato in vari campi, a iniziare dalle botti per il vino, proseguendo con l'aggiunta di anelli metallici attorno alle colonne oppure alle cupole fessurate. E' noto che aumentando la compressione laterale in un elemento caricato assialmente si ottiene uno stato di tensione tridimensionale, benefico in termini di carico limite, come previsto da tutti i criteri di rottura relativi ai materiali da costruzione.

5.4 Caso post-intervento con combinazioni sismiche, adeguamento sismico

Dopo aver analizzato lo stato di fatto dell'edificio, si è potuto passare a fare delle considerazioni su come adeguare sismicamente lo stabile. In primis bisogna specificare che trattandosi di un caso di studio non finalizzato all'applicazione pratica a causa dell'assenza di dati certi ed indagini specifiche si è optato inizialmente per un intervento di adeguamento. Nella realtà molto probabilmente si sarebbe scelto un intervento di miglioramento sismico in quanto gli interventi per quest'ultimo approccio avrebbero comportato oneri più bassi. Si è scelto quindi di intervenire sui pilastri tramite delle incamiciature in cemento armato intorno agli elementi preesistenti. Questo intervento consiste nell'allargamento della sezione dei pilastri esistenti con 10 cm per lato di cemento armato. Così facendo si viene a considerare il pilastro esistente unicamente composto da cemento e resistente solo ai carichi verticali, mentre la nuova porzione viene progettata con armature che rispettano l'attuale normativa, in maniera tale che sia in grado di resistere solamente alle azioni orizzontali sismiche. Di seguito sono riportate le nuove dimensioni dei pilastri con le rispettive armature progettate direttamente con il software Dolmen:

Pilastri post-intervento, adeguamento sismico															
	1° ordine - Seminterrato			2° ordine - Piano terra			3° ordine - Piano +1			4° ordine - Piano +2			5° ordine - Piano +2		
	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature
	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d
	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]
1	60	45	16 ϕ 14	55	45	16 ϕ 14	55	45	10 ϕ 12 + 4 ϕ 14	55	45	14 ϕ 16	-	-	-
2	60	45	16 ϕ 16	55	45	18 ϕ 16 + 4 ϕ 16	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	10 ϕ 12 + 4 ϕ 14	-	-	-
3	60	45	16 ϕ 16	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-	-
4	60	45	16 ϕ 16	55	45	11 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	14 ϕ 14	55	45	14 ϕ 14	-	-	-
5	60	45	16 ϕ 16	55	45	18 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-	-
6	60	45	16 ϕ 14	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-
7	55	73	16 ϕ 12 + 4 ϕ 14	55	73	20 ϕ 16	55	73	20 ϕ 14	55	73	20 ϕ 14	-	-	-
8	60	60	12 ϕ 12	55	55	20 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	47	16 ϕ 14	55	47	16 ϕ 14	55	45	8 ϕ 12
9	60	60	12 ϕ 12	55	55	20 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	47	16 ϕ 14	55	47	16 ϕ 12	55	45	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14
10	55	60	18 ϕ 16	45	60	18 ϕ 14 + 4 ϕ 16	45	60	22 ϕ 14	45	60	22 ϕ 14	-	-	-
11	45	60	22 ϕ 16	45	55	10 ϕ 12 + 4 ϕ 14	45	55	14 ϕ 14	45	55	14 ϕ 14	-	-	-
12	60	45	10 ϕ 12	55	45	8 ϕ 14	55	45	14 ϕ 14	55	45	8 ϕ 16	-	-	-
13	60	45	10 ϕ 12	55	45	14 ϕ 14	55	45	14 ϕ 14	55	45	8 ϕ 16	-	-	-
14	60	45	10 ϕ 12	55	45	10 ϕ 12 + 4 ϕ 14	55	45	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	14 ϕ 14	-	-	-
15	60	45	10 ϕ 12	55	45	14 ϕ 16	55	45	22 ϕ 14	55	45	10 ϕ 12 + 4 ϕ 14	-	-	-
16	45	60	22 ϕ 14	45	55	14 ϕ 14	45	55	14 ϕ 14	45	55	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-
A	25	25	4 ϕ 12	45	45	16 ϕ 16 + 4 ϕ 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	25	25	4 ϕ 12	45	45	12 ϕ 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	25	25	4 ϕ 12	45	45	8 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	25	25	4 ϕ 12	45	45	20 ϕ 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 42-Dimensione delle sezioni dei pilastri e relative armature nel modello adeguato

I casi di carico proposti per tale modello sono identici a quelli del modello dello stato di fatto con combinazioni sismiche. Si riportano inoltre i risultati ottenuti dall'analisi dinamica per quanto riguarda gli autovettori:

Autovettori nel caso post-intervento, adeguamento sismico				
Numero	Periodo	Massa attivata		
	[s]	% X	% Y	% Z
1	1.06	0.03	85.90	0.00
2	0.61	64.97	0.09	0.00
3	0.46	15.66	0.03	0.00
4	0.24	0.00	8.92	0.00
5	0.17	7.32	0.01	0.00
Massa totale attivata		87.98	94.95	0.00

Tabella 43-Risultati ottenuti dall'analisi dinamica sul modello adeguato

A differenza del caso precedente, la massa attivata da i primi cinque modi di vibrare risulta leggermente maggiore, ma i primi due modi di vibrare risultano sempre traslazionali mentre il terzo risulta torsionale. Questo è dovuto all'intervento di maggiorazione delle dimensioni delle sezioni. Si riportano immagini statiche delle deformate relative ai prime tre autovettori:

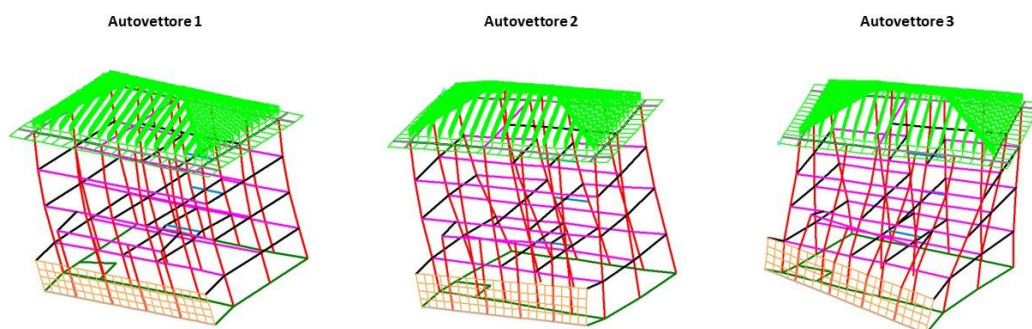


Figura 23-Autovettori relativi al modello adeguato

Si è eseguita anche in questo caso la verifica allo stato limite d'esercizio per quanto riguarda gli spostamenti d'interpiano. Si riportano di seguito i valori in centimetri degli spostamenti d'interpiano:

Spostamenti interpiano caso adeguamento sismico						
	Zinf	Zsup	h	Spostamento max	% h	Verifica
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[%]	[-]
Caso 8	0.00	300.00	300.00	0.802064	0.267	SI
	300.00	653.00	353.00	0.954451	0.270	SI
	653.00	988.00	335.00	0.615700	0.184	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.395188	0.117	SI
Caso 8	0.00	300.00	300.00	0.962648	0.321	SI
	300.00	653.00	353.00	1.103897	0.313	SI
	653.00	988.00	335.00	0.717231	0.214	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.479605	0.142	SI

Tabella 44-Verifica allo stato limite di danno nel modello adeguato

Come fatto in precedenza si riportano nell'appendice (9.7) le verifiche effettuate sui pilastri per evidenziare l'efficienza dell'intervento. si riportano le dimensioni, le armature e i domini MN per i pilastri pl 01, pl 07 e pl 08:

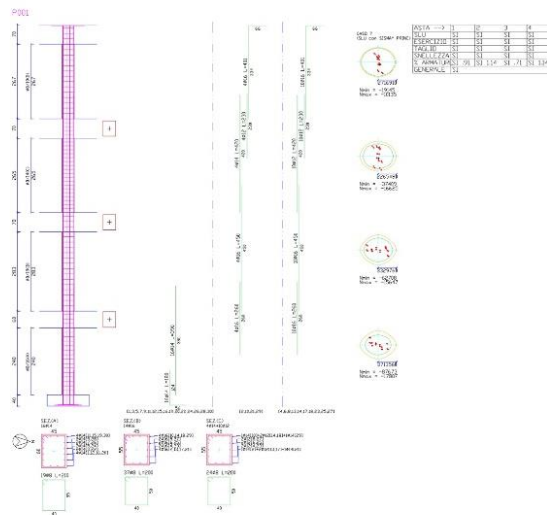


Figura 24-Pilastro PI001 (modello adeguato) con i relativi domini MN

Come si può ben notare tutti gli elementi risultano verificati a flessione e taglio, con tutte le prescrizioni normative dettate dalle NTC 2018. Inoltre non risultano grandi differenze nelle posizioni del centro delle masse e di quello delle rigidezze, in quanto i pilastri sono stati ridimensionati con lo stesso spessore di calcestruzzo

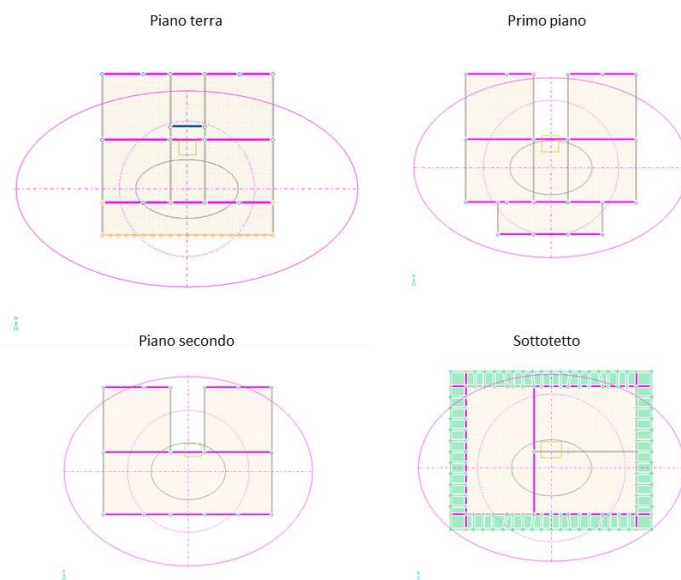


Figura 27-Posizione del centro di massa e del centro delle rigidezze nel modello adeguato

Questo indica che l'intervento è stato efficace ma che purtroppo la struttura è troppo antisimmetrica per poter risolvere totalmente il problema. Bisognerebbe creare degli elementi troppo grandi per poter far rientrare il centro delle masse all'interno dell'ellisse d'inerzia, creando ad esempio dei muri di taglio nella parte opposta al muro contro terra. Si riportano in seguito anche le verifiche effettuate per le fondazioni a plinti:

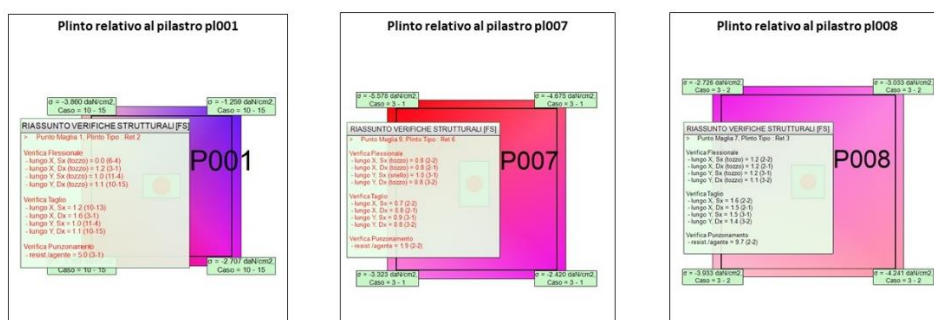


Figura 28-Principali verifiche sui plinti nel modello adeguato

Viene riportata la solita trave per vedere l'andamento delle sollecitazioni:

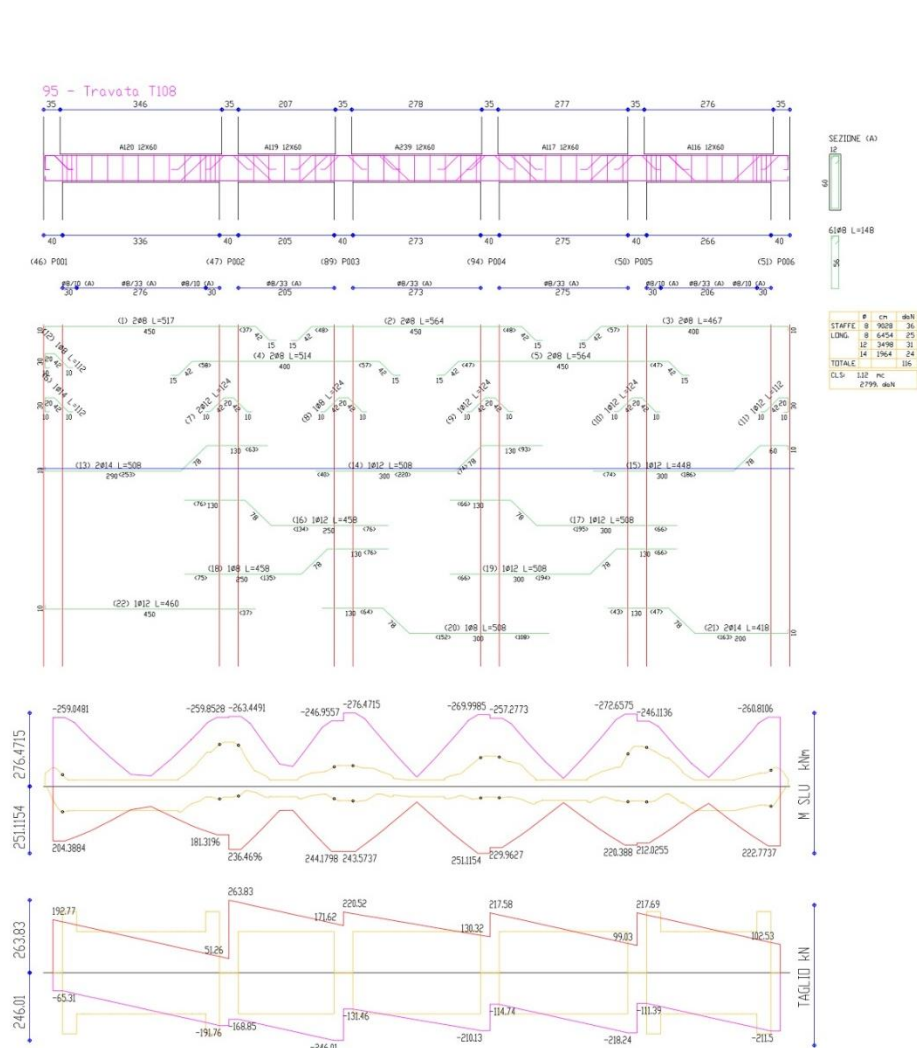


Figura 29-Trave 108 nel modello adeguato

5.5 Caso post-intervento con combinazioni sismiche, miglioramento sismico

Per rendere il lavoro di tesi più completo, si è anche scelto di intervenire con un miglioramento sismico. Infatti si è creato un modello che prevede la riduzione dell'azione sismica come descritto dalla normativa. L'intervento di miglioramento è finalizzato a conseguire un aumento della sicurezza della costruzione. In questa categoria ricadono tutti gli interventi che, pur non rientrando nella categoria dell'adeguamento, possono determinare modifiche, anche significative, del comportamento strutturale locale o globale operando o variazioni di rigidezza, resistenza o capacità deformativa di singoli elementi o di porzioni della struttura, o introducendo nuovi elementi strutturali. Ciò può avvenire, ad esempio, impegnando maggiormente gli elementi più resistenti, riducendo le irregolarità in pianta e in elevazione, eliminando i meccanismi di collasso locali o trasformandoli da fragili in duttili. L'intervento di miglioramento può essere effettuato nei confronti anche soltanto di alcune categorie di azioni quali, indicativamente ma non esaustivamente, le azioni del vento, le azioni sismiche, le azioni gravitazionali. Per questa categoria di interventi la valutazione della sicurezza è obbligatoria e finalizzata a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, cui la struttura può resistere con il grado di sicurezza richiesto. Essa riguarderà necessariamente, oltre ai possibili meccanismi locali, la struttura nel suo insieme. Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E , può essere minore dell'unità; in particolare, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E a seguito degli interventi di miglioramento deve essere comunque non minore di 0,6. Quindi si è deciso di rilanciare l'analisi considerando una parte del sisma agente in quella zona, per l'esattezza si è considerato una forza dell'azione orizzontale alla base della struttura pari al 70% di quella totale. Si è intervenuto sui pilastri tramite delle incamiciature in cemento armato intorno agli elementi preesistenti. Questo intervento consiste nell'allargamento della sezione dei pilastri esistenti con 7 cm per lato di cemento armato. Così facendo si viene a considerare il pilastro esistente unicamente composto da cemento e resistente solo ai carichi verticali, mentre la nuova porzione viene progettata con armature che rispettano l'attuale normativa, in maniera tale che sia in grado di resistere solamente alle azioni orizzontali sismiche.

Di seguito sono riportate le nuove dimensioni dei pilastri con le rispettive armature progettate direttamente con il software Dolmen:

Pilastri post-intervento, miglioramento sismico															
1° ordine - Seminterrato				2° ordine - Piano terra				3° ordine - Piano +1				4° ordine - Piano +2			
Dimensioni			Armature	Dimensioni			Armature	Dimensioni			Armature	Dimensioni			Armature
Base - a	Altezza - b	Diametro - d		Base - a	Altezza - b	Diametro - d		Base - a	Altezza - b	Diametro - d		Base - a	Altezza - b	Diametro - d	
[cm]	[cm]	[mm]		[cm]	[cm]	[mm]		[cm]	[cm]	[mm]		[cm]	[cm]	[mm]	
1	54	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	8 ϕ 14	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-
2	54	39	8 ϕ 16	49	39	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14	-	-	-
3	54	39	8 ϕ 16	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	8 ϕ 14	49	39	8 ϕ 12	-	-	-
4	54	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	8 ϕ 14	49	39	8 ϕ 14	-	-	-
5	54	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	14 ϕ 14	49	39	8 ϕ 14	49	39	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14	-	-	-
6	54	39	8 ϕ 16	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	8 ϕ 14	49	39	8 ϕ 16	-	-	-
7	49	67	6 ϕ 12 + 4 ϕ 14	49	67	18 ϕ 14	49	67	6 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	67	10 ϕ 16	-	-	-
8	54	54	8 ϕ 12	49	49	24 ϕ 16	49	41	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	41	8 ϕ 14	49	39	8 ϕ 12
9	54	54	8 ϕ 12	49	49	12 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	41	8 ϕ 16	49	41	8 ϕ 14	49	39	8 ϕ 12
10	49	54	16 ϕ 14	39	54	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	39	54	14 ϕ 14	39	54	14 ϕ 14	-	-	-
11	39	54	14 ϕ 16	39	49	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14	39	49	8 ϕ 14	39	49	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-
12	54	39	8 ϕ 12	49	39	8 ϕ 12	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	8 ϕ 14	-	-	-
13	54	39	8 ϕ 12	49	39	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14	49	39	8 ϕ 14	49	39	8 ϕ 12	-	-	-
14	54	39	8 ϕ 12	49	39	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	49	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-
15	54	39	8 ϕ 12	49	39	8 ϕ 16	49	39	14 ϕ 14	49	39	4 ϕ 12 + 4 ϕ 14	-	-	-
16	39	54	10 ϕ 14 + 4 ϕ 16	39	49	8 ϕ 14	39	49	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	39	49	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-
A	39	39	4 ϕ 12	39	39	12 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	39	39	4 ϕ 12	39	39	8 ϕ 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	39	39	4 ϕ 12	39	39	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	39	39	4 ϕ 12	39	39	12 ϕ 16 + 4 ϕ 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 45-Dimensione delle sezioni dei pilastri e relative armature nel modello migliorato

I casi di carico proposti per tale modello sono identici a quelli del modello dello stato di fatto con combinazioni sismiche. Si riportano inoltre i risultati ottenuti dall'analisi dinamica per quanto riguarda gli autovettori:

Autovettori nel caso post-intervento, miglioramento sismico				
Numero	Periodo	Massa attivata		
	[s]	% X	% Y	% Z
1	1.09	0.03	85.85	0.00
2	0.64	64.79	0.09	0.00
3	0.50	15.18	0.05	0.00
4	0.27	0.00	8.81	0.00
5	0.18	7.53	0.01	0.00
Massa totale attivata		87.53	94.81	0.00

Tabella 46-Risultati ottenuti dall'analisi dinamica sul modello migliorato

I risultati ottenuti dall'analisi dinamica non si discostano molto dal caso precedente, infatti i pilastri sono stati ridimensionati quasi della stessa misura (in questo caso si è aumentata la sezione di 7 cm). Si riportano immagini statiche delle deformate relative ai prime tre autovettori:

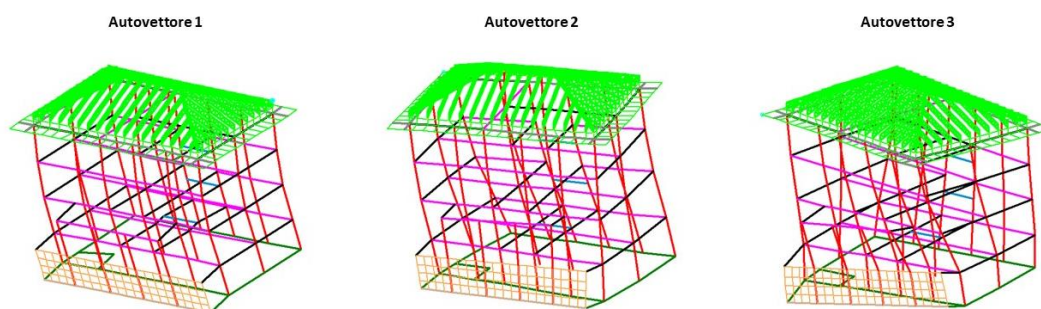


Figura 30-Autovettori relativi al modello migliorato

Si è eseguita anche in questo caso la verifica allo stato limite d'esercizio per quanto riguarda gli spostamenti d'interpiano. Si riportano di seguito i valori in centimetri degli spostamenti d'interpiano:

Spostamenti interpiano caso miglioramento sismico						
	Zinf	Zsup	h	Spostamento max	% h	Verifica
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[%]	[-]
Caso 8	0.00	300.00	300.00	0.590589	0.197	SI
	300.00	653.00	353.00	0.719381	0.204	SI
	653.00	988.00	335.00	0.443290	0.132	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.293701	0.087	SI
Caso 8	0.00	300.00	300.00	0.723133	0.241	SI
	300.00	653.00	353.00	0.852097	0.241	SI
	653.00	988.00	335.00	0.527904	0.158	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.362078	0.107	SI

Tabella 47-Verifica allo stato limite di danno nel modello migliorato

Come fatto in precedenza si riportano nell'appendice (9.8) le verifiche effettuate sui pilastri per evidenziare l'efficienza dell'intervento. si riportano le dimensioni, le armature e i domini MN per i pilastri pl 01, pl 07 e pl 08:



Come si può ben notare tutti gli elementi risultano verificati a flessione e taglio, con tutte le prescrizioni normative dettate dalle NTC 2018. Inoltre non risultano grandi differenze nelle posizioni del centro delle masse e di quello delle rigidezze, in quanto i pilastri sono stati ridimensionati con lo stesso spessore di calcestruzzo

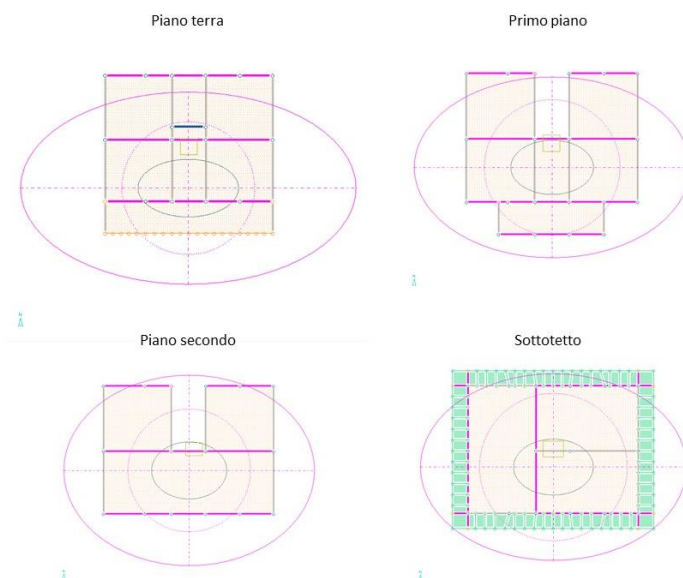


Figura 34-Posizione del centro di massa e del centro delle rigidezze nel modello migliorato

Questo indica che l'intervento è stato efficace ma che purtroppo la struttura è troppo antisimmetrica per poter risolvere totalmente il problema. Bisognerebbe creare degli elementi troppo grandi per poter far rientrare il centro delle masse all'interno dell'ellisse d'inerzia, creando ad esempio dei muri di taglio nella parte opposta al muro controterra. Si riportano in seguito anche le verifiche effettuate per le fondazioni a plinti:

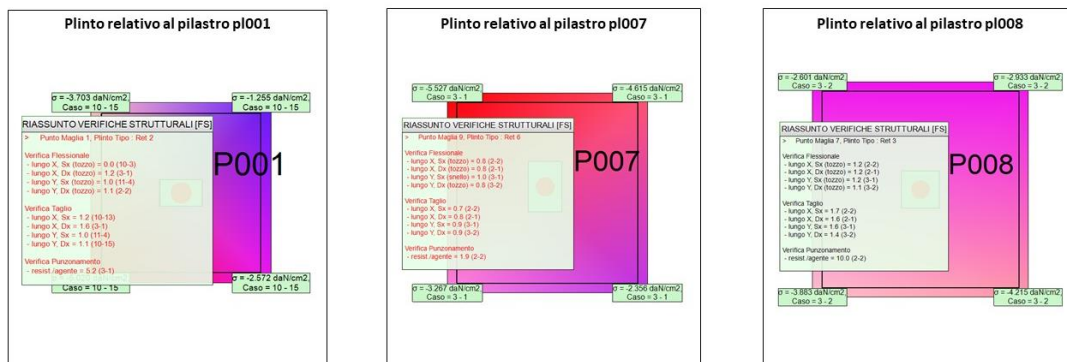


Figura 35-Principali verifiche sui plinti nel modello migliorato

Viene riportata la solita trave per vedere l'andamento delle sollecitazioni:

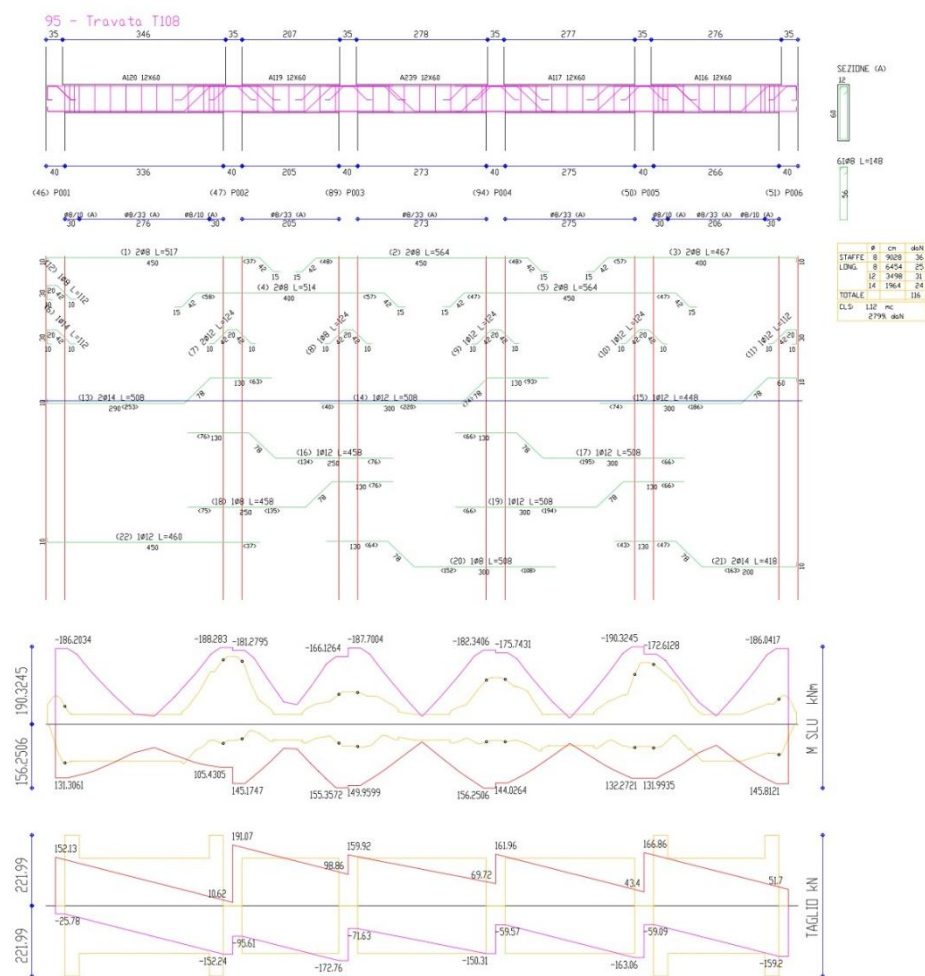


Figura 36-Trave 108 nel modello migliorato

5.6 Controllo della regolarità strutturale, ellisse delle rigidezze

Il presente paragrafo spiega come il software di calcolo definisca l'eccentricità fra il centro delle rigidezze e il centro delle masse. Viene prodotto tramite il programma un file contenente per ogni livello strutturale l'ellisse delle rigidezze, la regione di nocciolo e l'area baricentrica. Prima dell'uso di questo modulo è necessario aver eseguito nell'Ambiente Grafico l'analisi statica semplificata secondo le nuove norme tecniche (anche con impostazioni preliminari, di tentativo). L'organizzazione della stampa presenta in colonna i parametri di verifica per ciascuno dei piani della struttura, questi ultimi disposti orizzontalmente. In pratica, per ogni piano si avranno, dall'alto verso il basso:

- Quota del piano: è quella di ciascun livello definito nell'ambiente grafico.
- Rigidezze flessionali K_x e K_y , calcolate come rapporto tra forza applicata e spostamento del baricentro di piano. Il valore è ridotto di tre ordini di grandezza per una maggiore leggibilità.
- Rigidezza torsionale K_{tors} , calcolata come rapporto tra momento torcente applicato e rotazione del piano. Il valore è ridotto di sei ordini di grandezza.
- Coordinate X_k e Y_k del centro rigidezze: è il punto attorno al quale avviene la rotazione del piano, e corrisponde al centro dell'ellisse delle rigidezze.
- Coordinate X_g e Y_g del baricentro: è il punto di applicazione della risultante delle azioni gravitazionali, e perciò anche delle forze sismiche; nella grafica viene disegnato un rettangolo centrato sul baricentro, con base e altezza pari al 5% delle dimensioni definite al punto seguente.
- Dimensione X ed Y del piano: L_x ed L_y corrispondono alla larghezza e all'altezza del rettangolo che circoscrive il piano.
- Raggi di rigidezza r_x e r_y : sono definiti come la radice quadrata del rapporto tra rigidezza torsionale e rigidezza flessionale e costituiscono i semiassi dell'ellisse delle rigidezze.
- Raggio giratorio (I_s):

$$I_s^2 = I_x^2 + I_y^2 / 12$$

E' una lunghezza caratteristica del piano, di tipo puramente geometrico.

- $\text{MIN}(r_x, r_y) / I_s$: nelle strutture a telaio/pareti il rapporto tra il più piccolo raggio di rigidezza ed il raggio giratorio deve essere maggiore di 1; se così non è la struttura va classificata come "deformabile torsionalmente" ai fini del fattore di struttura q_0 . Per

aumentare questo rapporto gli elementi di controvento come setti e pareti devono essere il più distanti possibile dal centro della struttura, per esempio sul perimetro esterno.

- $(X_g - X_k)/r_x$ e $(Y_g - Y_k)/r_y$: distanze tra baricentro e centro delle rigidezze (separatamente per direzione x e y) rapportate al rispettivo raggio di rigidezza. Misurano l'eccentricità della forza sismica, che idealmente dovrebbe essere nulla (baricentro delle masse coincidente col centro delle rigidezze): in effetti l'EC8 considera "regolare in pianta" una distribuzione di rigidezze in cui tali rapporti sono minori di 0,3. Nella grafica viene evidenziata la regione di nocciolo, che è appunto un'ellisse con gli assi pari a 0,3 volte quelli dell'ellisse di rigidezza. In pratica la regolarità è sufficiente se il rettangolo baricentrico cade all'interno della regione di nocciolo.

- 2° ordine (θ_x / θ_y) : va verificato ad ogni piano che effetti delle non linearità geometriche siano trascurabili, cioè che la quantità "peso x spostamento orizzontale relativo al piano inferiore" sia minore del 10% di "forza sismica x altezza di piano". Il parametro calcolato è appunto il valore di tale rapporto, nelle due direzioni.

- Percentuale dinamica X/Y : è una stima dell'importanza della massa di piano ai fini dell'azione sismica complessiva. In effetti il contributo di ogni piano non dipende solo dall'entità del suo carico, ma anche dalla distribuzione delle rigidezze lungo l'altezza della struttura. Il programma segnala con un simbolo apposito (^^^^) i piani dove la percentuale stimata è minore di ¼ del contributo medio. Una situazione tipica si ha in presenza di muri di fondazione che non proseguono oltre il piano terreno. Se viene lanciata l'Analisi Dinamica in casi come questo, può risultare difficile raggiungere l'85% di massa attivata richiesta dalla Normativa: una possibile soluzione consiste nel predisporre in Ambiente Grafico una condizione con tipologia "Peso di fondazione" e di trasferirvi pesi propri e carichi di piano delle quote segnalate. Il programma di controllo rigidezze si basa sull'ipotesi che ogni piano della struttura sia connesso da un controventamento orizzontale (soletta, croci di tiranti, ecc.) e non abbia soluzione di continuità (assenza di giunti di dilatazione / giunti sismici). Se così non è, il calcolo è ancora possibile, ma non è più vero che la rotazione di piano avviene per tutti i nodi attorno ad un unico centro: di conseguenza l'affidabilità nella posizione del centro di rigidezza e nella misura dei raggi dell'ellisse sarà molto minore. Il file grafico 3D "ellisse_rigidezze.grf", che riassume sinteticamente tutte le calcolazioni effettuate, consente inoltre di stimare la regolarità della struttura anche in senso verticale, controllando l'evoluzione piano per piano della posizione del baricentro, del centro delle rigidezze e delle dimensioni dell'ellisse di rigidezza.

5.7 Caso post-intervento con combinazioni sismiche, riduzione eccentricità

Un problema ricorrente che è saltato subito all'occhio nelle precedenti analisi effettuate sui diversi modelli è la distanza che insiste fra il centro delle rigidezze ed il centro delle masse. Questa eccessiva distanza è sempre da considerarsi dannosa in quanto provoca dei movimenti torsionali della struttura, i quali possono essere la causa del collasso strutturale degli elementi portanti. Tale movimento viene accentuato in presenza della forza sismica, che oltre al vento costituisce la parte più rilevante dei carichi orizzontali. Con questo modello, si è provveduto alla ridistribuzione di tali punti tramite la discretizzazione di muri in cemento armato, collocati nella parte opposta al muro controterra. Lo spessore dei muri è stato proporzionato tramite iterazione: sono state lanciate diverse analisi di tentativo incrementando di volta in volta lo spessore, fino a quando il centro delle rigidezze si è venuto a trovare molto vicino al centro delle masse. I nuovi muri sono spessi 45 cm, mentre il muro controterra è spesso 35 cm. Le posizioni dove costruire questi elementi sono state scelte in base alla presenza o meno di aperture nell'involucro esterno dell'edificio, così da evitare importanti stravolgimenti nelle funzioni proprie degli ambienti interni. Si premette che questo tipo d'intervento è molto invasivo in quanto è necessario creare anche una trave di fondazione su cui poggiare questi setti, cosa non molto facile per la presenza di fondazioni a plinti. Inoltre questo genere d'intervento, viene considerato non propriamente idoneo in presenza di terremoti perché va notevolmente ad aumentare la rigidezza della struttura lungo la direzione Y. Questa tipologia d'intervento può considerarsi simile ai muri di taglio, con l'unica differenza che quest'ultimi si sviluppano lungo tutta l'altezza del fabbricato e si dispongono in ambo le direzioni, preferibilmente sempre sul perimetro esterno dell'edificio. Questi muri, normalmente servono a coprire tutta la sollecitazione a taglio che sviluppa il sisma, diventando elementi sacrificali in favore del telaio della struttura, che invece resiste è più idonea a resistere al momento flettente. Quindi con questo sottocaso si è voluto solamente dimostrare come ridurre l'eccentricità fra i due centri, procedendo allo stesso tempo ad adeguare sismicamente l'intera struttura tramite incamiciature attorno ai pilastri di 10 cm. Di seguito viene riportata un'immagine estratta dal programma che indica la posizione di tali muri:

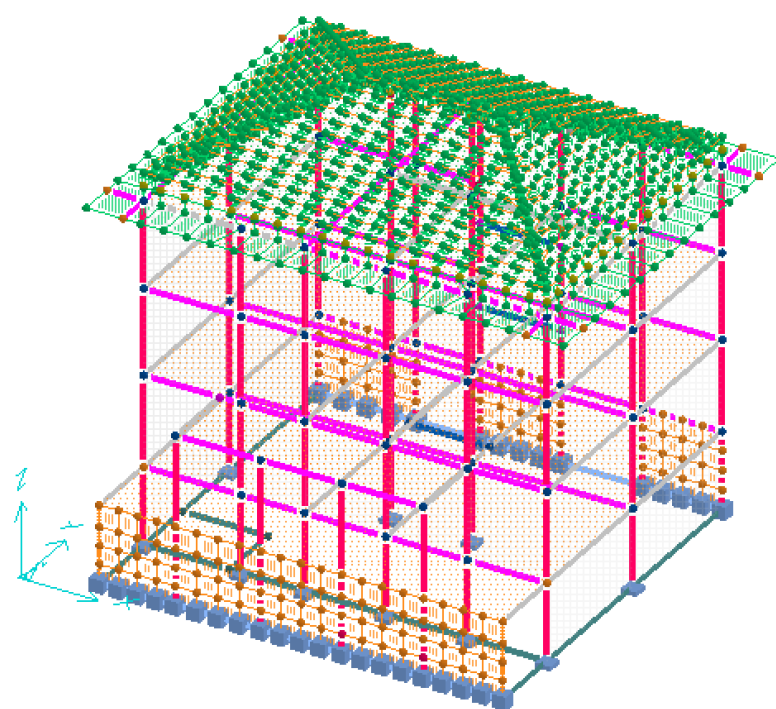


Figura 37-Modello con la presenza di piccoli setti al piano seminterrato

Di seguito sono riportate le nuove dimensioni dei pilastri con le rispettive armature progettate direttamente con il software Dolmen:

Pilastri post-intervento, adeguamento sismico con riduzione dell'eccentricità														
1° ordine - Seminterrato			2° ordine - Piano terra			3° ordine - Piano +1			4° ordine - Piano +2			5° ordine - Piano +2		
Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature
Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d
[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]
1	60	45	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	14 ϕ 20	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	8 ϕ 20	-	-
2	60	45	6 ϕ 20 + 4 ϕ 20	55	45	14 ϕ 20	55	45	10 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	-	-
3	60	45	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	14 ϕ 20	55	45	8 ϕ 20	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	-	-
4	60	45	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	14 ϕ 20	55	45	8 ϕ 20	55	45	5 ϕ 16 + 4 ϕ 20	-	-
5	60	45	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	14 ϕ 20	55	45	8 ϕ 20	55	45	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	-	-
6	60	45	10 ϕ 20	55	45	14 ϕ 20	55	45	3 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	8 ϕ 20	-	-
7	55	73	6 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	73	10 ϕ 20	55	73	16 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	73	16 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-
8	60	60	12 ϕ 14	55	55	16 ϕ 16	55	47	8 ϕ 20	55	47	8 ϕ 20	55	45
9	60	60	12 ϕ 14	55	55	16 ϕ 16	55	47	8 ϕ 20	55	47	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45
10	55	60	10 ϕ 14	45	60	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	45	60	12 ϕ 16 + 4 ϕ 20	45	60	12 ϕ 16 + 4 ϕ 20	-	-
11	45	60	10 ϕ 20	45	55	8 ϕ 16	45	55	8 ϕ 14	45	55	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	-	-
12	60	45	10 ϕ 14	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	8 ϕ 16	-	-
13	60	45	10 ϕ 14	55	45	8 ϕ 16	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	55	45	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	-	-
14	60	45	10 ϕ 14	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 20	55	45	8 ϕ 20	-	-
15	60	45	6 ϕ 14 + 4 ϕ 16	55	45	22 ϕ 20	55	45	22 ϕ 20	55	45	8 ϕ 16	-	-
16	45	60	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	45	55	4 ϕ 16 + 4 ϕ 20	45	55	4 ϕ 14 + 4 ϕ 16	45	55	8 ϕ 20	-	-
A	25	25	4 ϕ 12	45	45	8 ϕ 20 + 12 ϕ 22	-	-	-	-	-	-	-	-
B	25	25	4 ϕ 12	45	45	12 ϕ 20	-	-	-	-	-	-	-	-
C	25	25	4 ϕ 12	45	45	12 ϕ 20	-	-	-	-	-	-	-	-
D	25	25	4 ϕ 12	45	45	16 ϕ 22 + 4 ϕ 24	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 48-Dimensione delle sezioni dei pilastri e relative armature nel modello adeguato con muri

I casi di carico proposti per tale modello sono identici a quelli del modello dello stato di fatto con combinazioni sismiche. Si riportano inoltre i risultati ottenuti dall'analisi dinamica per quanto riguarda gli autovettori:

Autovettori nel caso post-intervento, riduzione eccentricità				
Numero	Periodo	Massa attivata		
	[s]	% X	% Y	% Z
1	0.89	0.05	88.09	0.00
2	0.60	71.32	0.11	0.00
3	0.43	4.77	0.08	0.00
4	0.24	0.00	6.48	0.00
5	0.14	5.91	0.02	0.00
Massa totale attivata		82.04	94.77	0.00

Tabella 49-Risultati ottenuti dall'analisi dinamica sul modello con la riduzione dell'eccentricità

Si evince dalla tabella che i periodi di vibrare si sono notevolmente ridotti rispetto agli altri modelli, scendendo sotto il secondo. Questo è dovuto soprattutto alla rigidità esplicata dei nuovi setti, oltre se anche in piccola parte dall'ingrandimento delle sezioni dei pilastri. Si riportano immagini statiche delle deformate relative ai prime tre autovettori:

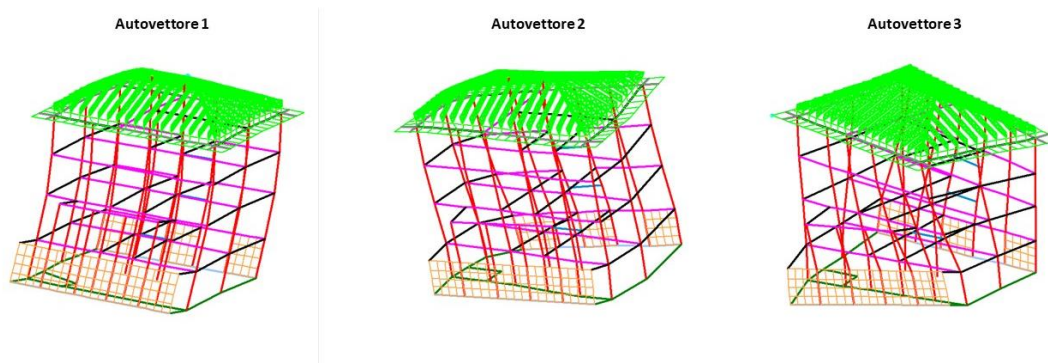


Figura 38-Autovettori relativi al modello con la riduzione dell'eccentricità

Si è eseguita anche in questo caso la verifica allo stato limite d'esercizio per quanto riguarda gli spostamenti d'interpiano. Si riportano di seguito i valori in centimetri degli spostamenti d'interpiano:

Spostamenti interpiano caso adeguamento riduzione di eccentricità						
	Zinf	Zsup	h	Spostamento max	% h	Verifica
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[%]	[-]
Caso 8	0.00	300.00	300.00	1.080622	0.360	NO
	300.00	653.00	353.00	1.553966	0.440	NO
	653.00	988.00	335.00	1.476740	0.441	NO
	988.00	1325.00	337.00	1.360224	0.404	NO
Caso 8	0.00	300.00	300.00	1.711605	0.571	NO
	300.00	653.00	353.00	2.111980	0.598	NO
	653.00	988.00	335.00	1.871409	0.559	NO
	988.00	1325.00	337.00	1.681493	0.499	NO

Tabella 50-Verifica allo stato limite di danno nel modello adeguato con i muri

La verifica agli stati limite di esercizio non risulta soddisfatta a causa degli eccessivi spostamenti d'interpiano troppo elevati. Si esegue quindi un riduzione dell'azione sismica portando l'intensità dell'accelerazione al suolo al 60 %, minimo stabilito dalla normativa per edifici di classe IV sottoposti ad un intervento di miglioramento simico. Di seguito vengono nuovamente riportate le dimensioni dei pilastri e i rispettivi ferri che sono stati progettati sotto l'azione della nuova forza sismica:

Pilastri post-intervento, miglioramento sismico con riduzione dell'eccentricità														
1° ordine - Seminterrato			2° ordine - Piano terra			3° ordine - Piano +1			4° ordine - Piano +2			5° ordine - Piano +2		
Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature	Dimensioni		Armature
Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d	Base - a	Altezza - b	Diametro - d
[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]
1	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
2	60	45	10 ϕ 16	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 18	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
3	60	45	10 ϕ 16	55	45	4 ϕ 16 + 4 ϕ 18	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
4	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
5	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
6	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
7	55	73	10 ϕ 16	55	73	10 ϕ 16	55	73	10 ϕ 16	55	73	10 ϕ 16	-	-
8	60	60	12 ϕ 16	55	55	8 ϕ 16	55	47	8 ϕ 16	55	47	8 ϕ 16	55	45
9	60	60	12 ϕ 16	55	55	8 ϕ 16	55	47	8 ϕ 16	55	47	8 ϕ 16	55	45
10	55	60	10 ϕ 16	45	60	10 ϕ 16	45	60	10 ϕ 16	45	60	10 ϕ 16	-	-
11	45	60	6 ϕ 16 + 4 ϕ 20	45	55	8 ϕ 16	45	55	8 ϕ 16	45	55	8 ϕ 16	-	-
12	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
13	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
14	60	45	10 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	55	45	8 ϕ 16	-	-
15	60	45	10 ϕ 16	55	45	22 ϕ 18	55	45	22 ϕ 20	55	45	8 ϕ 16	-	-
16	45	60	6 ϕ 16 + 4 ϕ 18	45	55	8 ϕ 16	45	55	8 ϕ 16	45	55	8 ϕ 16	-	-
A	25	25	4 ϕ 12	45	45	8 ϕ 20 + 12 ϕ 22	-	-	-	-	-	-	-	-
B	25	25	4 ϕ 12	45	45	8 ϕ 18	-	-	-	-	-	-	-	-
C	25	25	4 ϕ 12	45	45	8 ϕ 18	-	-	-	-	-	-	-	-
D	25	25	4 ϕ 12	45	45	20 ϕ 22	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 51-Dimensione delle sezioni dei pilastri e relative armature nel modello migliorato con muri

Si è eseguita anche in questo caso la verifica allo stato limite d'esercizio per quanto riguarda gli spostamenti d'interpiano. Si riportano di seguito i valori in centimetri degli spostamenti d'interpiano:

	Spostamenti interpiano caso miglioamento riduzione di eccentricità					
	Zinf	Zsup	h	Spostamento max	% h	Verifica
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[%]	[-]
Caso 8	0.00	300.00	300.00	0.055098	0.018	SI
	300.00	653.00	353.00	0.333342	0.094	SI
	653.00	988.00	335.00	0.424121	0.127	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.493456	0.146	SI
Caso 8	0.00	300.00	300.00	0.159651	0.053	SI
	300.00	653.00	353.00	0.417589	0.118	SI
	653.00	988.00	335.00	0.510233	0.152	SI
	988.00	1325.00	337.00	0.500710	0.149	SI

Tabella 52-Verifica allo stato limite di danno nel modello migliorato con i muri

Come fatto in precedenza si riportano nell'appendice (9.9) le verifiche effettuate sui pilastri per evidenziare l'efficienza dell'intervento. si riportano le dimensioni, le armature e i domini MN per i pilastri pl 01, pl 07 e pl 08:

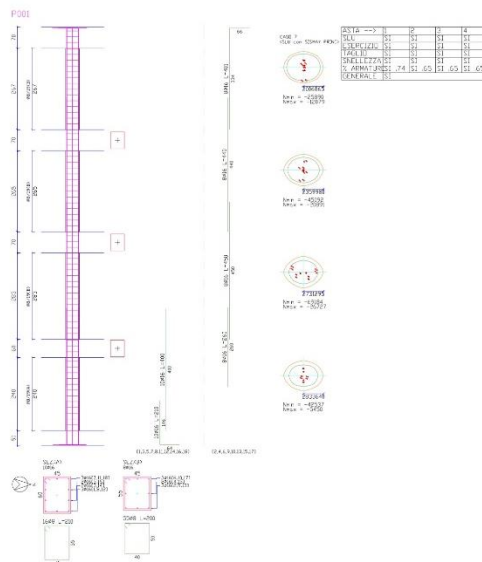


Figura 39-Pilastro PI001 (modello migliorato con muri) con i relativi domini MN

Come si può ben notare tutti gli elementi risultano verificati a flessione e taglio, con tutte le prescrizioni normative dettate dalle NTC 2018. Si riportano di seguito le posizioni del centro delle masse e del centro delle rigidezze:

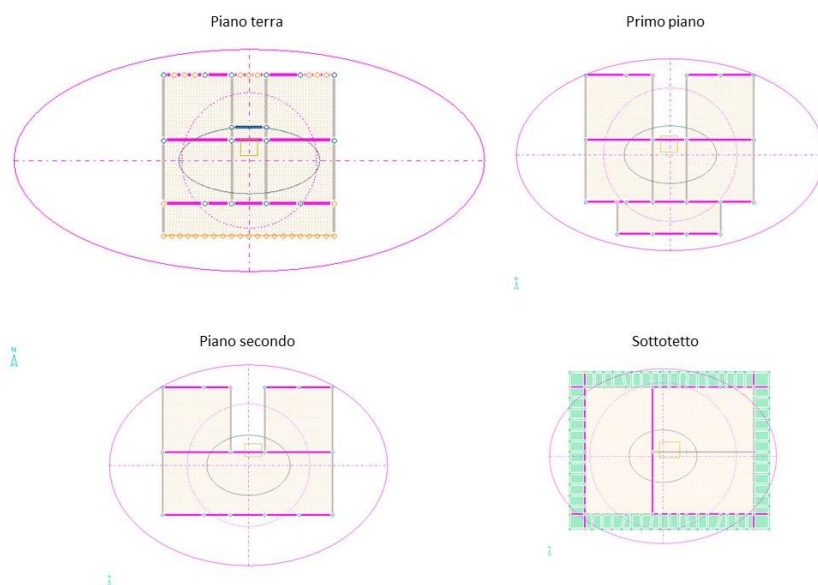


Figura 42-Posizione del centro di massa e del centro delle rigidezze nel modello migliorato con muri

Come si può notare l'intervento di inserimento dei setti opposti al muro contro terra a sorbito l'effetto desiderato, infatti l'eccentricità si è ridotta a tal punto che il centro delle masse identificato dal quadrato giallo rientra dentro l'ellisse delle rigidezze. Si riportano in seguito anche le verifiche effettuate per le fondazioni a plinti:

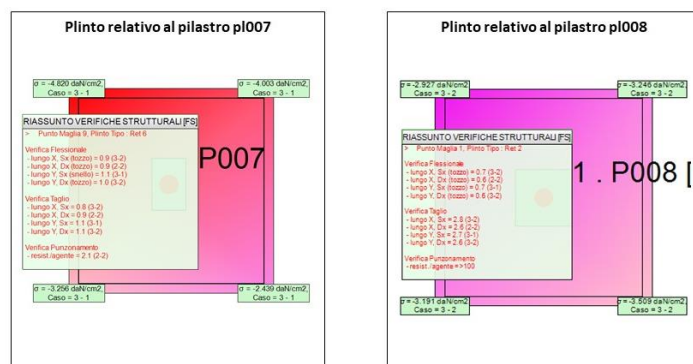


Figura 43-Principali verifiche sui plinti nel modello migliorato con muri

Si può notare che non risultano verificati i plinti per le verifiche a flessione a taglio e punzonamento. Sotto i setti che sono stati inseriti si è prevista un'altra tipologia di fondazione al posto dei plinti, cioè una trave continua. Questo tipo d'intervento sulle fondazioni è molto invasivo e oneroso, in quanto c'è la necessità di scavare il terreno mettere in sicurezza la stabilità dell'intero edificio, togliere i cordoli che uniscono i plinti e costruire la nuova fondazione. La fondazione potrebbe andare a sostituire completamente i plinti esistenti oppure innestarsi fra essi, rimane il problema dell'ancoraggio dei ferri. Nella realtà non si usa questa tipologia d'intervento, in quanto nessuna ditta probabilmente si prenderebbe tale incarico e responsabilità. Comunque a titolo d'esempio viene riportata anche la progettazione dell'armatura della trave di fondazione, dimensionata con una sezione di 100 cm per 50 cm come quella che è posta sotto il muro controterra. Si è scelta una sezione così grande a favore di sicurezza in quanto deve sorreggere il peso della struttura sovrastante:

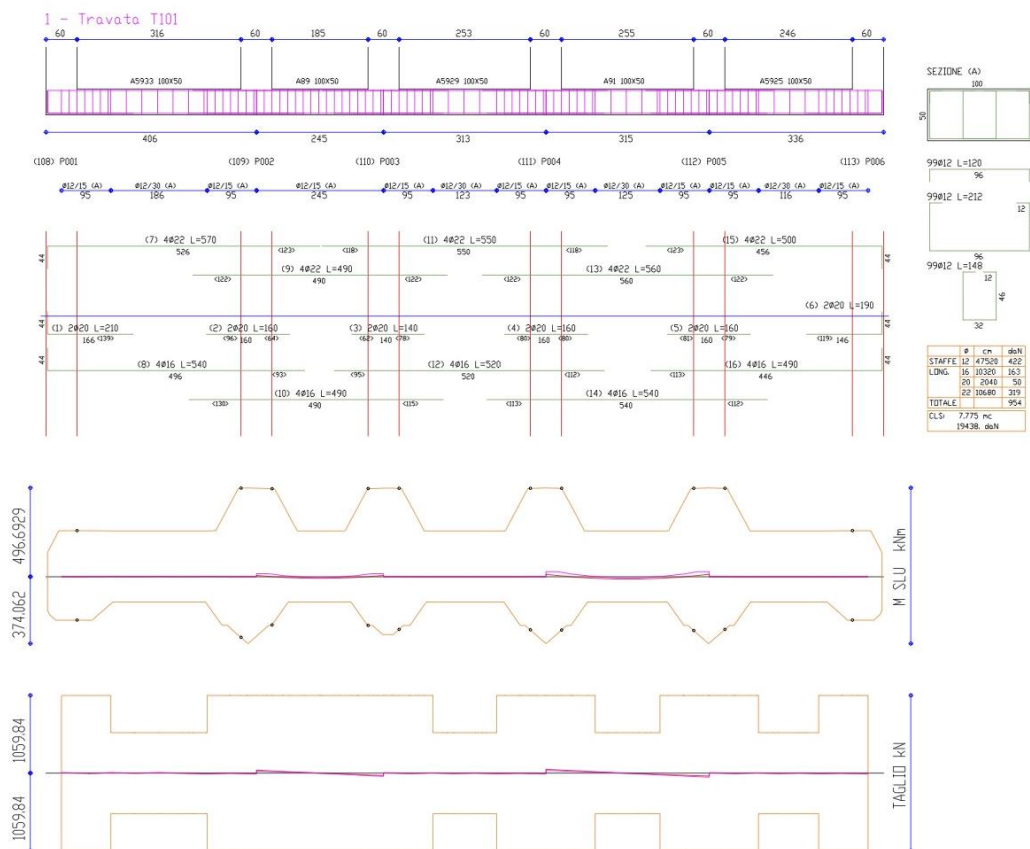


Figura 44-Trave di fondazione nel modello migliorato con muri

Viene riportata la solita trave per vedere l'andamento delle sollecitazioni:

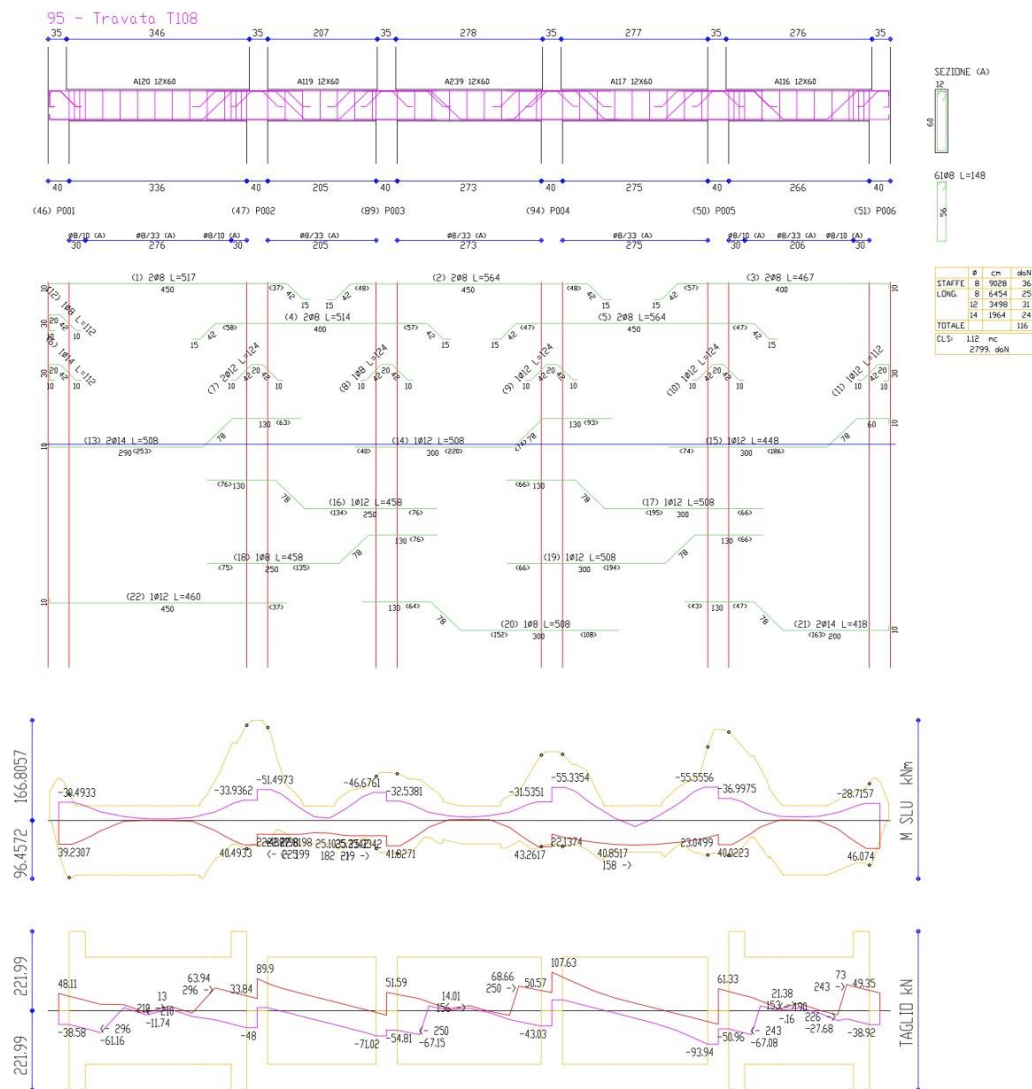


Figura 45-Trave 108 nel modello migliorato con muri

6 Determinazione della classe di rischio sismico

6.1 Misura della perdita media annua attesa

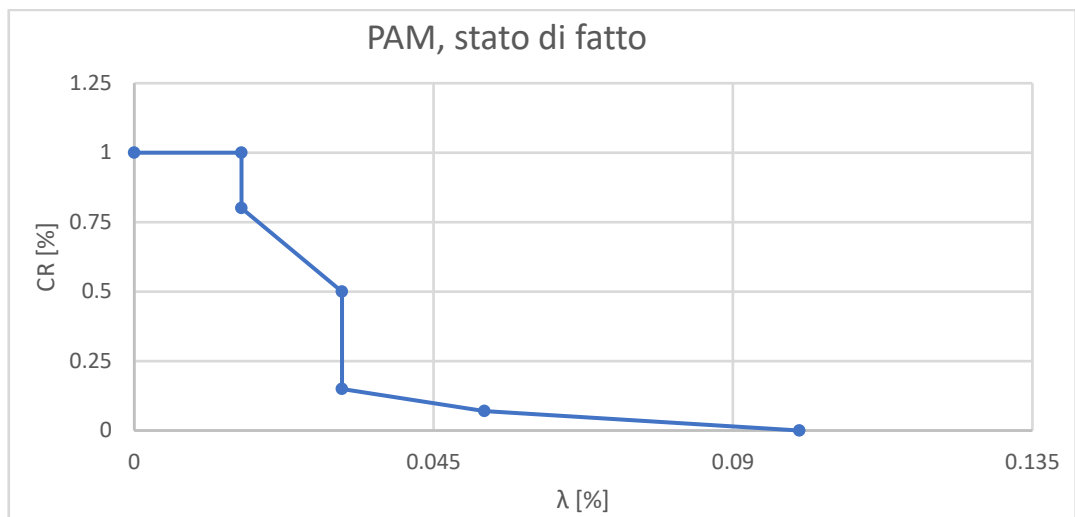
Si riportano di seguito i calcoli relativi alla determinazione della perdita media annua attesa PAM, per ogni tipo di modello analizzato in precedenza. Si sottolinea che i valori dei rapporti fra la PGA_c e la PGA_d per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV sono stati ricavati tramite le analisi strutturali sui modelli, mentre il rapporto fra le accelerazioni che riguarda lo stato limite di danno SLD sono stati prima ricercati attraverso iterazioni fino a quando la verifica agli spostamenti non venisse soddisfatta. Purtroppo per incongruenza della normativa i valori trovati di tale rapporto non portano ad un consono in quanto il tempo di ritorno dello stato limite di salvaguardia della vita dev'essere sempre maggiore di quello relativo allo stato limite di danno. Perciò in questi casi si è provveduto ad uguagliare i due tempi di ritorno in via approssimata e semplificativa.

- Stato di fatto

Si esegue dapprima il calcolo delle frequenze medie annue λ pari all'inverso del periodo di ritorno relativo ad ogni stato limite

Stato limite	Perdita media annua attesa, stato di fatto								
	Domanda sismica			Capacità della struttura			PGA_c su PGA_d	λ	CR
	V_n	PGA	T_{RD}	V_n	PGA	T_{RC}			
	[anni]	[g]	[anni]	[anni]	[g]	[anni]	[%]	[%]	[%]
SLR	-	-	-	-	-	-	-	0.02	1
SLC	50	0.28	1950	1.6	0.07	62	0.26	0.02	0.8
SLV	50	0.23	949	1.7	0.06	32	0.25	0.03	0.5
SLD	50	0.09	101	16	0.06	32	0.61	0.03	0.15
SLO	50	0.08	60	15.9	0.04	19	0.46	0.05	0.07
SLID	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0

Le analisi come già detto sono state condotte solamente per SLD e SLV ed il completamento dei dati per le frequenze medie annue per SLO e SLC può essere ottenuto applicando le formule citate nel par. 3.3. La perdita annuale media attesa sarà uguale, espressa in percentuale, al valore dell'area sottesa dalla spezzata individuata dalle seguenti coppie di punti, la frequenza media annua λ e il costo di ricostruzione CR, a cui si aggiunge il punto 0, 100%:



Si ottiene il seguente valore della PAM:

p1	0.0161
p2	0.0098
p3	0.0000
p4	0.0024
p5	0.0017
Tot	3.00

Si può ben vedere che il valore della PAM si attesta al 3 %, il che significa che l'edificio prima dell'intervento ricade nella classe PAM D.

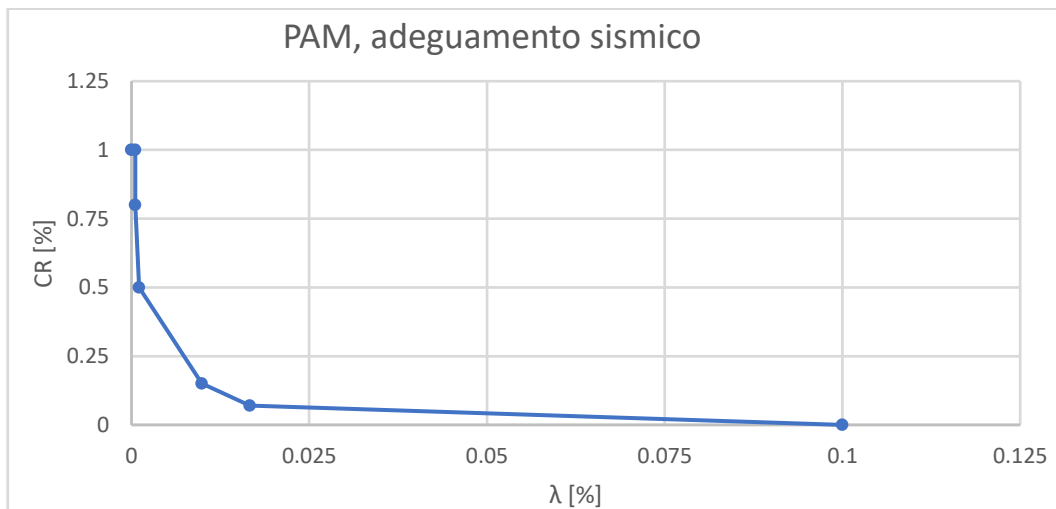
Classi perditi annuale media attesa	
PAM	Classe
$0.50 \% \leq \text{PAM}$	A^+_{PAM}
$0.50 \% \leq \text{PAM} < 1.00 \%$	A_{PAM}
$1.00 \% \leq \text{PAM} < 1.50 \%$	B_{PAM}
$1.50 \% \leq \text{PAM} < 2.50 \%$	C_{PAM}
$2.50 \% \leq \text{PAM} < 3.50 \%$	D_{PAM}
$3.50 \% \leq \text{PAM} < 4.50 \%$	E_{PAM}
$4.50 \% \leq \text{PAM} < 7.50 \%$	F_{PAM}
$7.50 \% \leq \text{PAM}$	G_{PAM}

- Dopo l'adeguamento sismico

In maniera analoga a prima si esegue il calcolo della PAM per gli interventi effettuati sull'edificio. Segue l'individuazione delle frequenze medie annue:

Perdita media annua attesa, adeguamento sismico									
Stato limite	Domanda sismica			Capacità della struttura			PGA _c su PGA _d	λ	CR
	V _n	PGA	T _{RD}	V _n	PGA	T _{RC}			
	[anni]	[g]	[anni]	[anni]	[g]	[anni]	[%]	[%]	[%]
SLR	-	-	-	-	-	-		0.00	1
SLC	50	0.28	1950	50	0.28	1950	1.00	0.00	0.8
SLV	50	0.23	949	50	0.23	949	1.00	0.00	0.5
SLD	50	0.09	101	50	0.09	101	1.00	0.01	0.15
SLO	50	0.08	60	50	0.08	60	1.00	0.02	0.07
SLID	-	-	-	-	-	-		0.10	0

Si calcola l'area sottesa dalla curva individuata dalle frequenze medie annue e dal costo di ricostruzione



Ottenendo il seguente valore PAM:

p1	0.0005
p2	0.0004
p3	0.0029
p4	0.0007
p5	0.0029
Tot	0.74

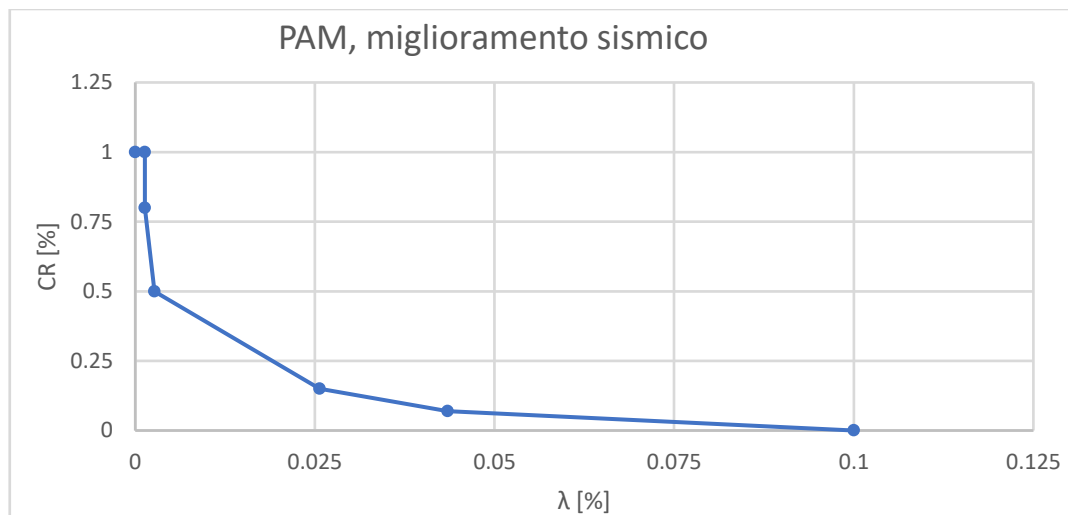
Si può ben vedere che il valore della PAM si attesta al 0.74 %, il che significa che l'edificio dopo l'intervento si attesta ad una classe PAM A.

- Dopo miglioramento sismico

Si individuano le frequenze medie annue:

Perdita media annua attesa, miglioramento sismico									
Stato limite	Domanda sismica			Capacità della struttura			PGA _c su PGA _d	λ	CR
	V _n	PGA	T _{RD}	V _n	PGA	T _{RC}			
	[anni]	[g]	[anni]	[anni]	[g]	[anni]	[%]	[%]	[%]
SLR	-	-	-	-	-	-	-	0.00	1
SLC	50	0.28	1950	19.4	0.20	756	0.73	0.00	0.8
SLV	50	0.23	949	19.6	0.16	372	0.70	0.00	0.5
SLD	50	0.09	101	19.6	0.06	39	0.67	0.03	0.15
SLO	50	0.08	60	19.4	0.04	23	0.57	0.04	0.07
SLID	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0

Si calcola l'area sottesa dalla curva individuata dalle frequenze medie annue e dal costo di ricostruzione



Ottenendo il seguente valore PAM:

p1	0.0013
p2	0.0009
p3	0.0075
p4	0.0020
p5	0.0020
Tot	1.36

Si può ben vedere che il valore della PAM si attesta al 1.36 %, il che significa che l'edificio dopo l'intervento si attesta ad una classe PAM B.

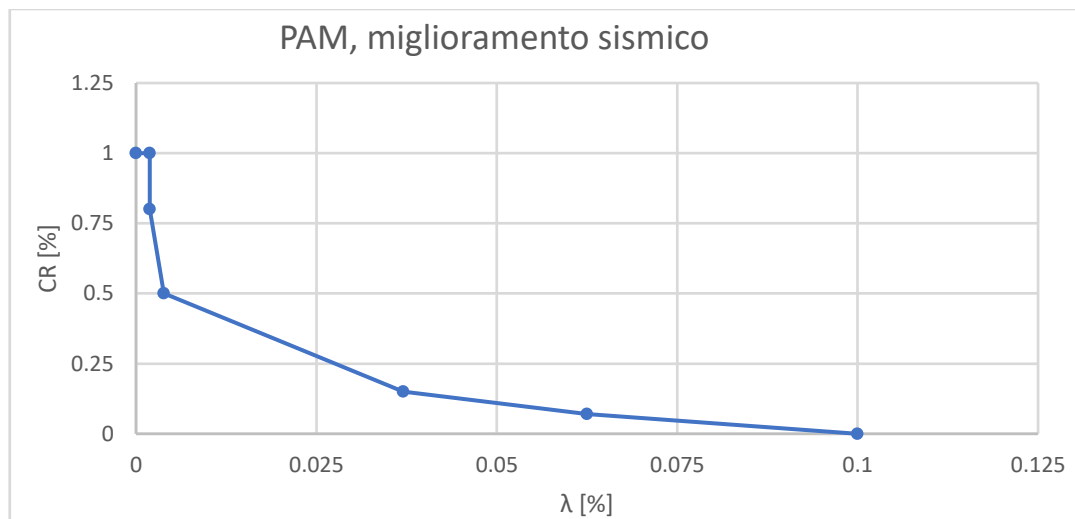
Classi perdite annuale media attesa	
PAM	Classe
$0.50 \% \leq \text{PAM}$	A ⁺ _{PAM}
$0.50 \% \leq \text{PAM} < 1.00 \%$	A _{PAM}
$1.00 \% \leq \text{PAM} < 1.50 \%$	B _{PAM}
$1.50 \% \leq \text{PAM} < 2.50 \%$	C _{PAM}
$2.50 \% \leq \text{PAM} < 3.50 \%$	D _{PAM}
$3.50 \% \leq \text{PAM} < 4.50 \%$	E _{PAM}
$4.50 \% \leq \text{PAM} < 7.50 \%$	F _{PAM}
$7.50 \% \leq \text{PAM}$	G _{PAM}

- Dopo miglioramento sismico con riduzione eccentricità

Si individuano le frequenze medie annue:

Perdita media annua attesa, miglioramento sismico con riduzione eccentricità									
Stato limite	Domanda sismica			Capacità della struttura			PGA _c su PGA _d	λ	CR
	V _n	PGA	T _{RD}	V _n	PGA	T _{RC}			
	[anni]	[g]	[anni]	[anni]	[g]	[anni]	[%]	[%]	[%]
SLR	-	-	-	-	-	-	-	0.00	1
SLC	50	0.28	1950	13.5	0.18	526	0.64	0.00	0.8
SLV	50	0.23	949	13.6	0.14	258	0.60	0.00	0.5
SLD	50	0.09	101	13.6	0.05	27	0.54	0.04	0.15
SLO	50	0.08	60	13.4	0.03	16	0.39	0.06	0.07
SLID	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0

Si calcola l'area sottesa dalla curva individuata dalle frequenze medie annue e dal costo di ricostruzione



Ottenendo il seguente valore PAM:

p1	0.0019
p2	0.0013
p3	0.0108
p4	0.0028
p5	0.0013
Tot	1.81

Si può ben vedere che il valore della PAM si attesta al 1.81 %, il che significa che l'edificio dopo l'intervento si attesta ad una classe PAM C.

Classi perdite annuale media attesa	
PAM	Classe
$0.50 \% \leq \text{PAM}$	A ⁺ _{PAM}
$0.50 \% \leq \text{PAM} < 1.00 \%$	A _{PAM}
$1.00 \% \leq \text{PAM} < 1.50 \%$	B _{PAM}
$1.50 \% \leq \text{PAM} < 2.50 \%$	C _{PAM}
$2.50 \% \leq \text{PAM} < 3.50 \%$	D _{PAM}
$3.50 \% \leq \text{PAM} < 4.50 \%$	E _{PAM}
$4.50 \% \leq \text{PAM} < 7.50 \%$	F _{PAM}
$7.50 \% \leq \text{PAM}$	G _{PAM}

6.2 Misura dell'indice di sicurezza

L'indice di sicurezza IS-V viene determinato come il rapporto tra capacità e domanda espresso in termini di accelerazione di picco al suolo PGA che determina il raggiungimento dello stato limite di salvaguardia della vita (capacità) e la PGA che la norma indica, nello stesso sito in cui si trova la costruzione e per lo stesso stato limite, come riferimento per la progettazione di un nuovo edificio (domanda). Grazie alle analisi effettuate in precedenza risulta immediato rilevare tale rapporto tra capacità e domanda.

- Stato di fatto

In questo caso si era constatato che il rapporto fra le due accelerazioni si era attestato intorno allo 0.25 (25 %). Questo rapporto si era trovato grazie alla scomparsa dalle analisi della non verifica a pressoflessione dei pilastri per il caso contenente lo stato limite ultimo con l'azione del sisma (sia lungo la direzione X che lungo la direzione Y) di seguito si riporta quindi la classe legata all'indice di sicurezza:

Classi indice di sicurezza	
IS-V	Classe
$100 \% \leq \text{IS-V}$	$A_{\text{IS-V}}^+$
$80 \% \leq \text{IS-V} < 100 \%$	$A_{\text{IS-V}}$
$60 \% \leq \text{IS-V} < 80 \%$	$B_{\text{IS-V}}$
$45 \% \leq \text{IS-V} < 60 \%$	$C_{\text{IS-V}}$
$30 \% \leq \text{IS-V} < 45 \%$	$D_{\text{IS-V}}$
$15 \% \leq \text{IS-V} < 30 \%$	$E_{\text{IS-V}}$
$\text{IS-V} \leq 15 \%$	$F_{\text{IS-V}}$

Quindi con un valore dell'IS-V pari al 25 %, riscontriamo un valore della classe IS-V E nel caso dello stato di fatto.

- Dopo l'adeguamento sismico

In questo caso il rapporto fra le accelerazioni sarà pari a 1 (100%), infatti per tale modello si è considerata la totalità dell'accelerazione di picco al suolo. Si riporta di seguito l'individuazione della classe dell'indice di sicurezza:

Classi indice di sicurezza	
IS-V	Classe
$100 \% \leq IS-V$	A_{IS-V}^+
$80 \% \leq IS-V < 100 \%$	A_{IS-V}
$60 \% \leq IS-V < 80 \%$	B_{IS-V}
$45 \% \leq IS-V < 60 \%$	C_{IS-V}
$30 \% \leq IS-V < 45 \%$	D_{IS-V}
$15 \% \leq IS-V < 30 \%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15 \%$	F_{IS-V}

Quindi con un valore dell'IS-V pari al 100 %, riscontriamo un valore della classe IS-V A^+ nel caso post intervento.

- Dopo il miglioramento sismico

In questo caso il rapporto fra le accelerazioni sarà pari a 0.7 (70%), infatti per tale modello si è considerata una parte ridotta dell'accelerazione di picco al suolo, mantenendosi comunque sopra al valore indicato dalla normativa per quanto riguarda gli interventi di miglioramento in classe d'uso IV (la soglia minima è fissata a 0.6). Si riporta di seguito l'individuazione della classe dell'indice di sicurezza:

Classi indice di sicurezza	
IS-V	Classe
$100 \% \leq IS-V$	A_{IS-V}^+
$80 \% \leq IS-V < 100 \%$	A_{IS-V}
$60 \% \leq IS-V < 80 \%$	B_{IS-V}
$45 \% \leq IS-V < 60 \%$	C_{IS-V}
$30 \% \leq IS-V < 45 \%$	D_{IS-V}
$15 \% \leq IS-V < 30 \%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15 \%$	F_{IS-V}

Quindi con un valore dell'IS-V pari al 70 %, riscontriamo un valore della classe IS-V B nel caso post intervento.

- Dopo miglioramento sismico con riduzione eccentricità

In questo caso il rapporto fra le accelerazioni sarà pari a 0.6 (60%), infatti per tale modello si è considerata una parte ridotta dell'accelerazione di picco al suolo, pari al minimo stabilito dalla normativa. Si riporta di seguito l'individuazione della classe dell'indice di sicurezza:

Classi indice di sicurezza	
IS-V	Classe
$100 \% \leq IS-V$	A^*_{IS-V}
$80 \% \leq IS-V < 100 \%$	A_{IS-V}
$60 \% \leq IS-V < 80 \%$	B_{IS-V}
$45 \% \leq IS-V < 60 \%$	C_{IS-V}
$30 \% \leq IS-V < 45 \%$	D_{IS-V}
$15 \% \leq IS-V < 30 \%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15 \%$	F_{IS-V}

Quindi con un valore dell'IS-V pari al 60 %, riscontriamo un valore della classe IS-V B nel caso post intervento.

6.3 Misura del coefficiente di difformità e correlazione con il sismabounus

Al fine di una concreta caratterizzazione dell'edificio è utile calcolare il quantitativo di acciaio delle armature presente negli elementi strutturali nel caso pre intervento con le combinazioni sismiche e nel caso in cui fossero progettate le sezioni esistenti seguendo la normativa vigente. Per semplificazione ci si limita al solo computo del quantitativo di acciaio presente nei pilastri, in quanto tutte le precedenti analisi si sono concentrate prevalentemente su tali elementi, importanti per contrastare l'azione del sisma. Si riportano di seguito le percentuali geometriche di armatura tesa e il peso dei ferri per ogni pilastro per i casi sopra citata:

	Armature esistenti		Percentuale armatura esistente		Armature NTC 2018 (sisma 100%)		% armatura NTC 2018 (sisma 100%)	
Pilastri	Peso acciaio c ₂		ρ		Peso acciaio c ₁		ρ	
	[kg]		[%]		[kg]		[%]	
1	106.00		0.53		583.00		2.95	
2	106.00		0.53		615.00		3.18	
3	113.00		0.53		825.00		3.55	
4	113.00		0.53		767.00		3.50	
5	106.00		0.53		615.00		3.18	
6	106.00		0.53		618.00		3.21	
7	217.00		0.59		777.00		2.06	
8	224.00		0.73		881.00		2.53	
9	224.00		0.73		1004.00		3.01	
10	219.00		1.00		1025.00		4.47	
11	107.00		0.53		599.00		3.00	
12	102.00		0.56		400.00		2.21	
13	102.00		0.56		412.00		2.29	
14	102.00		0.56		411.00		2.28	
15	102.00		0.56		493.00		2.49	
16	107.00		0.53		688.00		3.73	
A	42.00		0.72		159.00		2.47	
B	42.00		0.72		120.00		2.01	
C	42.00		0.72		159.00		2.46	
D	42.00		0.72		186.00		3.02	
	Totale	2324.00	Media	0.62	Totale	=G26	Media	2.88

Alla luce dei risultati ottenuti, si può valutare il grado di difformità della struttura, inteso come la differenza tra il quantitativo di armature calcolato in ottemperanza alle vigenti norme tecniche, ed il quantitativo di armatura effettivamente presente. Con riferimento all'*i*-esimo elemento strutturale di un edificio, si ha:

$$gdd_i = \frac{c_{1i} - c_{2i}}{c_{2i}} * 100 \%$$

Dove:

- *gdd* = grado di difformità
- *c1* massa complessiva delle armature calcolate in accordo con le norme vigenti;
- *c2* massa complessiva delle armature effettivamente presenti.

Di seguito vengono riportati i valori del grado di difformità per tutti i pilastri:

Calco del grado di difformità dei pilastri (con armature esistenti)			
Pilastri	Peso acciaio C ₂	Peso acciaio C ₁	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	106.00	583.00	450.00
2	106.00	615.00	480.19
3	113.00	825.00	630.09
4	113.00	767.00	578.76
5	106.00	615.00	480.19
6	106.00	618.00	483.02
7	217.00	777.00	258.06
8	224.00	881.00	293.30
9	224.00	1004.00	348.21
10	219.00	1025.00	368.04
11	107.00	599.00	459.81
12	102.00	400.00	292.16
13	102.00	412.00	303.92
14	102.00	411.00	302.94
15	102.00	493.00	383.33
16	107.00	688.00	542.99
A	42.00	159.00	278.57
B	42.00	120.00	185.71
C	42.00	159.00	278.57
D	42.00	186.00	342.86
			412.83

Nell'edificio la media dei gdd ponderata rispetto al quantitativo di armature necessarie, consente di calcolare il grado di difformità dell'intera struttura GD:

$$GD = \frac{\sum_{i=1}^n gdd_i * c_{1i}}{\sum_{i=1}^n c_{1i}} = 364.01 \%$$

Maggiore è il GD e maggiore sarà la vulnerabilità di una struttura, soprattutto rispetto alle azioni sismiche. Le nuove linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni esistenti si pongono l'obiettivo di fornire gli strumenti operativi per classificare le costruzioni esistenti, siano esse in calcestruzzo armato o in muratura

portante, all'interno di 8 classi di sicurezza. Per la suddetta classificazione, si possono utilizzare il metodo convenzionale o quello semplificato. Il metodo convenzionale è l'unico applicabile alle costruzioni in cemento armato, è stato quindi necessario eseguire le analisi complete del fabbricato. In tal caso, si determina l'Indice di Sicurezza IS-V con la formula:

$$IS - V = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

dove:

- PGA_C è l'accelerazione al suolo che determina il raggiungimento dello stato limite di salvaguardi della vita (SLV);
- PGA_D è l'accelerazione al suolo del sito in esame.

Nel caso degli edifici in c.a. nella valutazione di IS-V gioca un ruolo fondamentale la percentuale di armatura degli elementi strutturali, calcolata come:

$$\rho = \frac{A_{barre}}{A_{cls}}$$

dove:

- A_{barre} è l'area occupata dalle armature longitudinali;
- A_{cls} è l'area del calcestruzzo in una determinata sezione strutturale.

Nel caso in esame, si fa riferimento a quattro percentuali di armatura: quella esistente, quella ottenuta nel rispetto della normativa vigente con la totalità

dell'azione sismica e tre percentuali di armatura armature pari corrispondenti rispettivamente al 25%, 50% e 75% della forza sismica che caratterizza il sito dove sorge l'edificio Per ognuno di questi quattro valori si calcola il grado di difformità e l'indice di sicurezza. Di seguito vengono riportati i calcoli relativi agli ultimi tre casi:

	Armature NTC 2018 (sisma 25%)		% armatura NTC 2018 (sisma 25%)	
Pilastri	Peso acciaio c ₂		ρ	
	[kg]		[%]	
1	230.00		1.26	
2	184.00		1.03	
3	215.00		1.26	
4	208.00		1.07	
5	184.00		1.28	
6	228.00		1.24	
7	356.00		0.89	
8	610.00		2.07	
9	750.00		2.36	
10	608.00		2.89	
11	250.00		1.35	
12	184.00		1.03	
13	185.00		1.03	
14	185.00		1.03	
15	184.00		1.03	
16	230.00		1.21	
A	79.00		0.99	
B	64.00		0.99	
C	64.00		0.99	
D	85.00		1.31	
	Totale	5083.00	Media	1.31

Calco del grado di difformità dei pilastri (sism a 25 %)			
Pilastri	Peso acciaio C ₂	Peso acciaio C ₁	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	230.00	583.00	153.48
2	184.00	615.00	234.24
3	215.00	825.00	283.72
4	208.00	767.00	268.75
5	184.00	615.00	234.24
6	228.00	618.00	171.05
7	356.00	777.00	118.26
8	610.00	881.00	44.43
9	750.00	1004.00	33.87
10	608.00	1025.00	68.59
11	250.00	599.00	139.60
12	184.00	400.00	117.39
13	185.00	412.00	122.70
14	185.00	411.00	122.16
15	184.00	493.00	167.93
16	230.00	688.00	199.13
A	79.00	159.00	101.27
B	64.00	120.00	87.50
C	64.00	159.00	148.44
D	85.00	186.00	118.82
			148.39

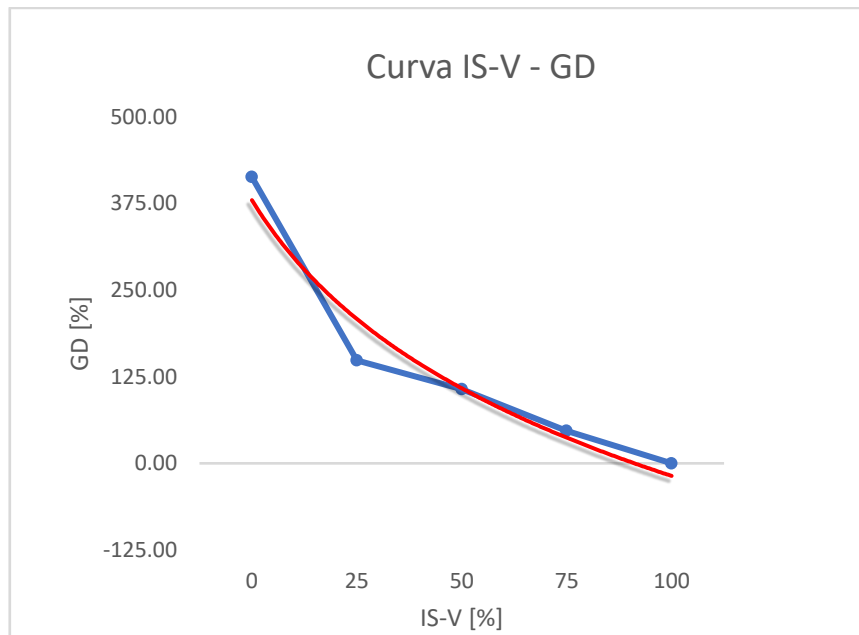
		Armature NTC 2018 (sisma 50%)	% armatura NTC 2018 (sisma 50%)
Pilastri	Peso acciaio c ₂	ρ	
	[kg]	[%]	
1	248.00	1.42	
2	245.00	1.40	
3	288.00	1.48	
4	292.00	1.50	
5	230.00	1.40	
6	245.00	1.34	
7	356.00	0.99	
8	690.00	2.11	
9	855.00	2.62	
10	688.00	3.19	
11	267.00	1.51	
12	230.00	1.34	
13	230.00	1.34	
14	230.00	1.34	
15	230.00	1.34	
16	268.00	1.51	
A	99.00	1.46	
B	79.00	1.29	
C	79.00	1.29	
D	106.00	1.65	
Totale		5955.00	Media 1.57

Calco del grado di difformità dei pilastri (sisma 50 %)			
Pilastri	Peso acciaio C2	Peso acciaio C1	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	248.00	583.00	135.08
2	245.00	615.00	151.02
3	288.00	825.00	186.46
4	292.00	767.00	162.67
5	230.00	615.00	167.39
6	245.00	618.00	152.24
7	356.00	777.00	118.26
8	690.00	881.00	27.68
9	855.00	1004.00	17.43
10	688.00	1025.00	48.98
11	267.00	599.00	124.34
12	230.00	400.00	73.91
13	230.00	412.00	79.13
14	230.00	411.00	78.70
15	230.00	493.00	114.35
16	268.00	688.00	156.72
A	99.00	159.00	60.61
B	79.00	120.00	51.90
C	79.00	159.00	101.27
D	106.00	186.00	75.47
			106.77

	Armature NTC 2018 (sisma 75%)		% armatura NTC 2018 (sisma 75%)	
Pilastri	Peso acciaio c ₂		ρ	
	[kg]		[%]	
1	369.00		1.98	
2	384.00		2.03	
3	516.00		2.33	
4	485.00		2.36	
5	384.00		2.03	
6	424.00		2.19	
7	514.00		1.37	
8	690.00		2.11	
9	886.00		2.62	
10	688.00		3.19	
11	387.00		2.06	
12	293.00		1.66	
13	282.00		1.34	
14	295.00		1.66	
15	330.00		1.56	
16	427.00		2.43	
A	106.00		1.65	
B	98.00		1.63	
C	98.00		1.63	
D	139.00		2.28	
	Totale	7795.00	Media	2.01

Calco del grado di difformità dei pilastri (sisma 75 %)			
Pilastri	Peso acciaio C ₂	Peso acciaio C ₁	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	369.00	583.00	57.99
2	384.00	615.00	60.16
3	516.00	825.00	59.88
4	485.00	767.00	58.14
5	384.00	615.00	60.16
6	424.00	618.00	45.75
7	514.00	777.00	51.17
8	690.00	881.00	27.68
9	886.00	1004.00	13.32
10	688.00	1025.00	48.98
11	387.00	599.00	54.78
12	293.00	400.00	36.52
13	282.00	412.00	46.10
14	295.00	411.00	39.32
15	330.00	493.00	49.39
16	427.00	688.00	61.12
A	106.00	159.00	50.00
B	98.00	120.00	22.45
C	98.00	159.00	62.24
D	139.00	186.00	33.81
			47.07

La valutazione del grado di difformità risulta dunque di pratica utilità quando esso è calcolato sulla base degli edifici esistenti. Di seguito vengono riportati i valori di tutti i gradi di difformità corrispondenti ai diversi indici di sicurezza:



% geometrica	IS-V	GD
[%]	[%]	[%]
0.62	0	412.83
1.31	25	148.39
1.57	50	106.77
2.01	75	47.07
2.88	100	0

Al fine di correlare il grado di difformità GD, l'incremento dell'armatura e la classe di rischio sismico vengono riportati i calcoli effettuati anche sugli interventi realizzati in precedenza, relazionando questa volta la percentuale di armatura esistente nello stato di fatto e quella necessaria per le incamiciature nei vari interventi:

	Armature caso adeguamento		% armatura caso adeguamento	
Pilastri	Peso acciaio c ₂		ρ	
	[kg]		[%]	
1	506.00		0.98	
2	559.00		1.07	
3	519.00		0.89	
4	524.00		0.91	
5	563.00		1.06	
6	468.00		0.87	
7	569.00		0.79	
8	599.00		0.79	
9	587.00		0.75	
10	629.00		1.23	
11	525.00		1.02	
12	344.00		0.61	
13	370.00		0.70	
14	387.00		0.74	
15	498.00		0.91	
16	483.00		0.99	
A	304.00		1.44	
B	181.00		0.85	
C	188.00		0.90	
D	366.00		1.71	
	Totale	9169.00	Media	0.96

Calco del grado di difformità dei pilastri, caso adeguamento			
Pilastri	Peso acciaio C ₂	Peso acciaio C ₁	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	106.00	506.00	377.36
2	106.00	559.00	427.36
3	113.00	519.00	359.29
4	113.00	524.00	363.72
5	106.00	563.00	431.13
6	106.00	468.00	341.51
7	217.00	569.00	162.21
8	224.00	599.00	167.41
9	224.00	587.00	162.05
10	219.00	629.00	187.21
11	107.00	525.00	390.65
12	102.00	344.00	237.25
13	102.00	370.00	262.75
14	102.00	387.00	279.41
15	102.00	498.00	388.24
16	107.00	483.00	351.40
A	42.00	304.00	623.81
B	42.00	181.00	330.95
C	42.00	188.00	347.62
D	42.00	366.00	771.43
			334.53

	Armature caso miglioramento		% armatura caso miglioramento	
Pilastri	Peso acciaio c ₂		ρ	
	[kg]		[%]	
1	292.00		0.70	
2	344.00		0.82	
3	290.00		0.64	
4	298.00		0.68	
5	316.00		0.75	
6	310.00		0.75	
7	421.00		0.59	
8	412.00		0.84	
9	424.00		0.66	
10	433.00		1.02	
11	337.00		0.82	
12	248.00		0.57	
13	234.00		0.53	
14	265.00		0.62	
15	315.00		0.74	
16	334.00		0.81	
A	192.00		1.22	
B	122.00		0.76	
C	135.00		0.82	
D	232.00		1.54	
	Totale	5954.00	Media	0.79

Calco del grado di difformità dei pilastri, caso miglioramento			
Pilastri	Peso acciaio C ₂	Peso acciaio C ₁	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	106.00	292.00	175.47
2	106.00	344.00	224.53
3	113.00	290.00	156.64
4	113.00	298.00	163.72
5	106.00	316.00	198.11
6	106.00	310.00	192.45
7	217.00	421.00	94.01
8	224.00	412.00	83.93
9	224.00	424.00	89.29
10	219.00	433.00	97.72
11	107.00	337.00	214.95
12	102.00	248.00	143.14
13	102.00	234.00	129.41
14	102.00	265.00	159.80
15	102.00	315.00	208.82
16	107.00	334.00	212.15
A	42.00	192.00	357.14
B	42.00	122.00	190.48
C	42.00	135.00	221.43
D	42.00	232.00	452.38
			175.20

	Armature caso miglioramento muri		% armatura caso miglioramento muri	
Pilastri	Peso acciaio c ₂		ρ	
	[kg]		[%]	
1	349.00		0.67	
2	365.00		0.70	
3	387.00		0.68	
4	374.00		0.67	
5	349.00		0.67	
6	377.00		0.72	
7	370.00		0.50	
8	485.00		0.62	
9	485.00		0.62	
10	386.00		0.71	
11	398.00		0.75	
12	347.00		0.67	
13	348.00		0.67	
14	348.00		0.65	
15	315.00		1.61	
16	363.00		0.69	
A	436.00		2.01	
B	195.00		0.90	
C	195.00		0.90	
D	508.00		2.27	
	Totale	7380.00	Media	0.88

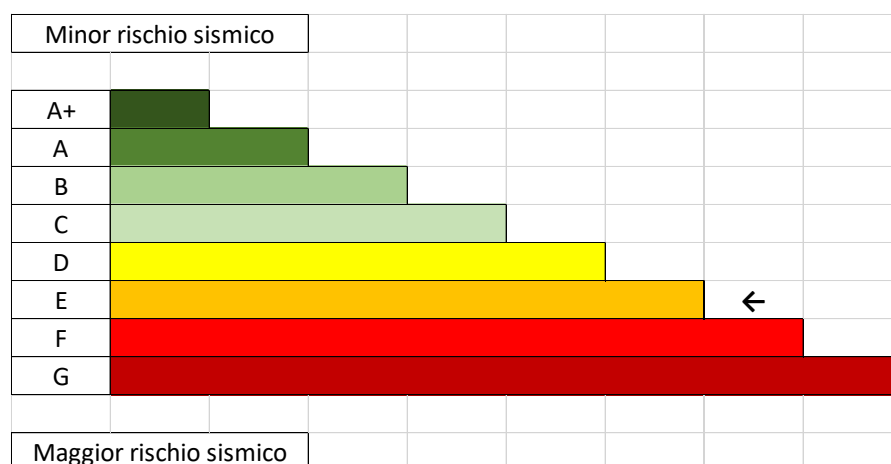
Calco del grado di difformità dei pilastri, caso miglioramento con muri			
Pilastri	Peso acciaio C ₂	Peso acciaio C ₁	Grado di difformità gdd
	[kg]	[kg]	[%]
1	106.00	349.00	229.25
2	106.00	365.00	244.34
3	113.00	387.00	242.48
4	113.00	374.00	230.97
5	106.00	349.00	229.25
6	106.00	377.00	255.66
7	217.00	370.00	70.51
8	224.00	485.00	116.52
9	224.00	485.00	116.52
10	219.00	386.00	76.26
11	107.00	398.00	271.96
12	102.00	347.00	240.20
13	102.00	348.00	241.18
14	102.00	348.00	241.18
15	102.00	315.00	208.82
16	107.00	363.00	239.25
A	42.00	436.00	938.10
B	42.00	195.00	364.29
C	42.00	195.00	364.29
D	42.00	508.00	1109.52
			314.52

6.4 Confronti tra i risultati ottenuti

Si affrontano in questo capitolo le considerazioni finali riguardo il sismabonus. Nello specifico si analizzano per i diversi modelli effettuati le relative classi di rischio sismico, andando ad evidenziare quale intervento sia più idoneo per ridurre al massimo la classe di rischio. Si ricorda che la classe di rischio viene valutata come la minore fra quella ottenuta dalla perdita media annua attesa PAM e quella relativa all'indice di sicurezza IS-V.

- Adeguamento sismico
 - Classe PAM: D
 - Classe IS-V: E

La minore fra le due risulta essere la E relativa all'indice di sicurezza:

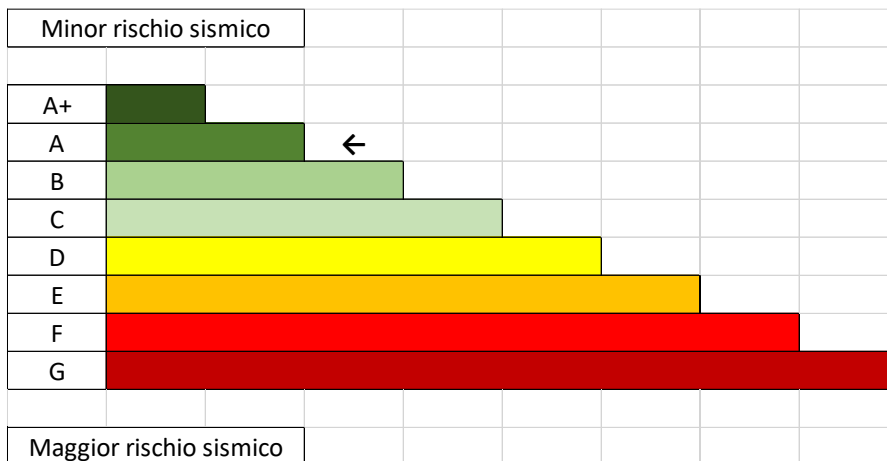


Quindi l'edificio, nello stato in cui resta parte da questa classe di rischio sismico. Gli interventi realizzati devono portare a ridurre al minimo la classe così da poter beneficiare al meglio degli incentivi statali forniti dallo strumento legislativo sismabonus. Si ricorda che il massimo incentivo ottenibile è pari a 96.000 euro.

- Adeguamento sismico

- Classe PAM: A
- Classe IS-V: A⁺

La minore fra le due risulta essere la A relativa alla perdita media annua attesa:.

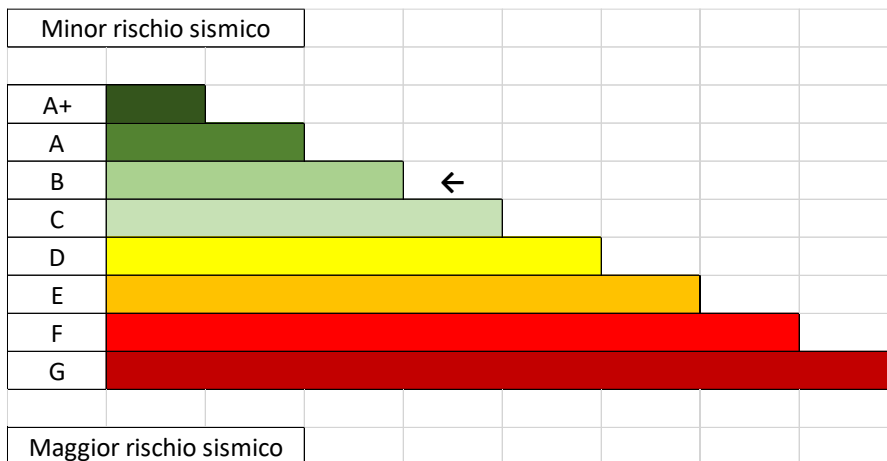


Si può dire che con le incamiciature di 10 cm intorno ai pilastri la classe sismica è passata dalla classe E alla classe A, diminuendo la il rischio sismico di ben 4 classi.

- Miglioramento sismico

- Classe PAM: B
- Classe IS-V: B

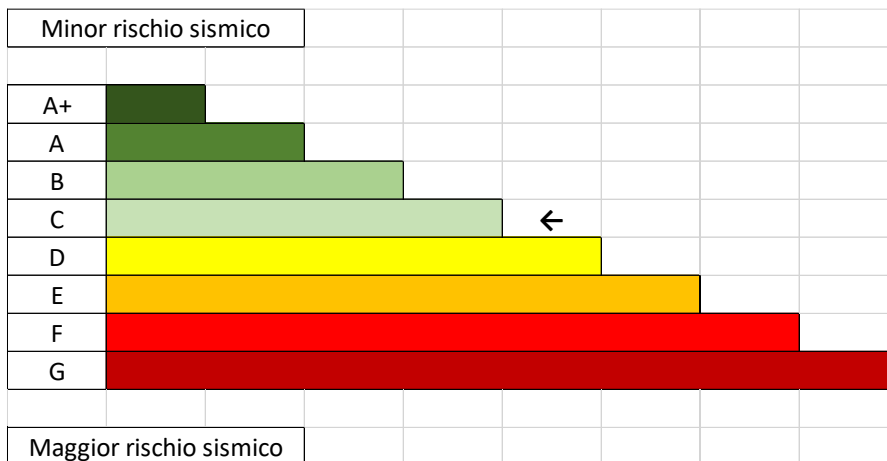
Essendo uguali la classi di rischio si attesta in fascia B:



Si può dire che con le incamiciature di 7 cm intorno ai pilastri la classe sismica è passata dalla classe E alla classe B, diminuendo il rischio sismico di 3 classi. Rispetto alla precedente analisi si può dire che l'intervento risulta meno efficace ma sempre a carattere benefico per la stabilità dell'edificio.

- Miglioramento sismico con riduzione dell'eccentricità
 - Classe PAM: C
 - Classe IS-V: B

La minore fra le due risulta essere la C relativa alla perdita media annua attesa:.



Si può dire che con le incamiciature di 10 cm intorno ai pilastri e grazie all'inserimento di piccoli setti al piano interrato della struttura, la classe sismica è passata dalla classe E alla classe C, diminuendo il rischio sismico di 2 classi. Questo risulta essere l'intervento meno vantaggioso.

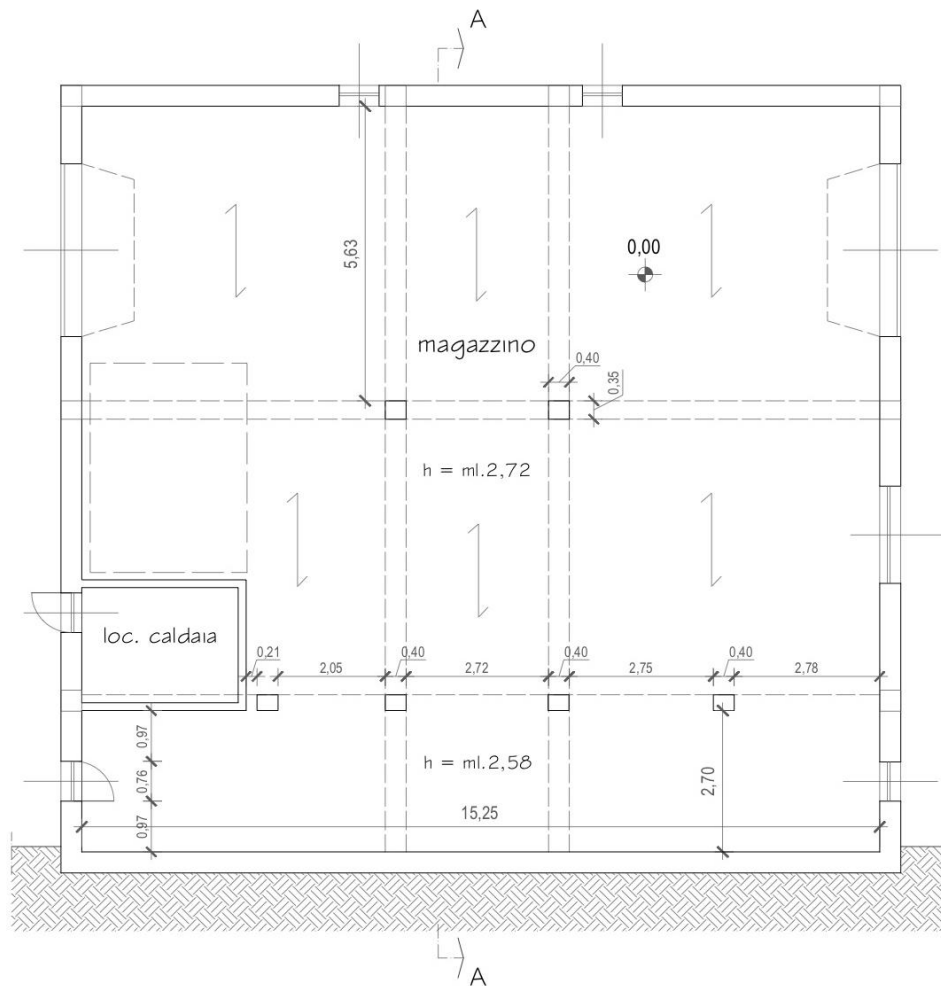
7 Conclusioni

8 Bibliografia

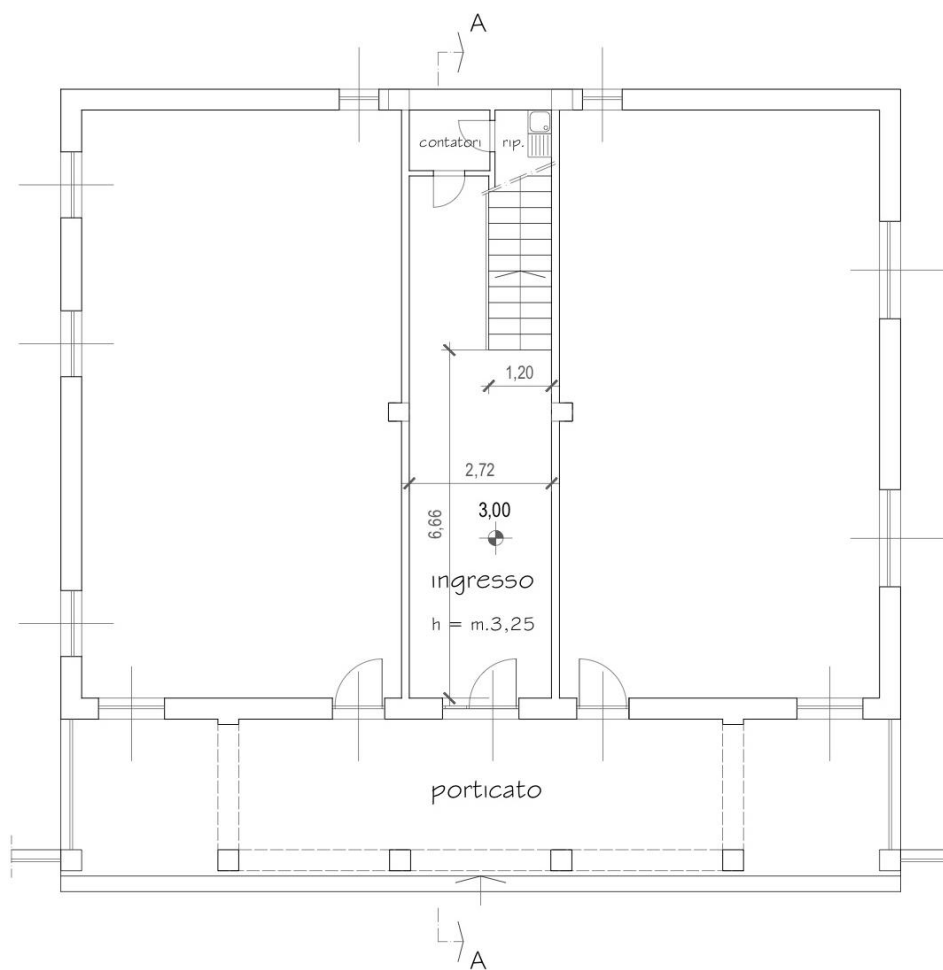
- “Classificazione della vulnerabilità sismica degli edifici e sisma bonus”, Prontuario tecnico e fiscale aggiornato al d.m. 17 Gennaio 2018 (NTC 2018), Roberto Cornacchia – Matilde Fiammelli, Maggioli Editore;
- www.cresme.it, centro di ricerche di mercato, servizi per chi opera nel mondo delle costruzioni e dell'edilizia;
- www.ance.it, associazione nazionale costruttori edili;
- www.mit.gov.it, Classi rischio sismico e Sisma Bonus;
- www.miglioramentosismico.org;
- Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;
- Norme Tecniche delle Costruzioni 2008;
- DM n° 58, 28 Febbraio 2017, “Classi di rischio sismico e Sisma Bonus”;
- DM n° 65, 7 Marzo 2017, allegato A;

9 Appendice

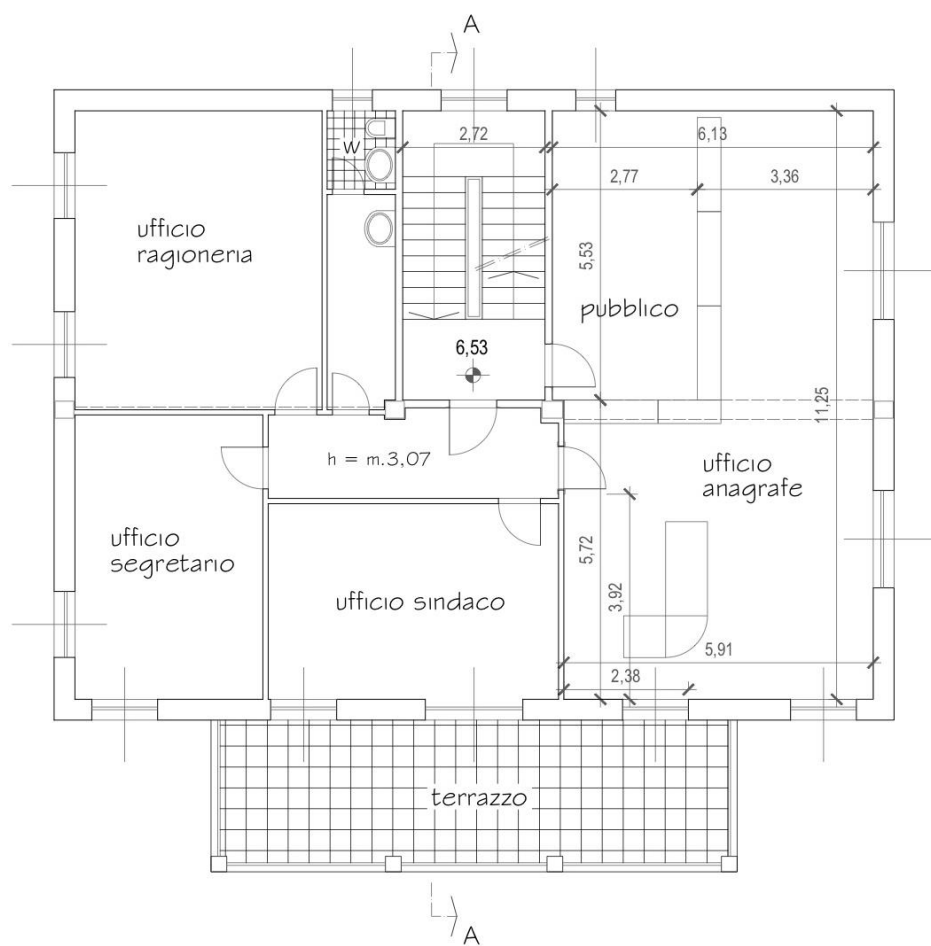
9.1 Piante e sezioni architettoniche dell'edificio



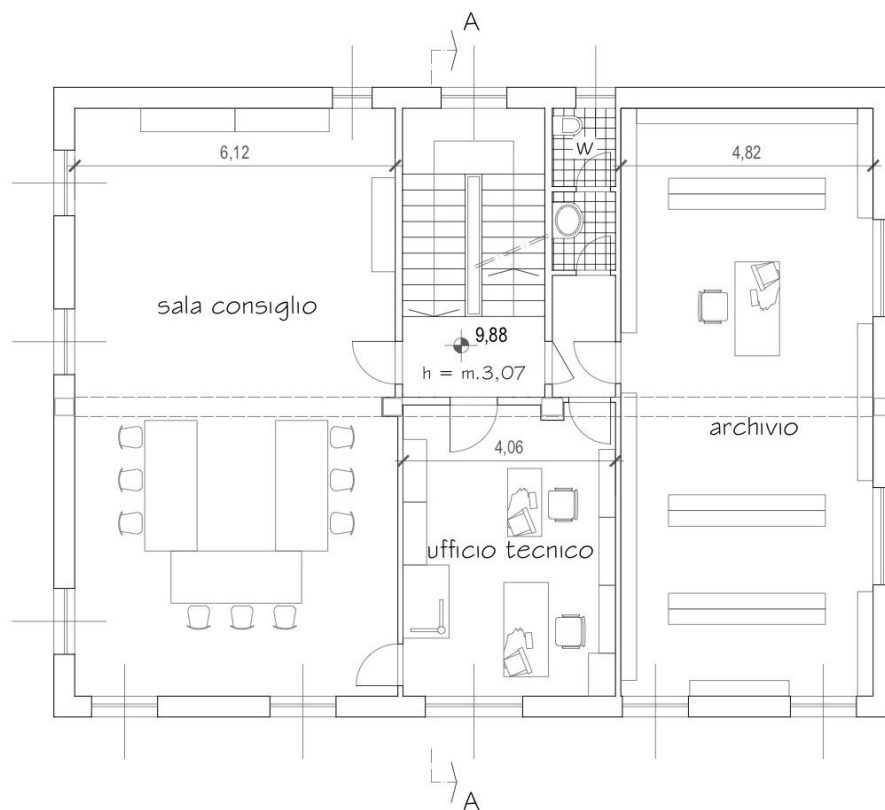
- Pianta architettonica del seminterrato



- *Pianta architettonica del piano terra*

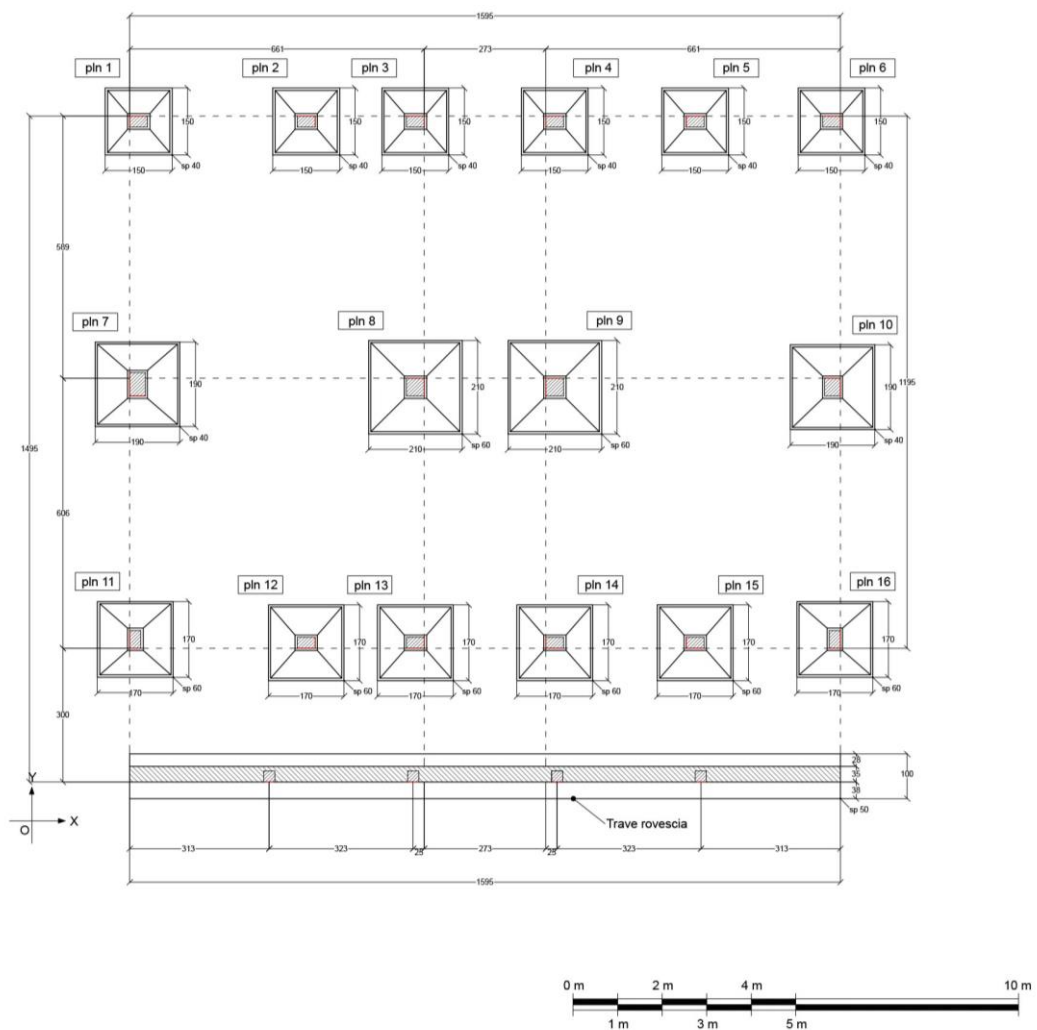


- Pianta architettonica del piano +1

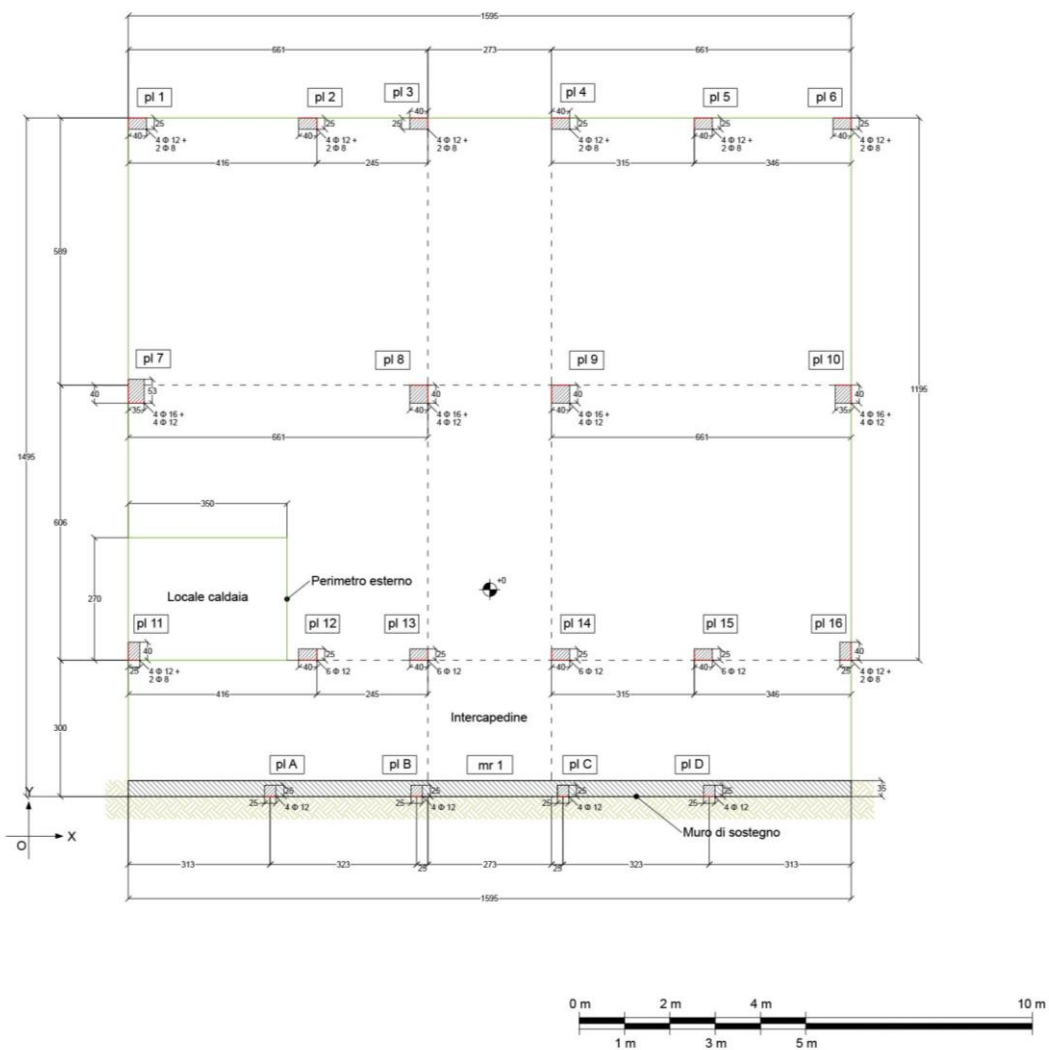


- Pianta architettonica del piano +2

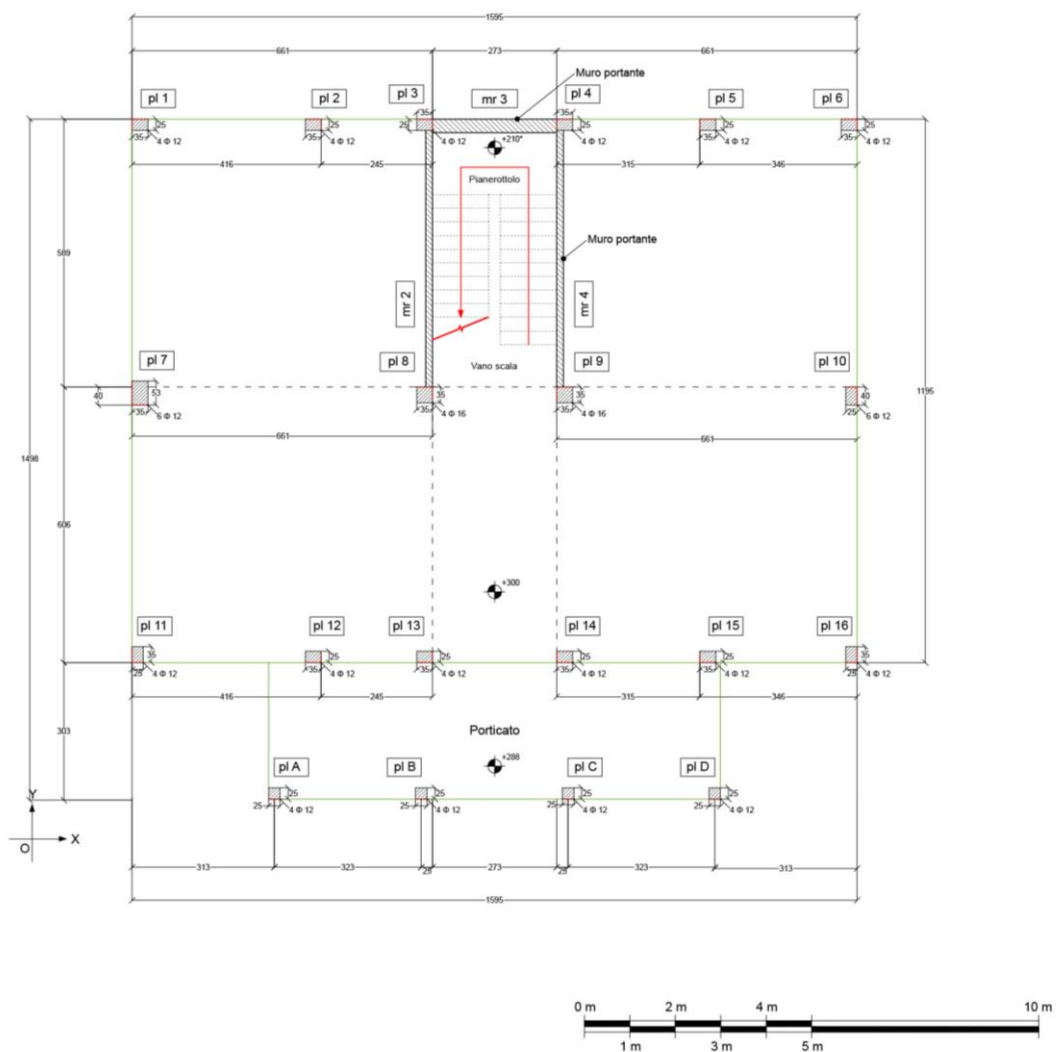
9.2 Piante strutturali dei pilastri



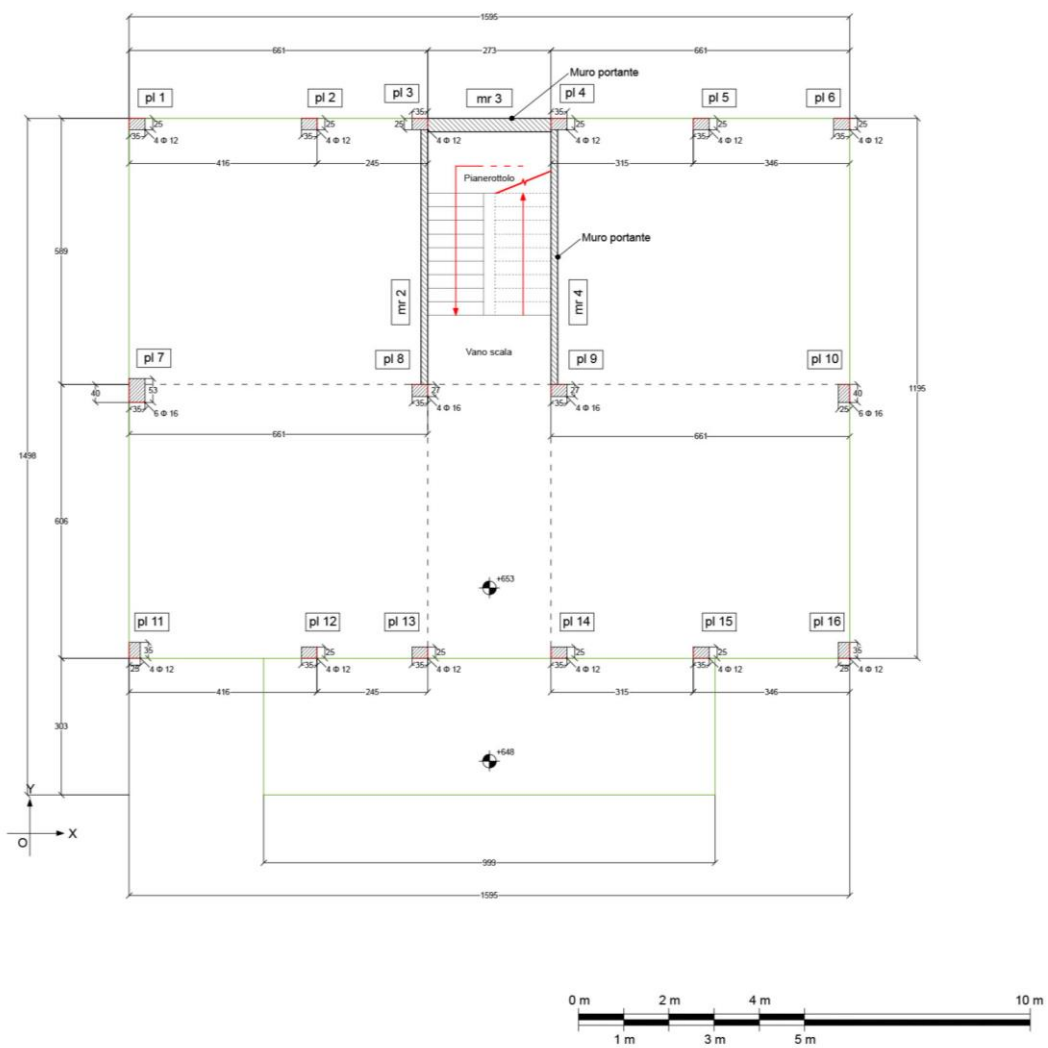
- Pianta strutturale dei plinti



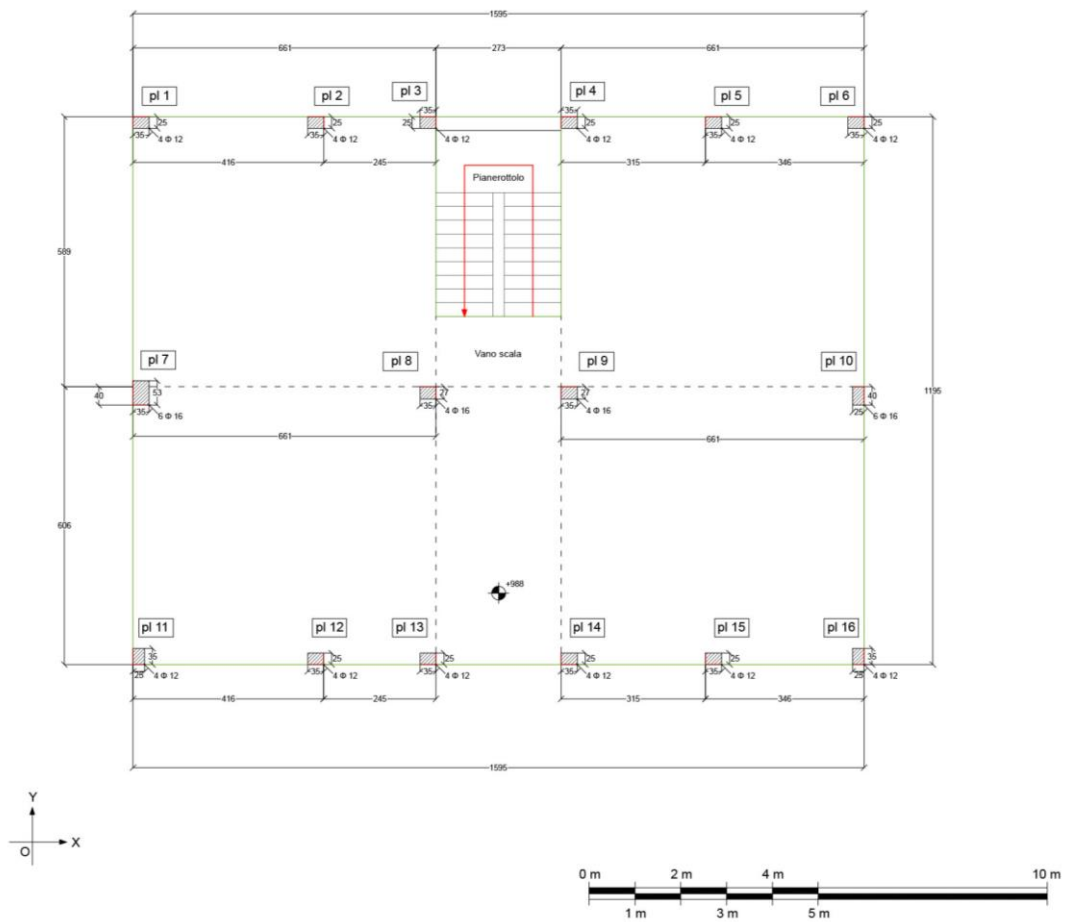
- *Pinata strutturale dei pilastr 1° ordine (piano seminterrato)*



- Pianta strutturale dei pilastri 2° ordine (piano terra)

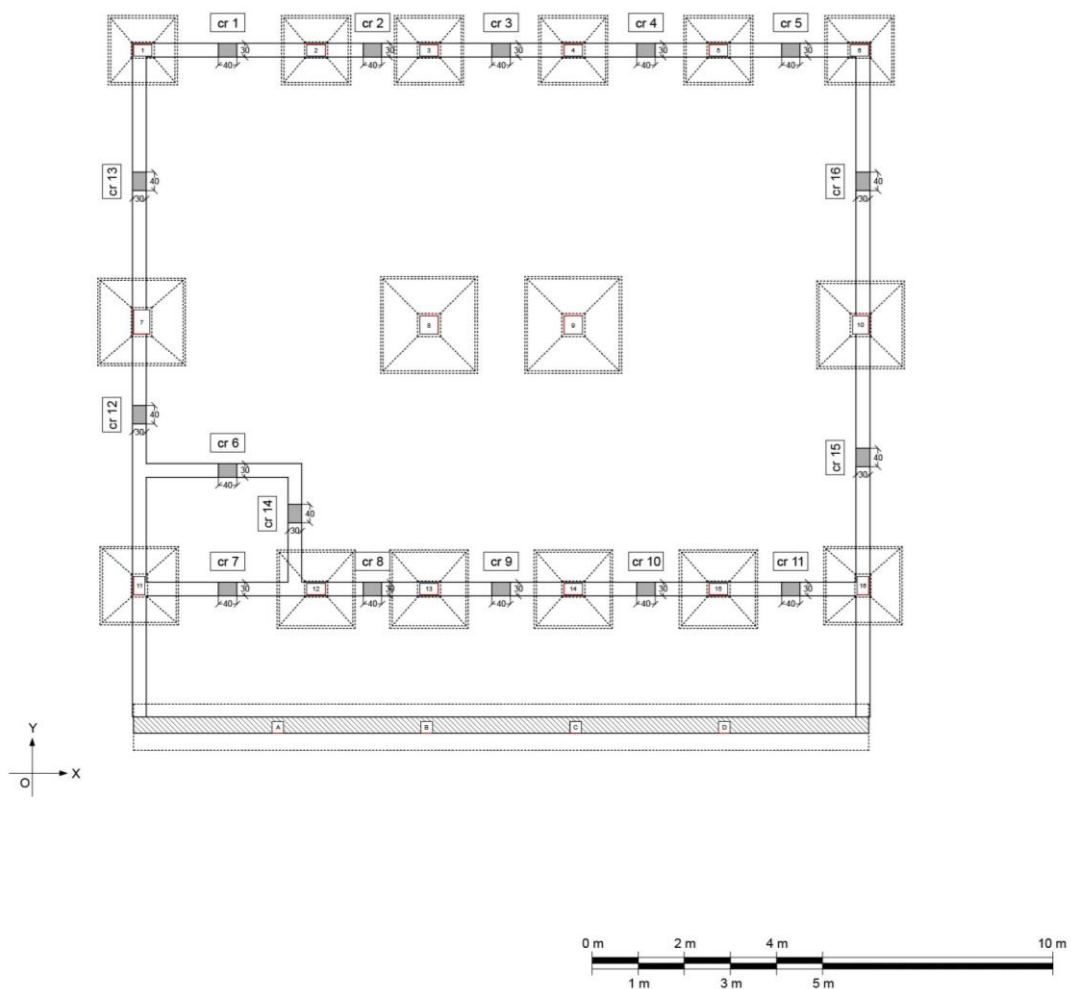


- Pianta strutturale dei pilastri 3° ordine (piano +1)

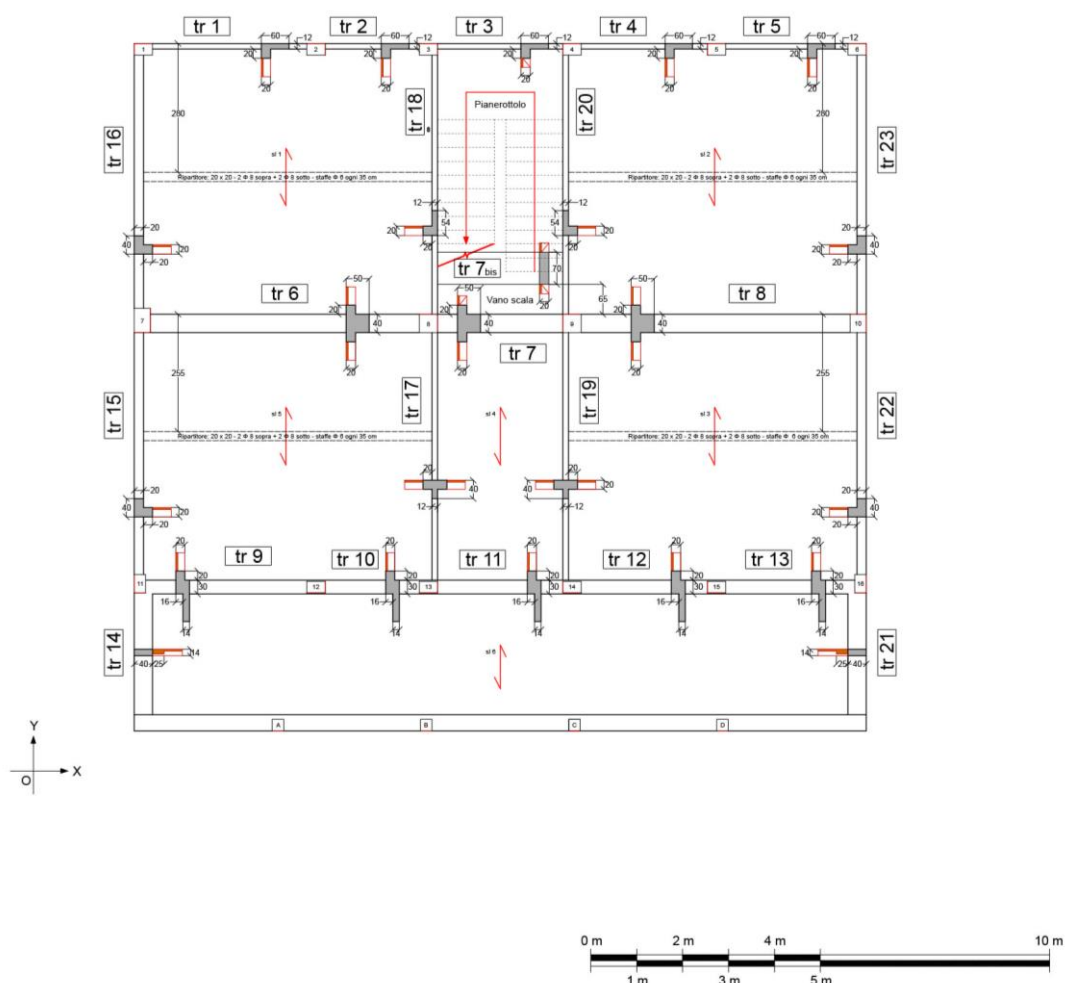


- Pianta strutturale dei pilastri 4° ordine (piano +2)

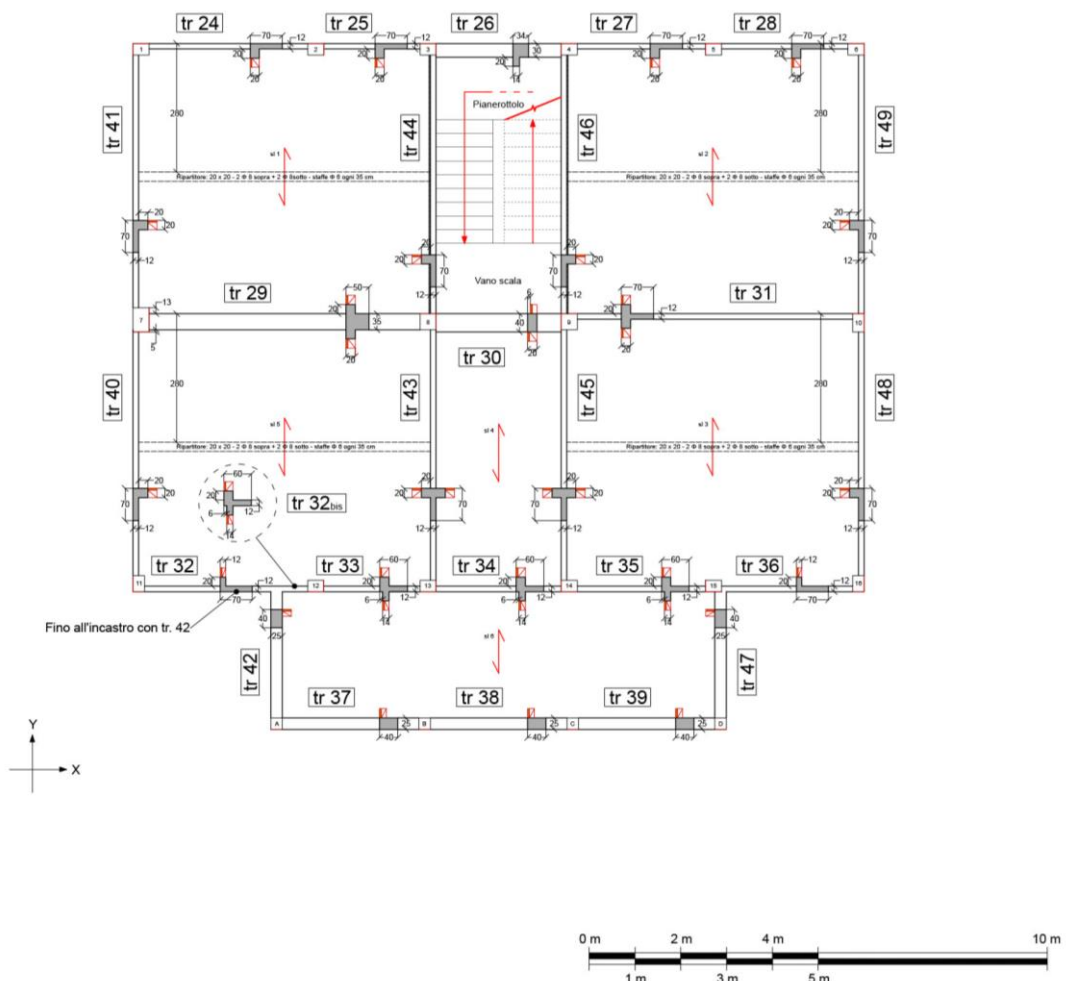
9.3 Carpenteria dei solai



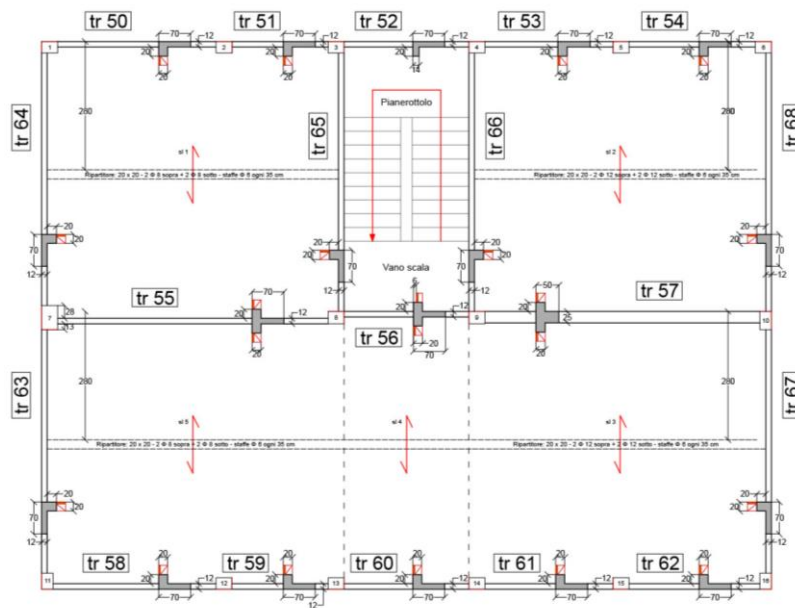
- *Carpenteria solaio contro terra - seminterrato*



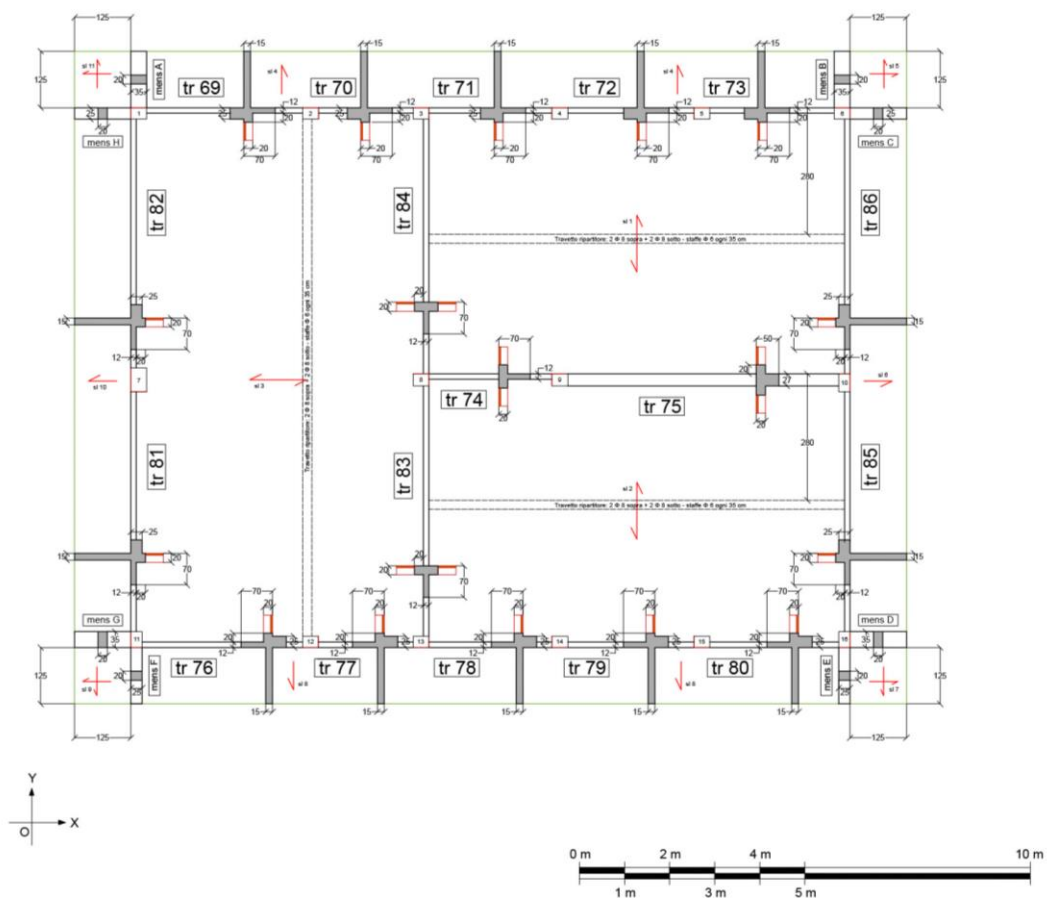
- *Carpenteria 1° solaio – piano terra*



- *Carpenteria 2° solaio – piano +1*

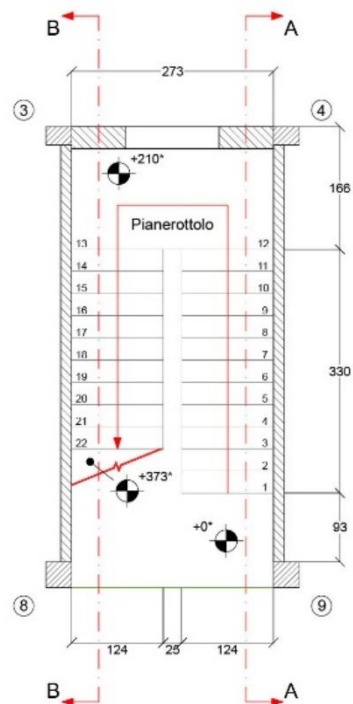


- Carpenteria 3° solaio – piano +2

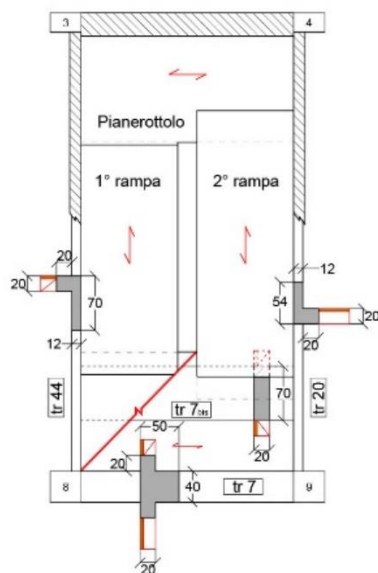


- Carpenteria 4° solaio - sottotetto

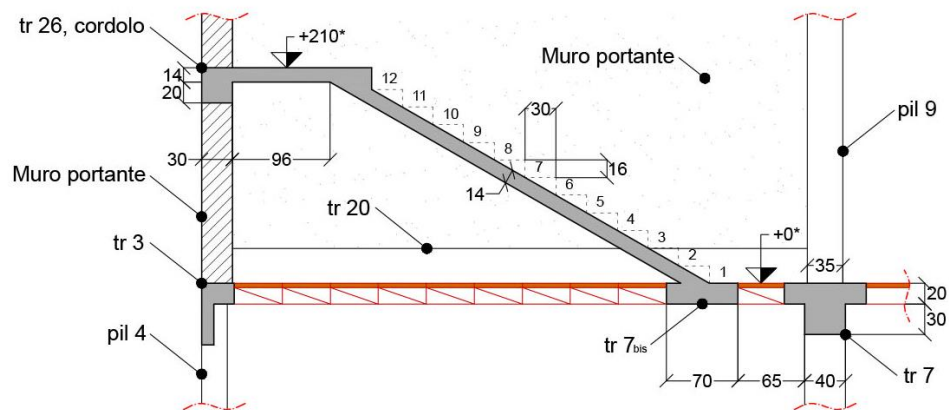
9.4 Conformazione vano scala



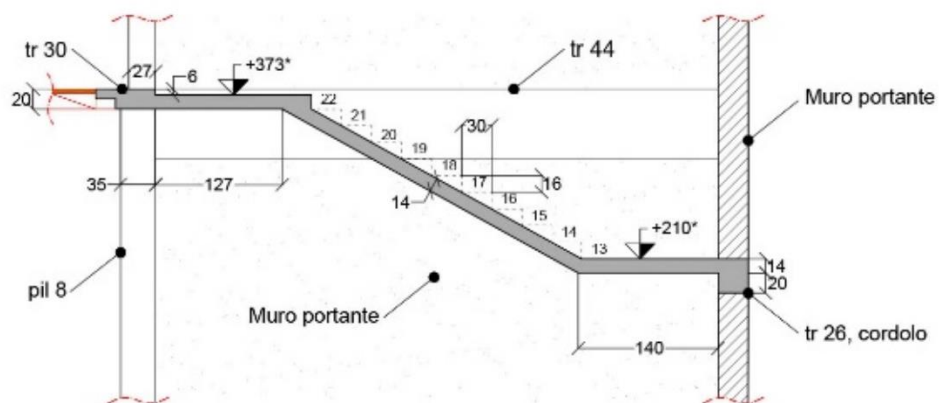
- Pianta della scala da Q. +0* a Q. +373*



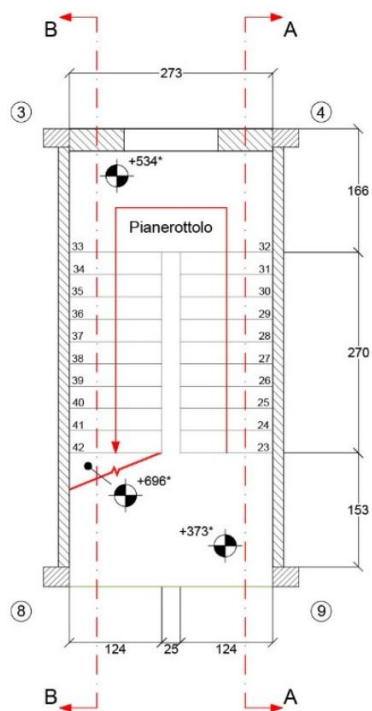
- Carpenteria della scala da Q. +0* a Q. +373*



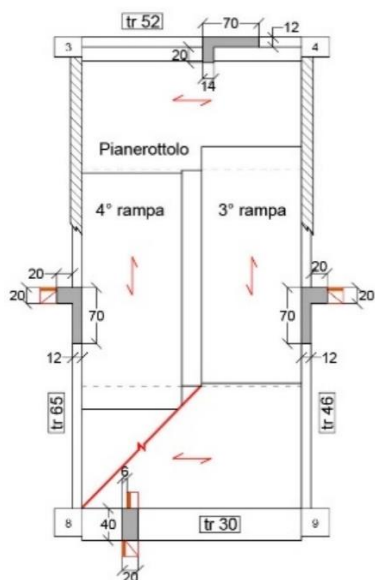
- Sezione AA da Q. +0* a Q. +210*



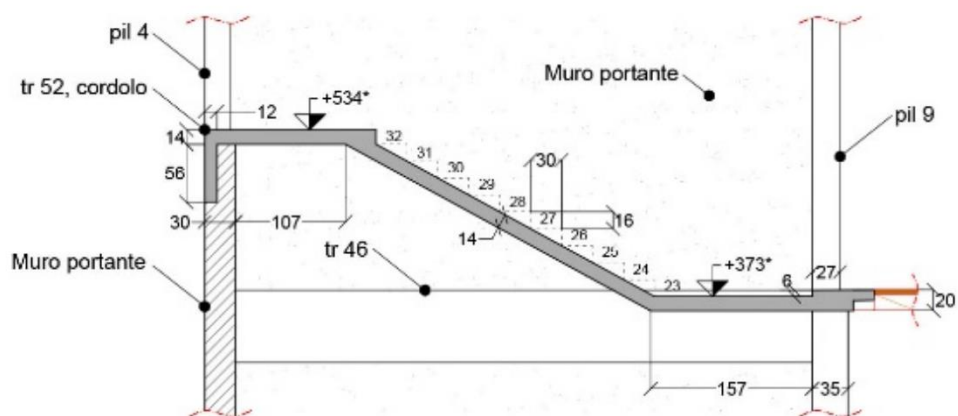
- Sezione BB da Q. +210* a Q. +373*



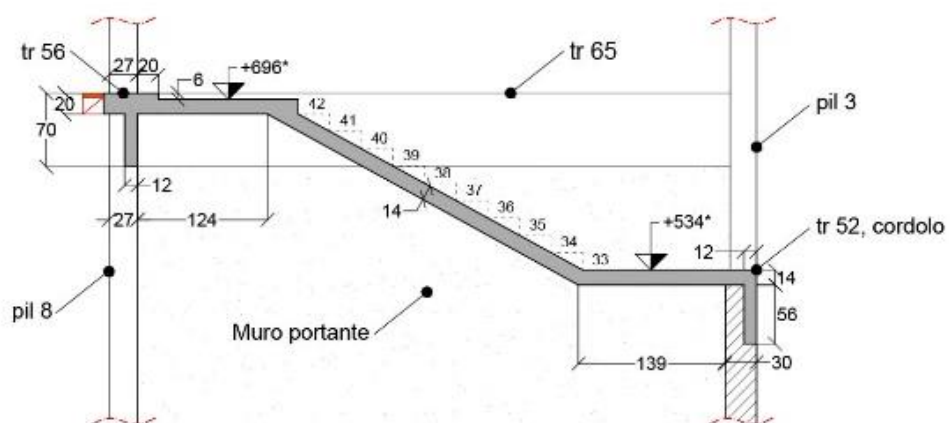
- Pianta della scala da Q. +373* a Q. +969*



- Carpenteria della scala da Q. +373* a Q. +696*



- Sezione AA da Q. +373* a Q. +534*



- Sezione BB da Q. +534* a Q. +696*

9.5 Verifiche dei pilastri nel caso pre-intervento senza combinazioni sismiche

Pilastro-P001											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3-1	-870.41	65.10	17.41	-870.41	-776.87	54.85	88.30	NO
	2	3-6.53	3-1	-661.10	52.29	18.17	-661.10	-602.40	50.42	73.61	NO
	3	6.53-9.88	3-1	-467.92	46.56	13.46	-4671.50	-454.66	51.47	74.52	SI
	4	9.88-13.25	3-1	-278.80	-19.73	5.58	-306.46	-278.80	42.70	62.38	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-2	-41.19	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	2-2	-30.28	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2-2	-24.32	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2-1	-9.82	130.69	130.69	206.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3-1	44.35	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	3-1	35.40	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	32.05	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3-2	9.83	89.20	89.20	197.71	SI			

Pilastro-P002											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	2-1	-841.09	16.82	-51.05	-880.05	-831.34	54.48	87.72	SI
	2	3-6.53	2-1	-614.72	12.29	-40.06	-636.35	-604.68	51.11	74.72	SI
	3	6.53-9.88	2-1	-402.77	8.06	-24.78	-402.77	-386.22	49.30	71.48	SI
	4	9.88-13.25	2-2	-149.83	16.49	-7.68	-176.66	-149.83	31.28	46.14	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-1	34.76	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	2-1	22.99	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2-1	15.19	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2-1	4.07	130.69	130.69	195.76	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3-1	11.38	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	3-1	9.10	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	8.23	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-11.61	89.20	89.20	186.99	SI			

	Pilastro-P003										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	2-2	-899.67	17.99	50.72	-899.67	-874.16	53.69	86.48	SI
	2	3-5.1	3-1	-684.48	56.09	13.69	-684.48	-656.57	49.73	72.51	NO
	3	5.1-6.53	2-2	-599.75	-12.00	25.94	-621.39	-541.70	51.51	75.37	SI
	4	6.53-8.34	3-1	-447.81	32.53	8.96	-456.94	-442.66	51.17	74.09	SI
	5	8.34-9.88	2-2	-388.79	7.78	23.19	-398.60	-332.62	49.13	71.25	SI
	6	9.88-13.25	3-2	-291.71	12.81	-5.83	-301.29	-263.06	41.58	60.91	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-2	-32.98	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-5.1	2-2	-38.50	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	5.1-6.53	2-2	-36.25	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	6.53-8.34	2-2	-24.75	130.69	130.69	206.91	SI			
	5	8.34-9.88	2-2	-23.93	130.69	130.69	206.91	SI			
	6	9.88-13.25	2-2	-5.27	130.69	130.69	206.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3-1	29.79	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-5.1	3-1	35.41	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	5.1-6.53	3-1	27.95	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	6.53-8.34	3-1	22.96	89.20	89.20	197.71	SI			
	5	8.34-9.88	3-1	16.51	89.20	89.20	197.71	SI			
	6	9.88-13.25	3-1	-3.58	89.20	89.20	197.71	SI			

	Pilastro-P004										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3-1	-953.05	31.54	19.06	-953.05	-886.56	51.39	82.85	SI
	2	3-5.1	3-1	-687.85	58.12	-13.76	-687.85	-666.99	49.63	72.34	NO
	3	5.1-6.53	2-1	-602.38	-12.05	-25.62	-633.84	-544.33	51.18	74.83	SI
	4	6.53-8.34	3-1	-423.05	35.59	8.46	-441.16	-417.90	50.69	73.42	SI
	5	8.34-9.88	2-1	-362.39	7.25	-21.52	-391.25	-306.21	48.83	70.82	SI
	6	9.88-13.25	3-2	-226.92	29.07	-4.54	-236.50	-192.21	36.16	53.40	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-2	-28.40	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-5.1	2-1	37.91	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	5.1-6.53	2-1	36.02	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	6.53-8.34	2-1	20.85	130.69	130.69	206.91	SI			
	5	8.34-9.88	2-2	-21.17	130.69	130.69	206.91	SI			
	6	9.88-13.25	2-2	-7.53	130.69	130.69	202.09	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3-1	29.95	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-5.1	3-1	36.78	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	5.1-6.53	3-1	29.37	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	6.53-8.34	3-1	25.12	89.20	89.20	197.71	SI			
	5	8.34-9.88	3-1	18.76	89.20	89.20	197.71	SI			
	6	9.88-13.25	3-1	-10.65	89.20	89.20	190.41	SI			

	Pilastro-P005										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	2- 1	-907.96	-18.16	-51.69	-907.96	-862.64	53.35	85.95	SI
	2	3-6.53	2- 1	-686.07	13.72	-37.67	-686.07	-635.04	49.68	72.43	SI
	3	6.53-9.88	2- 1	-468.73	9.37	-27.17	-468.73	-434.59	51.49	74.55	SI
	4	9.88-13.25	2- 1	-196.81	17.32	12.25	-206.39	-181.04	35.25	52.05	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	33.55	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	2- 1	22.45	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	16.30	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2- 1	7.07	130.69	130.69	199.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 1	11.33	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 1	9.34	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 1	8.36	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3- 1	-11.67	89.20	89.20	190.82	SI			

	Pilastro-P006										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-846.59	63.29	-16.93	-846.59	-777.17	55.73	89.70	NO
	2	3-6.53	3- 1	-657.37	54.72	-16.26	-657.37	-614.67	50.53	73.78	NO
	3	6.53-9.88	3- 1	-478.03	48.77	-16.76	-478.03	-466.22	51.73	74.88	NO
	4	9.88-13.25	3- 1	-283.04	-21.95	6.59	-305.43	-283.04	42.99	62.76	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	39.09	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	2- 1	32.06	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	27.27	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	13.30	130.69	130.69	206.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 1	43.08	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 1	36.75	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 1	33.83	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	11.03	89.20	89.20	197.71	SI			

	Pilastro-P007										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-1498.59	-167.60	29.97	-1527.60	-1480.50	243.87	155.28	SI
	2	3-6.53	3- 2	-1064.68	150.72	-91.95	-1106.72	-1064.68	204.38	145.15	NO
	3	6.53-9.88	3- 2	-704.46	-48.16	98.29	-712.27	-684.26	217.79	155.81	SI
	4	9.88-13.25	3- 2	-313.54	43.15	31.97	-334.67	-313.54	175.18	115.37	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-50.32	87.13	87.13	438.64	SI			
	2	3-6.53	2- 2	-64.53	87.13	87.13	438.64	SI			
	3	6.53-9.88	2- 2	-78.43	87.13	87.13	438.64	SI			
	4	9.88-13.25	2- 1	-12.30	87.13	87.13	410.14	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-83.16	136.92	136.92	455.19	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-63.22	136.92	136.92	455.19	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-41.94	136.92	136.92	455.19	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	-15.82	136.92	136.92	424.77	SI			

	Pilastro-P008										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-1604.96	116.38	67.37	-1620.56	-1584.29	145.14	145.14	NO
	2	3-6.53	3- 2	-1069.61	-89.62	-73.12	-1069.61	-1050.33	103.34	103.34	NO
	3	6.53-9.88	3- 2	-691.85	-29.65	-71.12	-691.85	-621.09	71.29	96.45	SI
	4	9.88-13.24	2- 1	-336.80	-6.74	-37.20	-343.50	-284.19	65.59	88.28	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	49.75	100.96	100.96	383.60	SI			
	2	3-6.53	2- 1	65.59	87.13	87.13	289.67	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	50.28	87.13	87.13	223.46	SI			
	4	9.88-13.25	2- 1	13.94	87.13	87.13	223.46	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-71.43	100.96	100.96	383.60	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-56.39	87.13	87.13	289.67	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-17.53	65.00	65.00	216.10	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	-6.87	65.00	65.00	216.10	SI			
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	5	13.25-16.37	3- 1	-92.32	-1.85	4.30	-100.91	-77.95	26.38	38.83	SI
	5	13.25-16.37	3- 1	-92.32	-1.85	4.30	-100.91	-77.95	26.38	38.83	SI
	5	13.25-16.37	3- 1	-92.32	-1.85	4.30	-100.91	-77.95	26.38	38.83	SI
	5	13.25-16.37	3- 1	-92.32	-1.85	4.30	-100.91	-77.95	26.38	38.83	SI

	Pilastro-P009										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-1729.37	116.97	-85.21	-1744.97	-1707.55	134.93	134.93	NO
	2	3-6.53	3- 2	-1217.76	-92.90	77.12	-1217.76	-1199.20	93.26	93.26	NO
	3	6.53-9.88	3- 2	-846.23	-31.04	82.48	-846.23	-777.17	64.49	86.80	NO
	4	9.88-13.24	2- 2	-374.51	7.49	86.72	-375.53	-321.90	67.43	90.66	SI
	5	13.25-16.37	3- 1	-51.35	-1.03	-2.19	-54.88	-41.89	23.15	34.00	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-57.95	100.96	100.96	383.60	SI			
	2	3-6.53	2- 2	-65.30	87.13	87.13	289.67	SI			
	3	6.53-9.88	2- 2	-58.83	87.13	87.13	223.46	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	-45.07	87.13	87.13	223.46	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-71.87	100.96	100.96	383.60	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-58.55	87.13	87.13	289.67	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-18.19	65.00	65.00	216.10	SI			
	4	9.88-13.25	3- 1	3.47	65.00	65.00	216.10	SI			
	5	13.25-16.37	3- 1	-1.47	59.47	59.47	171.61	SI			

	Pilastro-P010										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-1462.67	-126.87	-29.25	-1489.46	-1449.02	125.75	108.56	NO
	2	3-6.53	3- 2	-1056.62	-62.48	-54.65	-1076.01	-1045.15	75.89	48.54	NO
	3	6.53-9.88	3- 2	-710.14	-54.41	-73.26	-716.42	-699.26	119.70	80.92	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	60.01	87.13	87.13	331.05	SI			
	2	3-6.53	2- 1	49.29	59.47	59.47	225.96	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	62.59	59.47	59.47	225.96	NO			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-69.81	100.96	100.96	335.65	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-43.73	100.96	100.96	239.75	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-34.78	100.96	100.96	239.75	SI			
	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	4	9.88-13.25	3- 2	-14.33	100.96	100.96	239.75	SI			

	Pilastro-P011										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-787.12	15.74	-87.19	-902.79	-777.37	53.57	86.28	NO
	2	3-6.53	3- 2	-644.18	29.32	55.94	-644.18	-551.62	50.90	74.38	NO
	3	6.53-9.88	3- 2	-447.01	8.94	57.72	-447.01	-413.52	50.87	73.67	SI
	4	9.88-13.25	3- 2	-263.60	5.27	-27.03	-280.77	-263.60	41.62	60.97	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-48.46	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-41.81	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-39.69	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	-12.04	130.69	130.69	206.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	32.02	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	2- 2	29.54	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	2- 2	18.57	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	2- 1	6.96	89.20	89.20	197.71	SI			

	Pilastro-P012										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-925.92	-31.55	-19.03	-925.92	-898.32	56.11	86.57	SI
	2	3-6.53	2- 1	-605.60	12.11	-49.32	-622.38	-595.56	51.48	75.33	SI
	3	6.53-9.88	2- 1	-375.61	7.51	-33.90	-375.61	-365.32	48.14	69.86	SI
	4	9.88-13.25	2- 1	-153.00	-24.48	13.67	-162.58	-145.18	32.25	47.58	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	22.58	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	2- 1	26.90	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	21.07	87.13	87.13	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2- 1	8.89	87.13	87.13	193.79	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-13.21	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 1	10.55	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-7.87	59.47	59.47	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	14.73	59.47	59.47	185.61	SI			

	Pilastro-P013										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-925.89	-28.40	18.52	-925.89	-883.29	56.11	86.57	SI
	2	3-6.53	2- 2	-657.01	13.14	30.78	-657.01	-641.38	50.54	73.80	SI
	3	6.53-9.88	3- 2	-431.14	-19.64	8.62	-455.83	-421.61	51.13	74.04	SI
	4	9.88-13.25	2- 2	-285.49	-6.98	-14.94	-295.08	-271.45	42.18	61.70	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-13.88	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	2- 2	-17.58	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2- 2	-13.43	87.13	87.13	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	-8.68	87.13	87.13	206.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-14.94	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-20.49	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-13.86	59.47	59.47	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	9.62	59.47	59.47	197.71	SI			

	Pilastro-P014										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-971.37	-27.48	19.43	-971.37	-934.43	54.03	83.68	SI
	2	3-6.53	3- 2	-666.26	-23.66	13.33	-666.26	-654.95	50.27	73.37	SI
	3	6.53-9.88	3- 2	-412.68	-23.75	8.25	-442.91	-403.15	50.74	73.49	SI
	4	9.88-13.25	2- 2	-213.08	-31.86	-12.65	-224.77	-213.08	37.82	55.83	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-9.11	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	2- 1	14.81	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2- 2	-12.11	87.13	87.13	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	-7.42	87.13	87.13	202.18	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-14.68	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-21.56	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-17.04	59.47	59.47	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	19.71	59.47	59.47	191.53	SI			

	Pilastro-P015										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-972.28	-22.79	19.45	-972.28	-959.81	53.99	83.62	SI
	2	3-6.53	2- 1	-682.20	13.64	-23.68	-682.20	-652.24	49.80	72.62	SI
	3	6.53-9.88	2- 1	-441.69	14.76	-21.92	-441.69	-418.77	50.70	73.44	SI
	4	9.88-13.25	2- 2	-175.11	-23.62	-9.11	-194.71	-175.11	34.76	51.32	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-9.03	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	2- 1	14.77	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	13.15	87.13	87.13	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	-5.47	87.13	87.13	196.88	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-9.21	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 1	18.10	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 1	13.06	59.47	59.47	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	14.71	59.47	59.47	189.86	SI			

	Pilastro-P016										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-770.22	-15.40	-87.96	-863.21	-760.47	55.12	88.73	NO
	2	3-6.53	3- 2	-636.06	-18.92	61.50	-636.06	-562.89	51.12	74.74	NO
	3	6.53-9.88	3- 2	-458.76	-9.18	61.44	-458.76	-431.89	51.22	74.16	SI
	4	9.88-13.25	3- 2	-270.36	5.41	-31.62	-286.44	-270.36	42.10	61.60	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-46.32	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-45.02	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-42.76	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	-14.86	130.69	130.69	206.91	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	-25.66	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	2- 1	-26.73	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	-20.48	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	2- 2	-9.62	89.20	89.20	197.71	SI			

	Pilastro-P00A										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-5.28	1.31	0.20	-8.02	-2.60	19.28	19.28	SI
	2	3-6.53	3- 1	-12.56	-26.62	0.25	-38.88	-12.56	19.69	19.69	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-0.46	59.47	59.47	118.49	SI			
	2	3-6.53	2- 2	-4.57	59.47	59.47	120.81	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 1	-0.36	59.47	59.47	118.39	SI			
	2	3-6.53	3- 1	11.73	59.47	59.47	119.36	SI			

	Pilastro-P00B										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-5.99	0.39	0.12	-12.09	-5.75	19.65	19.65	SI
	2	3-6.53	2- 1	-60.62	-3.26	10.49	-67.79	-58.55	23.75	23.75	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	-0.40	59.47	59.47	118.49	SI			
	2	3-6.53	2- 1	5.54	59.47	59.47	125.78	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 1	-0.14	59.47	59.47	118.49	SI			
	2	3-6.53	3- 1	4.59	59.47	59.47	125.68	SI			

	Pilastro-P00C										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-5.96	0.39	-0.13	-12.12	-5.72	19.65	19.65	SI
	2	3-6.53	2- 1	-57.00	-5.02	9.36	-67.11	-57.00	23.62	23.62	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	0.45	59.47	59.47	118.49	SI			
	2	3-6.53	2- 1	5.09	59.47	59.47	125.29	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 1	-0.15	59.47	59.47	118.48	SI			
	2	3-6.53	3- 1	5.13	59.47	59.47	125.42	SI			

	Pilastro-P00D										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N_{ed}	M_{eyd}	M_{ezd}	N_{min}	N_{max}	M_{yul}	M_{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-5.10	1.21	-0.23	-7.91	-0.26	19.27	19.27	SI
	2	3-6.53	3- 1	2.63	-31.52	5.77	-38.29	2.63	18.33	18.33	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	0.51	59.47	59.47	118.47	SI			
	2	3-6.53	2- 1	6.09	59.47	59.47	119.48	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 1	-0.38	59.47	59.47	118.37	SI			
	2	3-6.53	3- 1	14.05	59.47	59.47	117.69	SI			

9.6 Verifiche dei pilastri nel caso pre-intervento con combinazioni sismiche

Pilastro-P001											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-2	-311.49	76.04	-120.61	-741.35	-215.61	59.14	95.07	NO
	2	3-6.53	6-13	-532.57	37.66	116.18	-533.36	-188.65	52.78	76.34	NO
	3	6.53-9.88	7-7	-222.91	93.89	18.18	-340.93	-174.84	46.44	67.48	NO
	4	9.88-13.25	6-2	-164.90	-34.09	70.95	-184.43	-126.77	30.67	45.23	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-15	-87.34	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-13	-69.36	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-15	-48.56	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	6-15	-39.78	130.69	130.69	191.82	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-5	67.39	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	7-7	53.77	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	7-7	56.46	89.20	89.20	194.51	SI			
	4	9.88-13.25	7-5	36.09	89.20	89.20	183.17	SI			

Pilastro-P002											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-2	-398.54	20.39	-191.70	-642.30	-336.45	61.74	97.04	NO
	2	3-6.53	6-4	-250.15	-5.00	-165.95	-462.93	-242.43	51.34	74.33	NO
	3	6.53-9.88	6-4	-225.39	4.51	-120.24	-259.20	-187.43	41.30	60.55	NO
	4	9.88-13.25	6-15	-28.48	18.89	-82.47	-155.34	-28.48	21.93	32.19	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	128.21	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-4	97.23	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	72.36	130.69	130.69	203.90	SI			
	4	9.88-13.25	6-2	50.19	130.69	130.69	193.09	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-16.43	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	3-1	9.10	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	8.23	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-11.61	89.20	89.20	186.99	SI			

	Pilastro-P003										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-2	-496.38	23.31	-176.38	-580.89	-425.66	61.11	95.83	NO
	2	3-5.1	6-13	-463.08	35.69	200.33	-463.08	-282.45	51.34	74.33	NO
	3	5.1-6.53	6-13	-283.57	-6.98	85.57	-413.95	-224.42	49.73	72.09	NO
	4	6.53-8.34	6-2	-149.24	24.66	-119.26	-357.07	-128.34	47.26	68.63	NO
	5	8.34-9.88	6-13	-143.65	-2.87	114.95	-265.05	-118.89	41.72	61.10	NO
	6	9.88-13.25	7-12	-172.05	49.68	-34.69	-179.42	-111.00	29.30	43.18	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-121.72	151.44	151.44	239.75	NO			
	2	3-5.1	6-13	-164.59	130.69	130.69	206.91	NO			
	3	5.1-6.53	6-13	-163.62	130.69	130.69	206.91	NO			
	4	6.53-8.34	6-13	-149.74	130.69	130.69	206.91	NO			
	5	8.34-9.88	6-13	-147.91	130.69	130.69	192.48	NO			
	6	9.88-13.25	6-15	-40.09	130.69	130.69	200.15	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-5	45.52	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-5.1	7-7	52.32	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	5.1-6.53	7-5	51.93	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	6.53-8.34	7-7	43.69	89.20	89.20	197.71	SI			
	5	8.34-9.88	7-7	42.91	89.20	89.20	188.15	SI			
	6	9.88-13.25	7-12	-27.71	89.20	89.20	187.72	SI			

	Pilastro-P004										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-505.47	25.22	190.38	-606.31	-440.34	61.52	96.43	NO
	2	3-5.1	6-13	-345.76	35.30	192.11	-446.06	-311.30	50.84	73.63	NO
	3	5.1-6.53	6-4	-237.75	5.45	-85.06	-438.98	-212.32	50.51	73.32	NO
	4	6.53-8.34	7-4	-204.16	75.81	55.79	-266.79	-200.20	41.85	61.27	NO
	5	8.34-9.88	6-4	-106.67	2.94	-114.05	-300.36	-70.70	44.14	64.27	NO
	6	9.88-13.25	6-4	-100.31	28.05	70.73	-125.88	-84.69	26.98	39.72	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-120.99	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-5.1	6-4	164.09	130.69	130.69	206.91	NO			
	3	5.1-6.53	6-4	162.94	130.69	130.69	205.62	NO			
	4	6.53-8.34	6-13	-146.53	130.69	130.69	196.63	NO			
	5	8.34-9.88	6-13	-148.36	130.69	130.69	206.91	NO			
	6	9.88-13.25	6-15	-44.58	130.69	130.69	188.95	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	46.06	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-5.1	7-2	55.99	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	5.1-6.53	7-4	55.63	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	6.53-8.34	7-2	47.40	89.20	89.20	196.45	SI			
	5	8.34-9.88	7-2	46.69	89.20	89.20	186.07	SI			
	6	9.88-13.25	7-13	-28.39	89.20	89.20	181.43	SI			

	Pilastro-P005										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-431.53	23.74	189.69	-642.23	-381.35	61.74	97.04	NO
	2	3-6.53	6-4	-481.44	9.63	-164.32	-516.52	-242.68	52.02	75.99	NO
	3	6.53-9.88	6-4	-318.83	7.72	-121.94	-346.13	-171.38	46.71	67.86	NO
	4	9.88-13.25	6-4	-124.74	22.13	88.23	-151.59	-39.08	22.89	33.62	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	126.37	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-4	96.82	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	73.12	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	6-4	51.57	130.69	130.69	189.84	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-16.48	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	3-1	9.34	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	8.36	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-11.67	89.20	89.20	190.82	SI			

	Pilastro-P006										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-303.41	76.84	124.58	-735.51	-232.10	59.30	95.40	NO
	2	3-6.53	7-4	-428.11	88.20	41.04	-497.95	-255.12	52.18	75.51	NO
	3	6.53-9.88	7-2	-317.10	100.60	-10.53	-343.56	-212.36	46.57	67.67	NO
	4	9.88-13.25	7-4	-156.46	-72.47	-34.20	-208.51	-124.82	30.50	44.98	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	87.94	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-4	71.77	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	50.62	130.69	130.69	203.10	SI			
	4	9.88-13.25	6-4	40.34	130.69	130.69	191.45	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	66.00	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	7-4	58.72	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	7-2	60.92	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	7-4	41.99	89.20	89.20	185.64	SI			

	Pilastro-P007										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-872.80	-388.76	31.43	-953.29	-739.73	250.85	160.90	NO
	2	3-6.53	6-10	-758.08	150.63	217.06	-748.08	-438.75	186.78	130.25	NO
	3	6.53-9.88	7- 7	-413.28	253.76	66.67	-4013.28	-330.13	190.21	127.66	NO
	4	9.88-13.25	7- 5	-139.23	-270.22	27.19	-169.90	-135.89	144.15	92.32	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-61.04	87.13	87.13	438.64	SI			
	2	3-6.53	6-12	-120.07	87.13	87.13	438.64	NO			
	3	6.53-9.88	6-12	-85.23	87.13	87.13	426.68	SI			
	4	9.88-13.25	6- 7	-18.28	87.13	87.13	382.84	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-185.19	136.92	136.92	455.19	NO			
	2	3-6.53	7-10	-175.95	136.92	136.92	455.19	NO			
	3	6.53-9.88	7- 7	163.58	136.92	136.92	439.22	NO			
	4	9.88-13.25	7- 5	120.70	136.92	136.92	399.51	SI			

	Pilastro-P008										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-874.44	-196.13	-56.30	-910.58	-796.76	172.34	172.34	NO
	2	3-6.53	6- 7	-563.29	-68.36	-220.23	-575.82	-518.21	110.02	110.02	NO
	3	6.53-9.88	7-10	-300.42	-87.55	-60.93	-376.10	-269.81	67.46	90.70	NO
	4	9.88-13.24	6- 7	-127.17	-18.08	-88.70	-207.36	-101.76	55.10	75.21	NO
	5	13.25-16.37	7- 3	-96.93	-1.94	4.36	-103.54	-53.69	24.21	35.58	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 4	110.49	100.96	100.96	383.60	SI			
	2	3-6.53	6- 5	121.17	87.13	87.13	289.67	NO			
	3	6.53-9.88	6- 5	78.48	87.13	87.13	223.46	SI			
	4	9.88-13.25	6- 5	48.37	87.13	87.13	205.64	SI			
	5	13.25-16.37	6- 4	-4.19	87.13	87.13	181.46	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-122.14	100.96	100.96	383.60	NO			
	2	3-6.53	7-10	-108.93	87.13	87.13	289.67	NO			
	3	6.53-9.88	7-10	-51.63	65.00	65.00	216.10	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-34.84	65.00	65.00	198.57	SI			
	5	13.25-16.37	3- 2	-0.79	59.47	59.47	175.16	SI			

	Pilastro-P009										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-999.24	-207.75	-35.40	-999.24	-866.96	174.29	174.29	NO
	2	3-6.53	6-12	-663.20	-79.01	211.59	-674.73	-611.12	114.27	114.27	NO
	3	6.53-9.88	7-15	-410.61	-95.74	66.06	-475.09	-380.00	71.84	96.37	NO
	4	9.88-13.24	6-13	-159.49	12.39	118.55	-187.56	-118.88	53.34	72.80	NO
	5	13.25-16.37	7- 4	-71.82	-1.44	-3.16	-78.43	-27.23	21.82	32.02	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-113.85	100.96	100.96	383.60	NO			
	2	3-6.53	6-10	-113.25	87.13	87.13	289.67	NO			
	3	6.53-9.88	6-10	-76.96	87.13	87.13	223.46	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-67.50	87.13	87.13	208.31	SI			
	5	13.25-16.37	3- 1	-8.34	87.13	87.13	179.59	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-124.23	100.96	100.96	383.60	NO			
	2	3-6.53	7-15	-117.59	87.13	87.13	289.67	NO			
	3	6.53-9.88	7-15	-56.53	65.00	65.00	216.10	SI			
	4	9.88-13.25	7-13	-21.29	65.00	65.00	199.83	SI			
	5	13.25-16.37	7- 2	-7.30	59.47	59.47	173.83	SI			

	Pilastro-P010										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-869.67	-292.93	-44.40	-945.26	-748.95	161.43	139.51	NO
	2	3-6.53	7- 2	-683.31	184.19	-48.15	-683.31	-527.38	97.30	64.84	NO
	3	6.53-9.88	7-13	-416.86	-199.14	-53.71	-441.99	-359.34	114.42	79.73	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 4	75.21	87.13	87.13	331.05	SI			
	2	3-6.53	6- 7	58.00	59.47	59.47	225.96	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	62.59	59.47	59.47	225.96	NO			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-156.46	100.96	100.96	335.65	NO			
	2	3-6.53	7-15	-124.67	100.96	100.96	239.75	NO			
	3	6.53-9.88	7-15	-130.82	100.96	100.96	239.75	NO			
Taglio Z	4	9.88-13.25	7-13	-92.15	100.96	100.96	220.27	SI			

	Pilastro-P011										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 7	-336.78	14.21	-197.47	-715.20	-240.05	59.87	96.23	NO
	2	3-6.53	7- 7	-217.04	31.75	-72.64	-528.28	-141.36	52.71	76.24	NO
	3	6.53-9.88	6- 7	-202.17	-58.47	69.19	-335.73	-129.66	46.16	67.09	NO
	4	9.88-13.25	7-10	-109.13	19.54	-91.15	-168.66	-106.44	28.90	42.59	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-107.49	151.44	151.44	239.75	NO			
	2	3-6.53	7-10	-71.69	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-79.44	130.69	130.69	206.91	SI			
Taglio Z	4	9.88-13.25	7-10	-50.38	130.69	130.69	187.66	SI			
	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 2	32.02	89.20	89.20	225.96	NO			
	2	3-6.53	6-12	41.30	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	38.02	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	6- 7	-22.72	89.20	89.20	179.22	SI			

	Pilastro-P012										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-544.91	-59.98	-34.05	-593.26	-427.07	65.69	96.07	NO
	2	3-6.53	6- 5	-279.42	-5.59	-134.09	-421.98	-271.70	50.03	72.50	NO
	3	6.53-9.88	6- 5	-183.70	-4.72	-126.78	-250.21	-173.68	40.64	59.57	NO
	4	9.88-13.25	6- 5	-90.29	-18.59	83.01	-120.06	-58.63	24.66	36.25	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 4	32.85	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	6- 5	77.32	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6- 5	77.93	87.13	87.13	198.08	SI			
Taglio Z	4	9.88-13.25	6- 7	49.64	87.13	87.13	188.16	SI			
	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-27.13	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	3- 1	10.55	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-7.87	59.47	59.47	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	14.73	59.47	59.47	185.61	SI			

	Pilastro-P013										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-566.46	-65.25	18.12	-567.71	-425.31	65.23	95.45	NO
	2	3-6.53	6-12	-383.49	-13.46	126.64	-384.91	-326.25	48.55	70.26	NO
	3	6.53-9.88	6-12	-274.27	-13.17	122.71	-279.10	-202.00	42.72	62.40	NO
	4	9.88-13.25	6-12	-182.02	-13.76	-86.20	-194.63	-100.87	28.41	41.86	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-28.66	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-12	-73.70	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-75.31	87.13	87.13	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	-49.56	87.13	87.13	197.84	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-34.12	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	7-10	-37.20	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-20.62	59.47	59.47	194.77	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	9.62	59.47	59.47	197.71	SI			

	Pilastro-P014										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 4	-468.64	60.08	26.00	-589.17	-459.85	65.62	95.98	NO
	2	3-6.53	6-12	-360.43	-20.36	120.41	-391.69	-337.51	48.84	70.84	NO
	3	6.53-9.88	6-12	-224.39	-20.34	123.30	-254.46	-217.06	40.96	60.09	NO
	4	9.88-13.25	6- 7	-110.90	-23.93	85.30	-126.13	-95.92	27.98	41.20	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-27.96	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-12	-70.87	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-76.21	87.13	87.13	203.76	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-52.80	87.13	87.13	186.92	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-33.98	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	7-15	-39.99	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-24.22	59.47	59.47	193.84	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	19.71	59.47	59.47	191.53	SI			

	Pilastro-P015										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 4	-514.06	51.87	23.99	-597.41	-501.70	65.75	96.16	SI
	2	3-6.53	6- 5	-438.77	22.96	-118.28	-450.75	-323.83	50.98	73.83	NO
	3	6.53-9.88	6- 5	-277.76	38.47	-119.29	-309.70	-184.74	44.70	65.05	NO
	4	9.88-13.25	6- 7	-130.50	-19.59	77.87	-138.28	-44.55	23.39	34.35	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-24.83	100.96	100.96	239.75	SI			
	2	3-6.53	6-12	-71.64	87.13	87.13	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-75.27	87.13	87.13	203.71	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-49.27	87.13	87.13	178.70	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-21.78	59.47	59.47	225.96	SI			
	2	3-6.53	7- 2	27.98	59.47	59.47	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	7- 2	21.74	59.47	59.47	193.00	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	14.71	59.47	59.47	189.86	SI			

	Pilastro-P016										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 4	-282.65	5.65	-217.90	-674.75	-275.15	60.94	97.32	NO
	2	3-6.53	6-12	-272.69	51.38	72.27	-505.82	-191.79	52.33	75.72	NO
	3	6.53-9.88	6-12	-229.89	59.89	75.45	-330.50	-181.20	45.88	66.70	NO
	4	9.88-13.25	7-15	-138.22	-24.36	-109.99	-178.91	-125.55	30.57	45.07	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Snellezza eccessiva, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-105.59	151.44	151.44	239.75	SI			
	2	3-6.53	7-15	-80.63	130.69	130.69	206.91	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-86.35	130.69	130.69	206.91	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	-59.73	130.69	130.69	191.73	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	-25.66	89.20	89.20	225.96	SI			
	2	3-6.53	6- 5	-41.01	89.20	89.20	197.71	SI			
	3	6.53-9.88	6- 5	-39.92	89.20	89.20	197.71	SI			
	4	9.88-13.25	6- 5	-22.37	89.20	89.20	183.29	SI			

	Pilastro-P00A										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-12	-5.93	1.07	40.68	-6.79	0.82	18.49	18.49	NO
	2	3-6.53	6-10	-11.01	-35.60	-40.60	-31.57	10.45	17.63	17.63	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	-59.74	59.47	59.47	117.69	SI			
	2	3-6.53	6-12	-23.97	59.47	59.47	121.16	NO			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-7	-3.29	59.47	59.47	117.69	SI			
	2	3-6.53	7-7	25.89	59.47	59.47	117.69	SI			

	Pilastro-P00B										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-5	-6.17	0.46	-43.15	-6.37	-6.37	19.14	19.14	NO
	2	3-6.53	6-5	-33.32	-5.26	48.40	-38.83	-19.87	20.34	20.34	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	-62.80	59.47	59.47	118.51	SI			
	2	3-6.53	6-5	25.93	59.47	59.47	122.13	NO			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-7	-1.71	59.47	59.47	118.32	SI			
	2	3-6.53	7-7	10.08	59.47	59.47	121.04	SI			

	Pilastro-P00C										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-5	-4.00	1.27	-43.14	-6.82	-6.82	19.18	19.18	NO
	2	3-6.53	6-5	-16.90	-12.45	48.38	-40.95	-16.90	20.08	20.08	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	-62.79	59.47	59.47	118.22	SI			
	2	3-6.53	6-5	25.93	59.47	59.47	119.94	NO			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-2	-2.08	59.47	59.47	118.24	SI			
	2	3-6.53	7-2	11.99	59.47	59.47	120.48	SI			

	Pilastro-P00D										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N_{ed}	M_{eyd}	M_{ezd}	N_{min}	N_{max}	M_{yul}	M_{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-5	-0.01	3.25	-41.75	-6.57	2.16	18.37	18.37	NO
	2	3-6.53	6-5	9.63	-45.10	44.94	-26.01	19.68	16.80	16.80	NO
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rcd}	Verifica	Passo staffe insufficiente, Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	-60.77	59.47	59.47	117.69	SI			
	2	3-6.53	6-5	24.56	59.47	59.47	117.69	NO			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-2	-4.51	59.47	59.47	117.69	SI			
	2	3-6.53	7-2	32.99	59.47	59.47	117.69	SI			

9.7 Verifiche dei pilastri nel caso post-intervento, adeguamento sismico

Pilastro-P001											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-2	-296.83	152.80	-177.72	-876.73	-178.07	291.53	371.36	SI
	2	3-6.53	6-13	-627.08	47.89	147.27	-627.08	-156.47	278.30	332.98	SI
	3	6.53-9.88	7-5	-325.31	130.88	-21.22	-374.09	-166.25	187.84	226.55	SI
	4	9.88-13.25	7-5	-104.47	-171.88	72.71	-191.45	-101.35	213.23	258.03	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-15	-111.94	276.49	276.49	668.01	SI			
	2	3-6.53	6-15	-104.18	212.23	212.23	586.89	SI			
	3	6.53-9.88	6-15	-71.21	288.03	288.03	556.88	SI			
	4	9.88-13.25	6-15	-46.63	212.23	212.23	531.04	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-5	115.08	203.09	203.09	632.15	SI			
	2	3-6.53	7-5	75.37	171.02	171.02	568.25	SI			
	3	6.53-9.88	7-5	88.71	232.10	232.10	546.30	SI			
	4	9.88-13.25	7-5	75.65	171.02	171.02	514.70	SI			

Pilastro-P002											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-2	-437.42	27.86	-336.94	-720.86	-344.59	319.38	403.95	SI
	2	3-6.53	6-2	-368.86	-16.20	-256.65	-488.76	-284.07	305.29	369.16	SI
	3	6.53-9.88	6-15	-181.99	33.68	175.68	-340.35	-161.26	220.22	263.82	SI
	4	9.88-13.25	6-15	21.19	37.61	-137.50	-247.62	21.19	121.65	150.82	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	197.33	232.83	232.83	609.99	SI			
	2	3-6.53	6-4	168.60	252.02	252.02	551.96	SI			
	3	6.53-9.88	6-2	132.01	252.02	252.02	556.87	SI			
	4	9.88-13.25	6-2	67.73	288.03	288.03	540.36	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-28.10	171.02	171.02	610.67	SI			
	2	3-6.53	7-10	-15.70	203.09	203.09	539.20	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	14.06	203.09	203.09	524.61	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-27.33	232.10	232.10	526.78	SI			

	Pilastro-P003										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-15	-559.45	-24.73	362.08	-646.62	-459.64	312.11	395.05	SI
	2	3-5.1	6-4	-307.87	-18.32	-247.10	-523.99	-294.88	243.04	290.86	SI
	3	5.1-6.53	7-12	-254.34	67.10	23.33	-472.75	-223.20	225.07	267.77	SI
	4	6.53-8.34	7-4	-380.61	89.32	39.40	-380.61	-146.14	225.83	269.91	SI
	5	8.34-9.88	6-15	-241.57	16.32	109.16	-262.61	-144.51	170.90	208.16	SI
	6	9.88-13.25	6-4	18.32	43.48	128.18	-320.84	27.20	111.26	139.60	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-220.11	232.83	232.83	651.16	SI			
	2	3-5.1	6-13	-191.19	252.02	252.02	583.55	SI			
	3	5.1-6.53	6-13	-186.50	252.02	252.02	559.92	SI			
	4	6.53-8.34	6-13	-172.74	252.02	252.02	578.97	SI			
	5	8.34-9.88	6-13	-169.85	288.03	288.03	545.57	SI			
	6	9.88-13.25	6-13	-55.20	212.23	212.23	549.71	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-2	52.04	171.02	171.02	644.95	SI			
	2	3-5.1	7-7	79.37	203.09	203.09	576.18	SI			
	3	5.1-6.53	7-7	79.00	203.09	203.09	565.02	SI			
	4	6.53-8.34	7-7	68.30	203.09	203.09	550.24	SI			
	5	8.34-9.88	7-7	67.19	232.10	232.10	537.49	SI			
	6	9.88-13.25	7-12	-45.40	171.02	171.02	529.41	SI			

	Pilastro-P004										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-15	-503.45	-16.86	357.09	-652.50	-483.20	312.69	395.76	SI
	2	3-5.1	6-13	-422.21	37.93	246.80	-472.86	-356.53	225.08	266.79	SI
	3	5.1-6.53	7-13	-252.27	67.41	-20.71	-489.73	-221.13	239.37	285.98	SI
	4	6.53-8.34	7-4	-241.47	94.55	40.45	-324.63	-192.01	205.36	245.58	SI
	5	8.34-9.88	6-4	-141.07	19.46	-102.31	-301.91	-110.15	177.00	214.96	SI
	6	9.88-13.25	6-15	-61.60	44.59	-176.92	-190.43	-41.31	159.53	196.52	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-215.15	232.83	232.83	642.41	SI			
	2	3-5.1	6-4	188.39	252.02	252.02	568.46	SI			
	3	5.1-6.53	6-2	186.79	252.02	252.02	553.56	SI			
	4	6.53-8.34	6-15	-171.00	252.02	252.02	527.70	SI			
	5	8.34-9.88	6-15	-173.74	288.03	288.03	549.40	SI			
	6	9.88-13.25	6-15	-70.79	252.02	252.02	516.36	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	51.71	171.02	171.02	646.25	SI			
	2	3-5.1	7-4	79.29	203.09	203.09	571.43	SI			
	3	5.1-6.53	7-4	79.23	203.09	203.09	569.83	SI			
	4	6.53-8.34	7-2	72.98	203.09	203.09	543.90	SI			
	5	8.34-9.88	7-2	71.99	232.10	232.10	532.38	SI			
	6	9.88-13.25	7-13	-32.00	203.09	203.09	522.46	SI			

	Pilastro-P005										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-452.37	30.43	330.84	-737.14	-365.94	320.94	405.87	SI
	2	3-6.53	6-4	-528.91	12.27	-255.70	-585.46	-234.96	314.40	381.22	SI
	3	6.53-9.88	6-4	-369.33	39.75	-197.67	-412.60	-152.71	230.17	274.70	SI
	4	9.88-13.25	6-4	-154.00	51.03	156.22	-204.55	-30.80	121.57	152.36	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	197.25	232.83	232.83	654.72	SI			
	2	3-6.53	6-4	169.29	252.02	252.02	584.26	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	133.40	252.02	252.02	561.08	SI			
	4	9.88-13.25	6-4	73.87	212.23	212.23	529.79	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-27.79	171.02	171.02	614.92	SI			
	2	3-6.53	7-15	-17.38	203.09	203.09	541.65	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	14.35	203.09	203.09	535.03	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-25.11	171.02	171.02	531.49	SI			

	Pilastro-P006										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-293.59	151.06	185.20	-866.20	-190.80	290.55	370.14	SI
	2	3-6.53	6-2	-599.53	46.20	-149.89	-599.53	-205.88	250.98	301.29	SI
	3	6.53-9.88	7-4	-372.75	131.30	21.34	-372.75	-198.43	179.09	222.17	SI
	4	9.88-13.25	7-4	-134.34	-177.36	-57.97	-206.26	-94.43	181.52	222.83	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	112.77	276.49	276.49	668.01	SI			
	2	3-6.53	6-4	106.88	252.02	252.02	584.49	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	71.67	212.23	212.23	541.44	SI			
	4	9.88-13.25	6-4	36.76	252.02	252.02	521.16	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	113.61	203.09	203.09	628.53	SI			
	2	3-6.53	7-4	76.72	203.09	203.09	568.70	SI			
	3	6.53-9.88	7-4	88.55	171.02	171.02	553.09	SI			
	4	9.88-13.25	7-4	79.77	203.09	203.09	518.97	SI			

	Pilastro-P007										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-951.56	-512.28	26.34	-1010.46	-761.40	531.57	409.26	SI
	2	3-6.53	6-10	-836.93	139.43	244.53	-836.93	-404.41	639.46	498.75	SI
	3	6.53-9.88	7-13	-353.59	170.30	70.54	-455.22	-319.82	474.66	367.46	SI
	4	9.88-13.25	7-12	-151.38	382.54	29.67	-208.86	-113.78	392.41	299.69	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-67.79	288.03	288.03	987.76	SI			
	2	3-6.53	6-15	-135.24	212.23	212.23	942.42	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-92.23	252.02	252.02	897.40	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	18.39	252.02	252.02	853.54	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-236.62	388.69	388.69	977.51	SI			
	2	3-6.53	7-12	-191.44	286.41	286.41	935.77	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-162.30	340.11	340.11	889.15	SI			
	4	9.88-13.25	7-5	125.83	340.11	340.11	857.23	SI			

	Pilastro-P008										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-949.13	-232.27	-51.72	-1025.25	-847.96	350.62	350.62	SI
	2	3-6.53	6-7	-657.15	-97.96	-316.59	-659.57	-579.97	431.33	431.33	SI
	3	6.53-9.88	7-10	-408.92	-139.63	-70.63	-450.97	-310.92	247.22	292.56	SI
	4	9.88-13.24	6-2	-191.07	-19.83	-107.63	-234.15	-132.72	219.00	259.28	SI
	5	13.25-16.37	7-5	-92.45	-1.85	5.13	-111.14	-37.80	75.24	93.72	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	140.18	315.99	315.99	865.06	SI			
	2	3-6.53	6-2	162.78	252.02	252.02	714.44	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	97.93	252.02	252.02	577.42	SI			
	4	9.88-13.25	6-2	66.18	252.02	252.02	557.73	SI			
	5	13.25-16.37	6-4	-22.97	288.03	288.03	516.65	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-134.02	315.99	315.99	890.68	SI			
	2	3-6.53	7-10	-164.35	252.02	252.02	715.43	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-87.42	212.87	212.87	582.56	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-67.45	212.87	212.87	547.71	SI			
	5	13.25-16.37	7-1	-9.87	232.10	232.10	512.91	SI			

	Pilastro-P009										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-1068.43	-243.69	-42.27	-1068.43	-879.92	356.94	356.94	SI
	2	3-6.53	6-12	-658.05	-76.88	315.22	-714.97	-631.36	438.42	438.42	SI
	3	6.53-9.88	7-15	-472.09	-149.73	74.96	-511.62	-375.68	254.75	301.44	SI
	4	9.88-13.24	6-13	-193.55	-12.11	155.43	-210.89	-135.29	173.00	204.83	SI
	5	13.25-16.37	7-4	-84.81	-2.60	-3.82	-103.50	-25.43	84.33	105.34	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-148.89	315.99	315.99	865.91	SI			
	2	3-6.53	6-13	-159.50	252.02	252.02	717.59	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	-98.92	252.02	252.02	587.25	SI			
	4	9.88-13.25	6-13	-100.29	288.03	288.03	558.09	SI			
	5	13.25-16.37	6-2	-18.26	288.03	288.03	515.34	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-133.71	315.99	315.99	890.68	SI			
	2	3-6.53	7-13	-167.58	252.02	252.02	718.32	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-96.31	212.87	212.87	591.63	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	-31.57	243.28	243.28	546.85	SI			
	5	13.25-16.37	7-4	-25.77	232.10	232.10	511.89	SI			

	Pilastro-P010										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-961.74	-474.92	-36.89	-1013.19	-776.88	497.76	470.63	SI
	2	3-6.53	6-5	-852.96	82.97	-172.10	-852.96	-426.16	458.20	344.51	SI
	3	6.53-9.88	7-2	-492.77	212.48	-69.21	-492.77	-363.69	395.97	297.66	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	82.84	212.23	212.23	811.86	SI			
	2	3-6.53	6-4	96.11	203.09	203.09	654.22	SI			
	3	6.53-9.88	2-1	88.01	203.09	203.09	654.11	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-221.53	232.83	232.83	816.46	SI			
	2	3-6.53	7-13	-151.86	276.49	276.49	656.72	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-159.99	276.49	276.49	613.12	SI			
	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	4	9.88-13.25	7-13	-132.21	276.49	276.49	578.00	SI			

	Pilastro-P011										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-7	-418.66	34.92	-418.24	-806.81	-269.37	383.10	507.88	SI
	2	3-6.53	6-7	-255.70	-54.31	80.03	-617.72	-132.09	218.72	263.23	SI
	3	6.53-9.88	6-7	-200.25	-87.88	86.79	-374.94	-116.09	212.48	253.25	SI
	4	9.88-13.25	7-10	-157.59	66.22	-194.48	-194.86	-64.00	163.47	200.90	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-7	174.50	232.83	232.83	617.85	SI			
	2	3-6.53	7-10	-91.51	288.03	288.03	579.50	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-97.52	252.02	252.02	555.02	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-76.70	252.02	252.02	530.31	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-2	33.31	171.02	171.02	654.22	SI			
	2	3-6.53	6-10	62.21	232.10	232.10	573.58	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	69.35	203.09	203.09	544.33	SI			
	4	9.88-13.25	6-7	-38.36	203.09	203.09	515.23	SI			

	Pilastro-P012										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-10	-602.54	-137.67	-61.24	-689.26	-474.45	197.00	256.48	SI
	2	3-6.53	6-5	-307.78	-18.71	-153.87	-536.88	-285.94	178.91	221.17	SI
	3	6.53-9.88	6-5	-187.51	-19.76	-166.30	-299.68	-163.74	201.74	241.73	SI
	4	9.88-13.25	6-5	-95.93	-44.43	151.43	-151.05	-54.40	125.75	157.54	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	51.47	315.99	315.99	628.97	SI			
	2	3-6.53	6-5	89.18	252.02	252.02	552.13	SI			
	3	6.53-9.88	6-7	113.75	252.02	252.02	541.75	SI			
	4	9.88-13.25	6-7	76.91	212.23	212.23	526.33	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-58.58	232.10	232.10	641.68	SI			
	2	3-6.53	7-7	11.33	203.09	203.09	558.24	SI			
	3	6.53-9.88	7-2	-12.08	203.09	203.09	521.59	SI			
	4	9.88-13.25	3-2	31.96	171.02	171.02	524.12	SI			

	Pilastro-P013										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-15	-629.32	-38.72	139.48	-629.32	-519.71	189.08	247.42	SI
	2	3-6.53	6-10	-431.99	18.58	147.64	-472.78	-356.73	225.07	266.78	SI
	3	6.53-9.88	6-12	-331.83	-26.44	170.63	-340.21	-212.48	207.59	247.96	SI
	4	9.88-13.25	6-5	-89.42	-45.11	150.42	-231.70	-84.56	131.08	164.14	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-53.14	315.99	315.99	640.84	SI			
	2	3-6.53	6-12	-89.70	252.02	252.02	575.84	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-117.01	252.02	252.02	555.63	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	-78.61	212.23	212.23	537.34	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-45.86	232.10	232.10	642.09	SI			
	2	3-6.53	7-12	-70.97	203.09	203.09	571.24	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-40.95	203.09	203.09	536.39	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	20.00	171.02	171.02	516.72	SI			

	Pilastro-P014										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-551.50	31.20	155.05	-675.85	-526.91	195.26	254.46	SI
	2	3-6.53	6-7	-490.56	-24.85	-135.65	-490.59	-362.59	204.15	244.65	SI
	3	6.53-9.88	6-10	-270.83	23.18	173.62	-323.29	-231.57	217.79	261.21	SI
	4	9.88-13.25	6-10	-113.91	-42.45	-194.88	-173.49	-99.42	182.24	221.46	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-56.45	315.99	315.99	637.26	SI			
	2	3-6.53	6-10	-85.53	288.03	288.03	563.27	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	-120.22	252.02	252.02	546.76	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-94.96	252.02	252.02	523.96	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-44.89	232.10	232.10	645.31	SI			
	2	3-6.53	7-13	-71.68	232.10	232.10	570.37	SI			
	3	6.53-9.88	7-13	-50.57	203.09	203.09	537.08	SI			
	4	9.88-13.25	3-2	40.12	203.09	203.09	531.31	SI			

	Pilastro-P015										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-531.39	41.11	129.66	-779.01	-496.69	208.08	269.54	SI
	2	3-6.53	6-7	-605.37	64.48	-137.05	-605.37	-334.45	276.20	330.23	SI
	3	6.53-9.88	6-5	-279.36	197.02	-167.77	-353.04	-136.81	277.13	335.69	SI
	4	9.88-13.25	6-12	-60.78	-28.33	-153.84	-169.07	-10.89	127.33	157.77	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-43.50	315.99	315.99	634.32	SI			
	2	3-6.53	6-12	-89.86	212.23	212.23	560.02	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-119.12	252.02	252.02	541.01	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	-73.37	288.03	288.03	516.24	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-44.39	232.10	232.10	646.82	SI			
	2	3-6.53	7-2	84.34	171.02	171.02	573.33	SI			
	3	6.53-9.88	7-2	81.79	203.09	203.09	522.55	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	29.71	232.10	232.10	520.33	SI			

	Pilastro-P016										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-2	-464.79	-25.25	-386.91	-783.45	-296.37	326.11	433.98	SI
	2	3-6.53	6-12	-246.43	68.17	83.78	-640.46	-146.70	242.75	291.05	SI
	3	6.53-9.88	6-12	-226.62	91.91	87.21	-387.44	-164.28	214.21	255.14	SI
	4	9.88-13.25	7-15	-171.05	-63.06	-203.31	-191.90	-101.30	182.70	224.13	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	161.84	276.49	276.49	603.88	SI			
	2	3-6.53	7-13	-98.62	252.02	252.02	593.09	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-100.16	252.02	252.02	555.24	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	-81.44	252.02	252.02	532.27	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-1	-27.03	203.09	203.09	654.22	SI			
	2	3-6.53	6-5	-58.95	203.09	203.09	580.26	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	-70.02	203.09	203.09	549.24	SI			
	4	9.88-13.25	6-5	-32.27	203.09	203.09	515.84	SI			

	Pilastro-P00A										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-7	-0.76	16.51	2.78	-30.74	19.77	119.99	119.99	SI
	2	3-6.53	7-7	71.35	-251.08	-41.82	-76.47	71.35	264.93	264.93	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-10	-5.15	171.02	171.02	410.75	SI			
	2	3-6.53	6-12	-62.89	171.02	171.02	409.30	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-7	-7.68	171.02	171.02	408.99	SI			
	2	3-6.53	7-7	95.98	171.02	171.02	408.89	SI			

	Pilastro-P00B										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-10	-10.68	3.21	4.41	-23.88	-5.44	118.79	118.79	SI
	2	3-6.53	6-10	-29.26	-49.22	-121.15	-64.85	-28.23	134.52	134.52	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-10	-6.27	171.02	171.02	410.42	SI			
	2	3-6.53	6-12	-66.62	203.09	203.09	412.93	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-2.81	171.02	171.02	411.62	SI			
	2	3-6.53	7-7	24.98	203.09	203.09	413.97	SI			

	Pilastro-P00C										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-2	-2.49	4.55	-3.67	-27.33	-1.89	119.39	119.39	SI
	2	3-6.53	6-5	-13.94	-52.14	129.88	-79.63	-13.94	144.85	144.85	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	7.45	171.02	171.02	410.14	SI			
	2	3-6.53	6-5	68.70	203.09	203.09	410.88	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-2.74	171.02	171.02	411.53	SI			
	2	3-6.53	7-2	26.28	203.09	203.09	412.41	SI			

Pilastro-P00D											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 2	4.98	12.99	-3.17	-40.71	66.79	136.67	136.67	SI
	2	3-6.53	7- 2	205.91	-269.63	54.47	-106.38	205.91	295.06	295.06	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 5	5.34	203.09	203.09	409.97	SI			
	2	3-6.53	6- 5	61.06	171.02	171.02	408.89	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 2	-7.35	203.09	203.09	408.89	SI			
	2	3-6.53	7- 2	103.50	171.02	171.02	408.89	SI			

9.8 Verifiche dei pilastri nel caso post-intervento, miglioramento sismico

Pilastro-P001											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-5	-571.85	155.00	-34.90	-694.63	-330.33	174.30	246.50	SI
	2	3-6.53	6-13	-536.01	39.69	103.66	-536.01	-228.55	156.38	199.93	SI
	3	6.53-9.88	7-5	-303.81	100.14	-12.16	-334.97	-196.77	123.73	158.35	SI
	4	9.88-13.25	7-5	-128.06	-98.78	41.20	-177.25	-118.72	104.27	135.09	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-15	-78.03	247.13	247.13	517.46	SI			
	2	3-6.53	6-15	-68.65	222.66	222.66	458.02	SI			
	3	6.53-9.88	6-15	-48.17	222.66	222.66	433.43	SI			
	4	9.88-13.25	6-15	-32.21	222.66	222.66	407.48	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-5	78.99	173.72	173.72	500.50	SI			
	2	3-6.53	7-5	53.88	173.72	173.72	443.51	SI			
	3	6.53-9.88	7-5	63.74	173.72	173.72	423.77	SI			
	4	9.88-13.25	7-5	48.74	173.72	173.72	398.95	SI			

Pilastro-P002											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-4	-404.43	-8.09	-213.05	-646.73	-388.63	168.35	252.55	SI
	2	3-6.53	6-2	-358.14	-7.46	-169.48	-450.53	-300.04	190.48	236.03	SI
	3	6.53-9.88	6-4	-265.70	9.42	-128.03	-296.94	-188.34	129.58	166.30	SI
	4	9.88-13.25	6-15	-24.25	35.72	-81.71	-191.29	24.25	70.23	90.75	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	129.18	208.11	208.11	489.91	SI			
	2	3-6.53	6-4	107.94	222.66	222.66	434.19	SI			
	3	6.53-9.88	6-2	83.09	222.66	222.66	431.31	SI			
	4	9.88-13.25	6-2	45.19	254.47	254.47	413.77	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-18.14	146.29	146.29	485.97	SI			
	2	3-6.53	3-2	-10.80	173.72	173.72	457.03	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	9.75	173.72	173.72	443.63	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-23.23	198.54	198.54	406.81	SI			

	Pilastro-P003										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-15	-542.06	-17.39	223.39	-600.19	-474.46	174.21	246.82	SI
	2	3-5.1	6-13	-473.88	38.51	173.70	-473.88	-321.60	150.15	2192.10	SI
	3	5.1-6.53	7-12	-281.02	35.99	21.09	-425.81	-251.89	134.43	171.78	SI
	4	6.53-8.34	7-4	-330.66	66.37	31.81	-330.66	-182.36	123.20	157.68	SI
	5	8.34-9.88	6-15	-225.14	8.30	85.17	-239.08	-159.46	102.36	131.75	SI
	6	9.88-13.25	6-4	-48.43	32.11	70.66	-250.21	-41.90	63.51	81.77	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-138.80	208.11	208.11	517.46	SI			
	2	3-5.1	6-13	-131.16	222.66	222.66	456.81	SI			
	3	5.1-6.53	6-13	-127.29	222.66	222.66	438.03	SI			
	4	6.53-8.34	6-13	-119.12	222.66	222.66	445.88	SI			
	5	8.34-9.88	6-13	-116.32	254.47	254.47	422.82	SI			
	6	9.88-13.25	6-13	-35.56	254.47	254.47	421.32	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-1	55.38	173.72	173.72	448.49	SI			
	2	3-5.1	7-7	55.08	173.72	173.72	438.85	SI			
	3	5.1-6.53	7-7	46.14	173.72	173.72	425.04	SI			
	4	6.53-8.34	7-7	45.41	198.54	198.54	414.95	SI			
	5	8.34-9.88	7-7	-32.43	198.54	198.54	406.55	SI			
	6	9.88-13.25	7-12	0.00	0.00	0.00	0.00	SI			

	Pilastro-P004										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-15	-508.59	-11.65	219.28	-613.22	-492.80	167.15	3236.61	SI
	2	3-5.1	6-2	-445.89	38.34	-167.91	-445.89	-360.20	147.17	188.36	SI
	3	5.1-6.53	7-13	-282.38	36.22	-21.27	-439.12	-253.25	146.43	187.44	SI
	4	6.53-8.34	7-4	-217.38	70.75	33.40	-291.54	-208.73	118.24	152.46	SI
	5	8.34-9.88	6-4	-162.91	8.83	-79.38	-274.03	-125.97	115.96	148.60	SI
	6	9.88-13.25	6-15	-84.10	39.82	-98.61	-155.81	-69.71	86.21	111.45	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-135.23	247.13	247.13	513.07	SI			
	2	3-5.1	6-4	128.73	222.66	222.66	447.96	SI			
	3	5.1-6.53	6-4	126.49	222.66	222.66	429.76	SI			
	4	6.53-8.34	6-15	-116.02	222.66	222.66	415.16	SI			
	5	8.34-9.88	6-15	-118.79	222.66	222.66	428.01	SI			
	6	9.88-13.25	6-15	-44.38	222.66	222.66	400.64	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	37.44	173.72	173.72	503.67	SI			
	2	3-5.1	7-4	56.02	173.72	173.72	445.38	SI			
	3	5.1-6.53	7-4	55.82	173.72	173.72	442.88	SI			
	4	6.53-8.34	7-2	49.48	173.72	173.72	417.38	SI			
	5	8.34-9.88	7-2	48.84	173.72	173.72	407.64	SI			
	6	9.88-13.25	7-13	-28.68	173.72	173.72	400.48	SI			

	Pilastro-P005										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	6-13	-473.73	21.13	204.89	-659.80	-414.73	171.43	242.52	SI
	2	3-6.53	6-4	-481.83	9.64	-169.31	-518.41	-280.97	185.68	229.88	SI
	3	6.53-9.88	6-4	-333.33	20.77	-131.11	-361.18	-190.65	126.93	162.36	SI
	4	9.88-13.25	6-4	-134.59	39.50	93.42	-169.68	-55.56	75.01	96.88	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	127.60	247.13	247.13	517.46	SI			
	2	3-6.53	6-4	107.49	222.66	222.66	457.95	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	83.54	222.66	222.66	436.55	SI			
	4	9.88-13.25	6-4	48.34	254.47	254.47	407.92	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-18.07	173.72	173.72	489.87	SI			
	2	3-6.53	3-2	-11.30	173.72	173.72	457.03	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	9.34	173.72	173.72	451.33	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	-22.11	198.54	198.54	411.54	SI			

	Pilastro-P006										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-4	-553.08	152.81	43.91	-676.69	-352.20	180.28	255.22	SI
	2	3-6.53	6-2	-523.36	39.74	-104.82	-523.36	-264.79	155.15	198.39	SI
	3	6.53-9.88	7-4	-340.43	100.82	13.15	-340.43	-223.67	124.40	159.19	SI
	4	9.88-13.25	7-4	-142.58	-104.60	-33.69	-190.21	-116.41	114.18	148.06	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	77.62	208.11	208.11	517.46	SI			
	2	3-6.53	6-4	70.71	222.66	222.66	457.43	SI			
	3	6.53-9.88	6-4	48.60	222.66	222.66	424.25	SI			
	4	9.88-13.25	6-4	28.31	187.50	187.50	405.15	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	77.75	146.29	146.29	497.84	SI			
	2	3-6.53	7-4	55.34	173.72	173.72	444.08	SI			
	3	6.53-9.88	7-4	64.31	173.72	173.72	428.95	SI			
	4	9.88-13.25	7-4	52.37	146.29	146.29	401.00	SI			

	Pilastro-P007										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-910.48	-352.47	20.99	-953.26	-781.95	364.99	272.94	SI
	2	3-6.53	6-10	-752.50	103.41	184.76	-752.50	-464.20	453.42	333.04	SI
	3	6.53-9.88	7-15	-402.70	148.96	64.79	-445.79	-333.73	302.69	222.04	SI
	4	9.88-13.25	7-5	-140.03	-235.09	26.06	-189.73	-125.85	256.81	185.58	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-2	-52.39	254.47	254.47	800.96	SI			
	2	3-6.53	6-15	-100.45	222.66	222.66	774.15	SI			
	3	6.53-9.88	2-2	-84.11	222.66	222.66	771.72	SI			
	4	9.88-13.25	2-1	-15.51	187.50	187.50	712.20	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-161.91	355.14	355.14	815.16	SI			
	2	3-6.53	7-10	-134.70	310.75	310.75	764.55	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-112.10	310.75	310.75	734.38	SI			
	4	9.88-13.25	7-5	86.40	261.68	261.68	701.85	SI			

	Pilastro-P008										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-923.01	-164.69	-38.72	-969.60	-846.85	264.10	264.10	SI
	2	3-6.53	6-7	-623.64	-75.91	-221.95	-625.00	-567.88	290.07	290.07	SI
	3	6.53-9.88	7-10	-386.84	-97.10	-65.39	-415.17	-310.82	153.02	185.52	SI
	4	9.88-13.24	6-7	-167.79	-16.34	-81.96	-214.07	-133.42	114.19	139.19	SI
	5	13.25-16.37	3-1	-84.23	-1.68	4.53	-102.98	-69.73	66.78	87.24	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	99.05	282.43	282.43	716.49	SI			
	2	3-6.53	6-2	116.37	222.66	222.66	577.01	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	75.26	222.66	222.66	456.17	SI			
	4	9.88-13.25	6-5	44.59	222.66	222.66	434.31	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-98.79	282.43	282.43	716.49	SI			
	2	3-6.53	7-10	-114.11	222.66	222.66	578.05	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-58.53	183.51	183.51	457.22	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-40.35	183.51	183.51	425.86	SI			
	5	13.25-16.37	7-2	-3.54	198.54	198.54	392.85	SI			

	Pilastro-P009										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-967.65	-165.02	36.56	-1018.81	-888.39	270.18	270.18	SI
	2	3-6.53	6-12	-678.44	-78.65	220.48	-687.24	-627.41	297.02	297.02	SI
	3	6.53-9.88	7-15	-457.37	-104.14	70.09	-483.52	-383.90	170.24	206.31	SI
	4	9.88-13.24	6-15	-170.17	4.08	127.91	-197.03	-134.71	111.57	136.13	SI
	5	13.25-16.37	7-4	-74.12	-1.48	-3.18	-88.55	-33.84	70.65	90.92	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-106.40	282.43	282.43	716.49	SI			
	2	3-6.53	6-13	-112.84	222.66	222.66	585.77	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	-78.83	187.50	187.50	466.97	SI			
	4	9.88-13.25	6-13	-74.56	222.66	222.66	434.69	SI			
	5	13.25-16.37	3-1	-12.70	254.47	254.47	398.08	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-98.74	282.43	282.43	716.49	SI			
	2	3-6.53	7-13	-117.52	222.66	222.66	581.86	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-63.89	154.54	154.54	467.23	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	-19.77	183.51	183.51	425.07	SI			
	5	13.25-16.37	7-2	-12.91	198.54	198.54	390.92	SI			

	Pilastro-P010										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-919.06	-315.44	-29.43	-956.87	-796.15	349.33	314.97	SI
	2	3-6.53	6-5	-766.38	63.01	-122.41	-766.38	-485.64	300.15	219.77	SI
	3	6.53-9.88	7-2	-461.36	153.16	-64.06	-461.36	-375.81	252.94	184.89	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	64.66	222.66	222.66	645.55	SI			
	2	3-6.53	2-1	68.73	173.72	173.72	503.67	SI			
	3	6.53-9.88	2-1	85.22	173.72	173.72	503.67	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	-150.22	247.13	247.13	650.15	SI			
	2	3-6.53	7-13	-105.42	247.13	247.13	517.46	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-109.78	247.13	247.13	488.31	SI			
	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	4	9.88-13.25	7-4	83.89	247.13	247.13	448.65	SI			

	Pilastro-P011										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-7	-430.04	20.23	-272.62	-702.59	-331.05	234.90	319.13	SI
	2	3-6.53	6-12	-514.24	75.07	13.23	-517.52	-201.46	136.70	174.36	SI
	3	6.53-9.88	6-7	-212.62	-56.25	65.93	-322.90	-154.65	122.23	156.46	SI
	4	9.88-13.25	7-10	-144.35	38.33	-115.89	-170.13	-88.94	99.85	129.39	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-5	112.56	208.11	208.11	481.55	SI			
	2	3-6.53	7-10	-66.52	254.47	254.47	453.11	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-70.67	222.66	222.66	431.05	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-51.84	222.66	222.66	409.32	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2-2	33.68	146.29	146.29	503.67	SI			
	2	3-6.53	6-10	43.56	198.54	198.54	443.92	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	44.42	173.72	173.72	420.54	SI			
	4	9.88-13.25	6-7	-25.10	173.72	173.72	397.14	SI			

	Pilastro-P012										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-10	-574.62	-91.45	-40.00	-629.40	-482.70	141.92	199.66	SI
	2	3-6.53	6-5	-327.06	-7.50	-111.69	-468.66	-310.20	1223.56	155.84	SI
	3	6.53-9.88	6-5	-201.62	-8.15	-119.12	-270.78	-183.85	126.21	162.07	SI
	4	9.88-13.25	6-5	-95.14	-38.43	95.29	-132.50	-68.74	86.06	111.27	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-4	35.43	282.43	282.43	504.28	SI			
	2	3-6.53	6-5	65.31	254.47	254.47	435.65	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	77.92	222.66	222.66	417.58	SI			
	4	9.88-13.25	6-7	51.56	222.66	222.66	405.30	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-38.32	198.54	198.54	503.67	SI			
	2	3-6.53	3-1	11.03	198.54	198.54	457.03	SI			
	3	6.53-9.88	3-2	-8.90	173.72	173.72	439.57	SI			
	4	9.88-13.25	3-2	27.46	173.72	173.72	404.64	SI			

	Pilastro-P013										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-620.37	-70.97	30.26	-620.37	-477.88	141.03	198.44	SI
	2	3-6.53	6-10	-405.49	13.23	102.80	-432.00	-357.60	127.34	162.62	SI
	3	6.53-9.88	6-12	-300.49	-19.17	115.88	-305.88	-221.71	120.08	153.77	SI
	4	9.88-13.25	6-5	-108.60	-30.40	87.54	-202.35	-105.19	73.19	94.16	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-33.25	282.43	282.43	510.74	SI			
	2	3-6.53	6-12	-62.83	254.47	254.47	450.57	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-76.13	222.66	222.66	431.82	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	-50.20	254.47	254.47	414.87	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-15	-31.96	198.54	198.54	503.67	SI			
	2	3-6.53	7-12	-45.01	198.54	198.54	444.49	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-26.69	173.72	173.72	416.46	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	13.57	198.54	198.54	398.72	SI			

	Pilastro-P014										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-4	-528.22	62.90	41.06	-642.13	-509.62	143.15	201.37	SI
	2	3-6.53	6-12	-401.85	-19.68	97.75	-445.62	-366.53	128.90	164.58	SI
	3	6.53-9.88	6-12	-251.62	-19.00	115.43	-291.80	-235.61	128.92	165.47	SI
	4	9.88-13.25	6-10	-114.65	-38.79	-114.01	-151.62	-105.64	102.33	132.59	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-34.88	282.43	282.43	510.58	SI			
	2	3-6.53	6-10	-59.25	254.47	254.47	443.77	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	-78.26	222.66	222.66	426.46	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-59.24	222.66	222.66	405.04	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-31.30	198.54	198.54	503.67	SI			
	2	3-6.53	7-13	-46.07	198.54	198.54	444.41	SI			
	3	6.53-9.88	7-13	-32.97	173.72	173.72	416.78	SI			
	4	9.88-13.25	3-2	35.29	173.72	173.72	411.26	SI			

	Pilastro-P015										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 4	-583.23	62.32	32.18	-654.65	-558.42	144.34	203.01	SI
	2	3-6.53	6- 7	-521.43	39.68	-92.16	-521.43	-361.78	163.32	208.93	SI
	3	6.53-9.88	6- 5	-277.60	110.84	-108.13	-319.80	-178.42	168.59	206.55	SI
	4	9.88-13.25	6-12	-69.01	-26.86	-93.35	-146.56	-40.75	72.75	93.98	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-27.74	282.43	282.43	510.47	SI			
	2	3-6.53	6-12	-61.32	187.50	187.50	443.94	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-77.07	222.66	222.66	422.62	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	-48.10	254.47	254.47	398.47	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-10	-29.16	198.54	198.54	503.67	SI			
	2	3-6.53	7- 2	50.61	146.29	146.29	446.42	SI			
	3	6.53-9.88	7- 2	46.99	173.72	173.72	409.51	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	23.47	198.54	198.54	408.53	SI			

	Pilastro-P016										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 2	-458.83	-13.14	-258.20	-682.80	-348.85	213.66	293.25	SI
	2	3-6.53	6-12	-288.45	40.78	67.74	-533.10	-217.40	145.63	185.84	SI
	3	6.53-9.88	6-12	-240.12	59.45	68.18	-336.26	-194.35	134.51	172.48	SI
	4	9.88-13.25	7-15	-159.28	-35.24	-124.49	-175.38	-113.89	103.56	134.17	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Snellezza eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 4	106.01	247.13	247.13	484.61	SI			
	2	3-6.53	7-15	-72.18	222.66	222.66	451.36	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-73.58	222.66	222.66	432.58	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	-56.20	222.66	222.66	411.47	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	2- 1	-27.11	173.72	173.72	503.67	SI			
	2	3-6.53	6- 5	-41.02	173.72	173.72	448.51	SI			
	3	6.53-9.88	6- 5	-45.01	173.72	173.72	424.17	SI			
	4	9.88-13.25	6- 5	-20.61	173.72	173.72	397.84	SI			

	Pilastro-P00A										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-7	-3.17	8.38	1.37	-17.33	6.89	67.96	67.96	SI
	2	3-6.53	7-7	31.89	-137.99	-22.48	-50.27	36.03	146.49	146.49	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-10	-2.57	198.54	198.54	304.51	SI			
	2	3-6.53	6-12	-35.23	173.72	173.72	305.58	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-7	-3.40	198.54	198.54	303.58	SI			
	2	3-6.53	7-7	55.63	173.72	173.72	303.13	SI			

	Pilastro-P00B										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-7	-4.54	2.53	0.99	-16.37	-6.56	67.82	67.82	SI
	2	3-6.53	6-10	-28.22	-27.61	-66.87	-53.72	-27.59	78.52	78.52	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-10	-2.91	198.54	198.54	304.31	SI			
	2	3-6.53	6-5	37.54	173.72	173.72	308.81	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-7	-1.30	198.54	198.54	303.78	SI			
	2	3-6.53	7-7	16.09	173.72	173.72	307.71	SI			

	Pilastro-P00C										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-2	-4.09	2.39	-1.62	-18.16	-3.67	68.09	68.09	SI
	2	3-6.53	6-5	-21.01	-31.09	72.25	-60.66	-21.01	88.28	88.28	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	3.43	198.54	198.54	304.20	SI			
	2	3-6.53	6-5	38.43	173.72	173.72	306.10	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-2	-1.34	198.54	198.54	303.71	SI			
	2	3-6.53	7-2	17.72	173.72	173.72	306.94	SI			

	Pilastro-P00D										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N_{ed}	M_{eyd}	M_{ezd}	N_{min}	N_{max}	M_{yul}	M_{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-2	-0.50	6.92	-1.56	-19.34	30.24	77.28	77.28	SI
	2	3-6.53	7-2	115.88	-156.43	32.28	-58.29	115.88	176.84	176.84	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rzd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-5	2.70	173.72	173.72	304.15	SI			
	2	3-6.53	6-5	35.09	146.29	146.29	303.13	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rzd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-2	-3.42	173.72	173.72	303.21	SI			
	2	3-6.53	7-2	63.37	146.29	146.29	303.13	SI			

9.9 Verifiche dei pilastri nel caso post-intervento, miglioramento sismico con riduzione dell'eccentricità

Pilastro-P001											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-4	-306.95	101.86	6.14	-425.37	-54.50	215.87	283.36	SI
	2	3-6.53	6-2	-362.26	83.91	-167.01	-691.84	-267.27	220.82	273.13	SI
	3	6.53-9.88	7-7	-448.32	112.64	30.12	-450.92	-208.91	190.41	236.00	SI
	4	9.88-13.25	7-5	-209.26	-137.64	34.15	-258.90	-120.79	137.45	172.04	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-2	18.57	232.83	232.83	556.68	SI			
	2	3-6.53	6-13	-82.89	212.23	212.23	607.94	SI			
	3	6.53-9.88	6-15	-54.03	212.23	212.23	567.74	SI			
	4	9.88-13.25	6-15	-31.01	212.23	212.23	538.42	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-4	25.80	171.02	171.02	589.11	SI			
	2	3-6.53	7-5	69.62	171.02	171.02	579.94	SI			
	3	6.53-9.88	7-7	73.39	171.02	171.02	563.91	SI			
	4	9.88-13.25	7-7	63.96	171.02	171.02	533.79	SI			

Pilastro-P002											
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-13	-198.50	-98.49	-5.32	-259.53	-87.44	189.72	251.91	SI
	2	3-6.53	6-2	-269.31	25.23	-199.63	-530.99	-235.21	215.48	267.20	SI
	3	6.53-9.88	6-2	-211.57	-22.86	-146.11	-315.32	-181.50	170.36	211.52	SI
	4	9.88-13.25	6-4	-108.19	42.46	116.59	-134.96	-93.74	132.70	166.15	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	Caso	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	SI			
	2	3-6.53	6-2	19.37	232.83	232.83	600.69	SI			
	3	6.53-9.88	6-13	-108.47	212.23	212.23	584.57	SI			
	4	9.88-13.25	6-2	91.45	212.23	212.23	538.15	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	Caso	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	SI			
	2	3-6.53	7-13	-19.02	171.02	171.02	573.59	SI			
	3	6.53-9.88	3-1	20.60	171.02	171.02	595.18	SI			
	4	9.88-13.25	3-1	7.62	171.02	171.02	562.07	SI			

	Pilastro-P003										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 4	-281.16	103.67	7.15	-368.07	-105.67	207.29	272.91	SI
	2	3-5.1	6-13	-376.94	53.07	205.79	-585.44	-322.22	222.40	275.65	SI
	3	5.1-6.53	6-13	-279.51	-24.77	64.20	-576.45	-207.11	207.13	256.42	SI
	4	6.53-8.34	6-13	-305.74	44.26	95.50	-306.86	-267.19	169.05	209.92	SI
	5	8.34-9.88	6-13	-143.85	-13.21	72.61	-360.52	-92.70	177.26	219.94	SI
	6	9.88-13.25	6-15	-150.92	28.74	-107.59	-171.77	-139.25	140.69	176.05	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-21.05	232.83	232.83	609.67	SI			
	2	3-5.1	6-13	-111.12	212.23	212.23	562.18	SI			
	3	5.1-6.53	6-13	-117.04	212.23	212.23	548.03	SI			
	4	6.53-8.34	6-13	-121.23	212.23	212.23	551.84	SI			
	5	8.34-9.88	6-13	-118.46	212.23	212.23	528.31	SI			
	6	9.88-13.25	6-13	-43.29	212.23	212.23	529.08	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 2	68.93	171.02	171.02	599.70	SI			
	2	3-5.1	3- 1	62.50	171.02	171.02	575.64	SI			
	3	5.1-6.53	7- 5	62.74	171.02	171.02	546.88	SI			
	4	6.53-8.34	7- 7	61.86	171.02	171.02	536.28	SI			
	5	8.34-9.88	7- 7	-29.24	171.02	171.02	520.77	SI			
	6	9.88-13.25	7-10	0.00	0.00	0.00	0.00	SI			

	Pilastro-P004										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 4	-153.31	103.53	6.64	-400.35	-114.87	212.16	278.86	SI
	2	3-5.1	6-13	-551.28	67.81	215.41	-551.28	-432.12	203.93	252.50	SI
	3	5.1-6.53	3- 1	-810.20	-41.08	-16.20	-810.20	-725.07	232.72	287.67	SI
	4	6.53-8.34	7- 4	-321.07	95.95	41.46	-339.32	-266.48	174.05	216.02	SI
	5	8.34-9.88	6- 2	-189.18	-18.17	-71.58	-358.20	-144.22	176.91	219.51	SI
	6	9.88-13.25	6-15	-139.40	55.35	-111.89	-160.27	-125.81	138.33	173.13	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 2	19.46	232.83	232.83	613.72	SI			
	2	3-5.1	6-13	-108.50	212.23	212.23	587.51	SI			
	3	5.1-6.53	6-13	-102.61	212.23	212.23	586.77	SI			
	4	6.53-8.34	6-15	-113.29	212.23	212.23	547.50	SI			
	5	8.34-9.88	6-15	-116.06	212.23	212.23	557.42	SI			
	6	9.88-13.25	6-15	-46.81	212.23	212.23	527.67	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 5	26.74	171.02	171.02	586.10	SI			
	2	3-5.1	3- 1	70.48	171.02	171.02	599.70	SI			
	3	5.1-6.53	7- 4	64.11	171.02	171.02	576.93	SI			
	4	6.53-8.34	7- 2	70.56	171.02	171.02	547.83	SI			
	5	8.34-9.88	7- 2	69.86	171.02	171.02	538.95	SI			
	6	9.88-13.25	3- 1	-35.56	171.02	171.02	535.80	SI			

	Pilastro-P005										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7-12	-226.64	-99.99	4.53	-312.71	-99.92	198.75	262.39	SI
	2	3-6.53	6-13	-416.63	34.42	209.03	-457.60	-386.95	191.35	237.14	SI
	3	6.53-9.88	6-13	-294.40	-26.69	143.05	-320.77	-266.81	171.20	212.55	SI
	4	9.88-13.25	6- 4	-117.92	42.92	116.94	-144.02	-109.16	135.41	169.51	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	-15.76	232.83	232.83	608.46	SI			
	2	3-6.53	6-13	-104.34	212.23	212.23	567.95	SI			
	3	6.53-9.88	6-13	-90.41	212.23	212.23	550.19	SI			
	4	9.88-13.25	6- 4	57.27	212.23	212.23	524.55	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	-20.31	171.02	171.02	577.62	SI			
	2	3-6.53	3- 1	23.69	171.02	171.02	599.70	SI			
	3	6.53-9.88	3- 1	8.77	171.02	171.02	573.74	SI			
	4	9.88-13.25	3- 1	-35.42	171.02	171.02	532.22	SI			

	Pilastro-P006										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 5	-299.22	100.19	-5.98	-429.84	-66.19	216.52	284.16	SI
	2	3-6.53	6-13	-300.43	97.44	185.74	-713.07	-211.20	248.16	307.41	SI
	3	6.53-9.88	7- 2	-442.41	117.67	-21.10	-448.57	-204.80	190.08	235.60	SI
	4	9.88-13.25	7- 4	-200.35	-136.45	-36.03	-248.63	-116.02	136.62	171.00	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 4	16.06	232.83	232.83	618.37	SI			
	2	3-6.53	6-13	-79.85	192.02	192.02	551.06	SI			
	3	6.53-9.88	6- 4	53.01	212.23	212.23	569.75	SI			
	4	9.88-13.25	6- 4	32.44	212.23	212.23	537.04	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 5	24.61	171.02	171.02	588.00	SI			
	2	3-6.53	3- 1	76.43	154.73	154.73	599.70	SI			
	3	6.53-9.88	7- 2	78.09	171.02	171.02	563.06	SI			
	4	9.88-13.25	7- 2	63.18	171.02	171.02	532.27	SI			

	Pilastro-P007										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3-1	-1410.81	141.27	28.22	-1416.13	-1371.66	560.70	439.51	SI
	2	3-6.53	6-15	-608.45	-131.44	226.01	-610.11	-450.78	413.11	315.53	SI
	3	6.53-9.88	7-12	-344.02	-167.41	62.99	-345.57	-271.15	346.28	262.11	SI
	4	9.88-13.25	7-7	-68.68	-241.09	-1.73	-125.09	-66.53	269.03	200.62	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-2	-61.92	212.23	212.23	929.67	SI			
	2	3-6.53	6-15	-94.44	212.23	212.23	911.54	SI			
	3	6.53-9.88	2-2	-83.29	212.23	212.23	910.29	SI			
	4	9.88-13.25	2-1	-30.53	212.23	212.23	854.00	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-12	78.34	286.41	286.41	960.83	SI			
	2	3-6.53	7-5	158.91	286.41	286.41	913.80	SI			
	3	6.53-9.88	7-7	115.47	286.41	286.41	884.34	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-78.25	286.41	286.41	850.09	SI			

	Pilastro-P008										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3-2	-1599.18	-31.98	-31.98	-1599.18	-1543.11	496.62	496.62	SI
	2	3-6.53	6-2	-527.10	62.81	-215.49	-588.41	-500.39	266.91	266.91	SI
	3	6.53-9.88	7-5	-290.10	85.66	-71.72	-384.23	-245.76	190.49	225.43	SI
	4	9.88-13.24	6-7	-136.59	-12.24	-71.98	-165.86	-97.36	153.02	182.27	SI
	5	13.25-16.37	6-6	-28.48	-0.57	2.85	-47.17	-17.52	119.22	149.44	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-13	49.27	232.83	232.83	871.15	SI			
	2	3-6.53	6-2	95.67	212.23	212.23	696.76	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	80.29	212.23	212.23	570.78	SI			
	4	9.88-13.25	6-5	41.78	212.23	212.23	549.98	SI			
	5	13.25-16.37	6-2	-14.71	212.23	212.23	511.55	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-5	-24.58	232.83	232.83	861.04	SI			
	2	3-6.53	7-5	103.84	212.23	212.23	695.86	SI			
	3	6.53-9.88	7-7	56.21	179.26	179.26	569.50	SI			
	4	9.88-13.25	7-7	44.34	179.26	179.26	546.45	SI			
	5	13.25-16.37	7-4	-6.96	171.02	171.02	503.15	SI			

	Pilastro-P009										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-1650.72	-33.01	33.01	-1650.72	-1596.51	501.18	461.16	SI
	2	3-6.53	6-13	-583.05	68.69	217.31	-641.79	-555.78	275.94	275.94	SI
	3	6.53-9.88	7- 4	-361.90	93.25	72.93	-445.70	-317.20	199.95	236.49	SI
	4	9.88-13.24	2- 2	-332.44	-6.65	137.74	-332.44	-261.86	182.21	215.75	SI
	5	13.25-16.37	7- 4	-14.46	-1.80	-0.63	-33.14	-1.59	116.39	145.94	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 2	-55.31	232.83	232.83	877.22	SI			
	2	3-6.53	6-13	-93.10	212.23	212.23	704.89	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	-85.17	212.23	212.23	581.11	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-74.14	212.23	212.23	550.43	SI			
	5	13.25-16.37	2- 1	-12.27	212.23	212.23	507.41	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 4	-25.98	232.83	232.83	867.13	SI			
	2	3-6.53	7- 4	106.85	212.23	212.23	704.48	SI			
	3	6.53-9.88	7- 2	63.63	179.26	179.26	579.49	SI			
	4	9.88-13.25	7- 2	21.48	179.26	179.26	545.89	SI			
	5	13.25-16.37	7- 2	-18.03	171.02	171.02	501.28	SI			

	Pilastro-P010										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 1	-1393.80	111.89	-27.88	-1393.80	-1360.58	426.16	405.87	SI
	2	3-6.53	7- 2	-574.28	184.31	-75.42	-578.45	-511.46	305.58	237.24	SI
	3	6.53-9.88	7- 2	-362.43	158.00	-66.68	-370.58	-319.29	273.38	207.67	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-15	48.79	212.23	212.23	784.26	SI			
	2	3-6.53	2- 1	73.19	171.02	171.02	654.22	SI			
	3	6.53-9.88	2- 1	87.00	171.02	171.02	633.87	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 4	39.36	232.83	232.83	808.62	SI			
	2	3-6.53	7- 4	119.39	232.83	232.83	635.33	SI			
	3	6.53-9.88	7- 2	110.17	232.83	232.83	609.64	SI			
	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	4	9.88-13.25	7-15	-85.81	232.83	232.83	566.00	SI			

	Pilastro-P011										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-1015.92	20.66	362.81	-1015.92	-949.86	326.11	418.74	SI
	2	3-6.53	7- 7	-393.02	48.68	-112.74	538.97	-313.05	202.34	250.56	SI
	3	6.53-9.88	7-10	-359.98	-25.84	125.00	-391.10	-249.66	181.80	225.49	SI
	4	9.88-13.25	7-10	-194.77	26.12	-128.91	-223.21	-162.05	144.66	180.98	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3- 2	-150.44	210.66	210.66	668.01	SI			
	2	3-6.53	7- 5	63.33	212.23	212.23	556.69	SI			
	3	6.53-9.88	7-10	-69.59	212.23	212.23	559.72	SI			
	4	9.88-13.25	7-10	-57.18	212.23	212.23	535.71	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 5	41.43	154.73	154.73	611.55	SI			
	2	3-6.53	6-10	40.44	171.02	171.02	572.21	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	45.00	171.02	171.02	552.15	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	27.48	171.02	171.02	526.87	SI			

	Pilastro-P012										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3- 2	-834.16	-23.15	16.68	-836.79	-807.83	267.58	339.84	SI
	2	3-6.53	6- 5	-267.83	20.76	-128.32	-350.81	-245.99	175.79	218.15	SI
	3	6.53-9.88	6-10	-264.02	-30.45	109.08	-294.78	-192.03	167.16	207.62	SI
	4	9.88-13.25	6-10	-84.60	-42.56	-86.40	-138.43	-84.60	131.09	164.15	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-12	49.57	232.83	232.83	633.27	SI			
	2	3-6.53	6- 5	54.14	212.23	212.23	546.33	SI			
	3	6.53-9.88	6-12	-68.58	212.23	212.23	549.99	SI			
	4	9.88-13.25	6-10	-39.72	212.23	212.23	519.71	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 5	-17.49	171.02	171.02	610.32	SI			
	2	3-6.53	7- 5	22.61	171.02	171.02	541.14	SI			
	3	6.53-9.88	3- 2	-24.89	171.02	171.02	562.75	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	30.09	171.02	171.02	525.60	SI			

	Pilastro-P013										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	2- 1	-887.58	-17.75	18.41	-887.58	-857.85	272.41	346.03	SI
	2	3-6.53	6- 5	-355.71	36.07	-113.67	-368.92	-322.18	178.52	221.48	SI
	3	6.53-9.88	6-12	-245.20	-19.81	106.34	-254.21	-205.47	160.50	199.77	SI
	4	9.88-13.25	6-10	-147.60	-30.80	-98.37	-168.45	-99.97	133.80	167.50	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 5	-49.21	232.83	232.83	629.83	SI			
	2	3-6.53	6-12	-52.77	212.23	212.23	559.32	SI			
	3	6.53-9.88	6-10	-70.52	212.23	212.23	544.35	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	-49.86	212.23	212.23	528.35	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 5	-15.40	171.02	171.02	613.29	SI			
	2	3-6.53	7- 5	54.59	171.02	171.02	547.61	SI			
	3	6.53-9.88	7- 5	24.15	171.02	171.02	536.00	SI			
	4	9.88-13.25	7-12	8.98	171.02	171.02	517.20	SI			

	Pilastro-P014										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	2- 2	-884.49	-17.69	-30.89	-885.61	-858.17	272.27	345.79	SI
	2	3-6.53	6- 5	-344.85	33.66	-121.89	-350.64	-309.86	175.77	218.12	SI
	3	6.53-9.88	6- 7	-216.93	-22.13	-120.67	-233.38	-190.33	156.96	195.69	SI
	4	9.88-13.25	6- 7	-76.32	-43.60	124.34	-110.43	-71.66	128.81	161.32	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-12	44.62	232.83	232.83	630.02	SI			
	2	3-6.53	6- 7	57.05	212.23	212.23	558.36	SI			
	3	6.53-9.88	6- 7	79.17	212.23	212.23	538.93	SI			
	4	9.88-13.25	6- 7	59.20	212.23	212.23	518.50	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 4	-16.12	171.02	171.02	614.88	SI			
	2	3-6.53	7- 4	55.41	171.02	171.02	547.05	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-29.94	171.02	171.02	527.38	SI			
	4	9.88-13.25	3- 2	29.66	171.02	171.02	520.82	SI			

	Pilastro-P015										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	2-2	-766.49	-15.33	-38.53	-769.47	-740.16	260.39	331.34	SI
	2	3-6.53	6-7	-276.25	-81.26	-124.45	-292.89	-228.64	394.95	475.11	SI
	3	6.53-9.88	3-2	-643.82	-441.12	-34.39	-470.08	-412.12	410.36	496.12	SI
	4	9.88-13.25	6-5	-172.34	-52.44	103.67	-432.27	-275.99	463.95	559.01	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-12	50.04	232.83	232.83	618.57	SI			
	2	3-6.53	6-5	61.75	192.02	192.02	549.97	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	82.31	212.23	212.23	562.04	SI			
	4	9.88-13.25	6-5	48.67	212.23	212.23	532.45	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7-13	41.56	171.02	171.02	606.35	SI			
	2	3-6.53	3-2	-141.99	154.73	154.73	562.79	SI			
	3	6.53-9.88	3-2	-170.30	171.02	171.02	591.88	SI			
	4	9.88-13.25	3-2	62.59	171.02	171.02	545.50	SI			

	Pilastro-P016										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	3-2	-939.67	-18.79	343.30	-939.67	-891.70	289.95	371.65	SI
	2	3-6.53	7-2	-411.74	-50.90	-129.86	-503.15	-323.25	197.60	244.77	SI
	3	6.53-9.88	7-15	-323.22	28.86	128.57	-350.71	-260.22	175.78	218.13	SI
	4	9.88-13.25	7-15	-158.85	-48.85	-150.03	-194.35	-154.60	143.36	179.37	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica	Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	3-2	-147.64	232.83	232.83	668.01	SI			
	2	3-6.53	7-4	70.14	212.23	212.23	558.85	SI			
	3	6.53-9.88	7-15	-69.27	212.23	212.23	554.38	SI			
	4	9.88-13.25	7-15	-69.06	212.23	212.23	530.49	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-10	-36.24	171.02	171.02	607.45	SI			
	2	3-6.53	6-5	-41.78	171.02	171.02	572.76	SI			
	3	6.53-9.88	6-5	-49.08	171.02	171.02	549.91	SI			
	4	9.88-13.25	6-12	20.64	171.02	171.02	523.70	SI			

	Pilastro-P00A										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 2	-17.73	77.34	-1.67	-81.94	-17.73	128.94	128.94	SI
	2	3-6.53	3- 2	-227.63	409.22	7.09	-250.86	-187.28	419.33	419.33	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	Caso	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	SI			
	2	3-6.53	6-12	-5.29	171.02	171.02	415.64	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	Caso	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	SI			
	2	3-6.53	7- 4	21.41	171.02	171.02	412.49	SI			

	Pilastro-P00B										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 2	-20.95	74.45	-1.88	-26.37	-18.07	119.22	119.22	SI
	2	3-6.53	6- 7	-56.44	64.59	122.85	-74.98	-27.47	147.81	147.81	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	Caso	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	SI			
	2	3-6.53	6- 7	5.97	171.02	171.02	412.06	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	Caso	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	#VALORE!	SI			
	2	3-6.53	7- 4	18.55	171.02	171.02	411.83	SI			

	Pilastro-P00C										
Presso-flessione	Asta	Range	Caso	N _{ed}	M _{eyd}	M _{ezd}	N _{min}	N _{max}	M _{yul}	M _{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 7	-22.41	74.77	1.53	-30.66	-17430.01	119.98	119.98	SI
	2	3-6.53	6- 7	-23.05	78.93	118.32	-88.05	-20.68	146.63	146.63	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6-12	-6.43	171.02	171.02	412.73	SI			
	2	3-6.53	6- 5	65.28	154.73	154.73	411.85	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V _{ed}	V _{rd}	V _{rsd}	V _{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 5	18.60	171.02	171.02	411.93	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-50.74	154.73	154.73	421.32	SI			

	Pilastro-P00D										
Presso- flessione	Asta	Range	Caso	N_{ed}	M_{eyd}	M_{ezd}	N_{min}	N_{max}	M_{yul}	M_{zul}	Verifica
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
	1	0-3	7- 2	-38.84	76.78	-1.84	-168.69	-28.94	143.89	143.89	SI
	2	3-6.53	3- 2	-518.21	464.14	10.36	-541.45	-421.93	487.57	487.57	SI
Taglio Y	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rcd}	Verifica	Tensione in esercizio eccessiva		
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	6- 5	5.48	171.02	171.02	417.77	SI			
	2	3-6.53	6- 5	55.24	191.14	191.14	451.99	SI			
Taglio Z	Asta	Range	Caso	V_{ed}	V_{rd}	V_{rsd}	V_{rcd}	Verifica			
	[-]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]			
	1	0-3	7- 5	21.30	171.02	171.02	414.22	SI			
	2	3-6.53	3- 2	-183.97	191.14	191.14	483.04	SI			

10 Ringraziamenti

