

# POLITECNICO DI MILANO



*FACOLTÀ DI INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA*

*Corso di studi in INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI*

***VULNERABILITA' ED ESIGENZE DI  
ADEGUAMENTO SISMICO DI EDIFICI  
RESIDENZIALI IN C.A.  
Il caso di un edificio a torre***

Relatore: Prof. Ing. Enrico De Angelis

Correlatore: Prof. Ing. Maria Adelaide Parisi

Tesi di laurea magistrale di :

Francesco Pedrinazzi 766033

A.A. 2011/2012



POLITECNICO DI MILANO

*Facoltà di Ingegneria dei Sistemi Edilizi*

*Francesco Pedrinazzi*

Vulnerabilità ed Esigenze di Adeguamento

Sismico di Edifici Residenziali in C.A.

*Il caso di un edificio a torre.*



## Sommario

<b>Abstract (Italiano)</b> .....	<b>7</b>
<b>Abstract (Inglese)</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Introduzione</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Il Quadro Normativo</b> .....	<b>10</b>
2.1 Evoluzione storica delle normative sismiche e strutturali.....	10
2.2 La Normativa Sismica Attuale.....	17
<b>3 Descrizione del Caso di Studio</b> .....	<b>22</b>
3.1 Descrizione dell'Opera.....	22
3.1.1 Localizzazione e Dimensioni.....	22
3.1.2 Sistema Strutturale e Regolarità in Pianta e in Altezza .....	25
3.2 Materiali e durabilità.....	26
3.2.1 Calcestruzzo.....	29
3.2.2 Acciaio.....	29
3.3 Analisi dei Carichi .....	31
3.3.1 Solaio Piano Tipo .....	32
3.3.2 Solaio Copertura.....	33
3.3.3 Solaio Logge e Balconi .....	34
3.3.4 Chiusura Verticale .....	34
3.3.5 Partizioni Verticali .....	35
3.4 Azioni Variabili, Ambientali e Naturali.....	37
3.4.1 Carichi Variabili.....	37
3.4.2 Carico da Neve.....	37
3.4.3 Carico da Vento.....	39
3.5 Terreno.....	42
3.6 Caratterizzazione Sismica dell'Edificio.....	45
3.6.1 Analisi Lineare e Fattore di Struttura.....	45
3.6.2 Duttilità Effettiva.....	47



3.6.3	Spettri di Risposta .....	50
3.7	Combinazioni di Carico .....	55
3.7.1	Stato Limite Ultimo.....	55
3.7.2	Stato Limite Elastico .....	55
3.7.3	Combinazioni Sismiche .....	57
<b>4</b>	<b>Modellazione Strutturale agli Elementi Finiti.....</b>	<b>59</b>
4.1	Descrizione del Modello di Calcolo .....	59
4.1.1	Scelte Geometriche .....	59
4.2	Analisi Modale .....	68
<b>5</b>	<b>Verifiche Principali.....</b>	<b>73</b>
5.1	Verifiche Travi.....	76
5.1.1	Verifiche Momento Flettente .....	76
5.1.2	Verifiche Taglio.....	129
5.2	Verifiche Pilastri.....	161
5.2.1	Verifiche Pressoflessione.....	161
5.2.2	Verifiche Taglio.....	189
5.3	Verifiche Nodi Travi-Pilastro .....	197
5.3.1	Nodo Travi Pilastro PT.....	200
5.3.2	Nodo Travi Pilastro PR .....	201
5.3.3	Nodo Travi Pilastro P1.....	202
5.3.4	Nodo Travi Pilastro P2.....	203
5.3.5	Nodo Travi Pilastro P3.....	204
5.3.6	Nodo Travi Pilastro P4.....	205
5.3.7	Nodo Travi Pilastro P5.....	206
5.3.8	Nodo Travi Pilastro P6.....	207
5.3.9	Nodo Travi Pilastro P7.....	208
5.3.10	Nodo Travi Pilastro P8.....	209





5.3.11	Nodo Travi Pilastro P9.....	210
5.3.12	Nodo Travi Pilastro P10.....	211
5.3.13	Nodo Travi Pilastro P11.....	212
5.4	Ripilogo Verifiche.....	213
5.4.1	Riepilogo Verifiche Pilastrri .....	213
5.4.2	Riepilogo Verifiche Travi.....	215
5.4.3	Riepilogo Verifiche Nodi Travi-Pilastro.....	218
<b>6</b>	<b>Analisi di Sensibilità del Fattore di Struttura .....</b>	<b>220</b>
6.1	Descrizione del Foglio di Calcolo per le Verifiche .....	221
6.1.1	Funzione VsezRettSLU .....	221
6.1.2	Foglio di Calcolo per Verifica dei Pilastrri a Pressoflessione .....	226
6.1.3	Foglio di Calcolo per Verifica dei Pilastrri a Taglio .....	228
6.1.4	Foglio di Calcolo per la Verifica delle Travi a Momento Flettente .....	229
6.1.5	Foglio di Calcolo per la Verifica delle Travi a Taglio.....	231
6.1.6	Foglio di Calcolo per la Verifica ai Nodi.....	233
6.2	Verifiche a Pressoflessione dell'Edificio .....	234
6.2.1	Fattore di struttura q=1 .....	235
6.2.2	Fattore di Struttura q=1,5.....	236
6.2.3	Fattore di Struttura q=2.....	237
6.2.4	Fattore di Struttura q=2,5.....	238
6.2.5	Fattore di Struttura q=3.....	239
6.3	Analisi dei Risultati.....	241
6.3.1	Introduzione.....	241
6.3.2	Cenni di Statistica Descrittiva .....	242
6.3.3	Risultati.....	244
<b>7</b>	<b>Interventi di Rinforzo .....</b>	<b>283</b>
7.1	Il Possibile Intervento.....	286



7.1.1	Demolizione parziale o totale di alcuni piani dell'edificio .....	288
7.1.2	Irrigidimento mediante travi in acciaio UPN UNI 5680-73.....	289
7.1.3	Irrigidimento mediante una struttura esterna in acciaio .....	291
7.1.4	Irrigidimento mediante la costruzione di setti in c.a. ....	293
7.1.5	Irrigidimento mediante la costruzione di setti in c.a. e il rinforzo di alcuni pilastri	296
7.1.6	Analisi dei Risultati.....	300
<b>8</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>305</b>
<b>9</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>307</b>
<b>10</b>	<b>Siti Internet Consultati .....</b>	<b>309</b>
	<b>Indice delle Figure .....</b>	<b>310</b>
	<b>Indice delle Tabelle .....</b>	<b>312</b>
	<b>Indice dei Grafici .....</b>	<b>312</b>



## **Abstract (Italiano)**

Gran parte del patrimonio edilizio italiano è stato costruito a partire dal primo dopoguerra e, quindi, in assenza di normative antisismiche, che si sono sviluppate, a livello nazionale, solo a partire dagli anni '70. Lo studio qui presentato, quindi, è partito dall'esigenza di verificare, a livello strutturale e sismico, un edificio residenziale a torre, con strutture a telaio in cemento armato e costruito nei primi anni '70. Si è esteso poi ad una analisi sismica di carattere più generale, innovativo e sperimentale, atta a studiare non il caso particolare ma l'intera tipologia costruttiva e architettonica, per la quale si vuole identificare un criterio di valutazione della vulnerabilità. Di conseguenza, è stato necessario automatizzare e velocizzare il processo di verifica degli elementi strutturali e individuare alcuni indici sintetici e sintomatici dello "stato di salute" della struttura dell'edificio. Da un esame approfondito di tali indici, anche attraverso l'utilizzo di elementi di statistica descrittiva, si è resa possibile la proposta di alcuni scenari di adeguamento che considerassero non solo le problematiche di calcolo, quindi teoriche, ma anche questioni riguardanti la gestione e l'organizzazione dell'intervento. Impostando quindi un'analisi dinamica lineare agli elementi finiti, si sono svolte le verifiche di tutti gli elementi strutturali dell'edificio, concentrandosi in particolar modo sui pilastri; si sono valutate le diverse risposte dell'edificio a molteplici valori del fattore di struttura, assumendo come indici sintetici i risultati delle verifiche a pressoflessione deviata delle colonne. Dallo studio e interpretazione di tutti i dati, è stato possibile delineare alcuni scenari di intervento di rinforzo dell'edificio. Infine, svolgendo nuovamente le verifiche degli elementi pressoinflessi, sono stati confrontati i nuovi risultati con i precedenti e si è dimostrato il sostanziale miglioramento della risposta della struttura alle sollecitazioni sismiche.



## **Abstract (Inglese)**

Most of the existing Italian housing stock was built after the first World War; since in Italy the anti-seismic regulation developed, at the national level, only after the 70s, these buildings were not constructed following the anti-seismic criteria. Starting from the need of performing a structural and seismic analysis of a residential multi-storey building, with reinforced concrete frame structures and built in the early 70s, the thesis has developed a general, innovative and experimental approach suitable to analyze not only a particular case, but the construction and architectural typology. In particular the study had the aim of identifying a criteria for assessing the vulnerability of the analyzed building typology. Thus, it has been necessary to automate and speed up the verification process of the structural elements, identifying some synthetic indexes, symptomatic of the "health" of the building's structure. A careful examination of the indexes, performed using elements of descriptive statistics, helped to propose some structural reinforcement scenarios, which concern not only calculation and theoretical problems, but also management and organization issues. In particular, the analysis of all the structural elements has been carried out performing a linear dynamic analysis with finite elements method, focusing in particular on the pillars. Assuming as synthetic indexes the results of the deflected buckling columns analysis, the different responses of the building for multiple values of the structure factor have been evaluated. By analyzing all the data, the building's structural reinforcement scenarios have been identified. Finally, a new analysis of the pillars has been carried out and the results have been compared with the previous ones, in order to demonstrate the substantial improvement of the structural response to seismic forces.



## 1 Introduzione

I fenomeni sismici che hanno interessato e stanno interessando sempre più frequentemente la penisola italiana nel corso degli ultimi anni, investendo anche aree prima ritenute a basso rischio e causando danni spesso ingenti a persone e a strutture, rendono estremamente attuale il dibattito relativo alla necessità di prevenire e di contenere le conseguenze di tali eventi.

A partire da questa riflessione, è sembrato opportuno rivolgere l'attenzione alla possibilità di adeguare alle norme antisismiche vigenti edifici preesistenti che si trovano in zone finora ritenute a basso rischio, come il territorio del Comune di Brescia. Si è scelto, perciò, di prendere in esame un palazzo di proprietà dell'ALER della Provincia di Brescia, risalente al 1976, che sorge nel quartiere Casazza, al fine di verificare se tale edificio fosse stato costruito già rispettando i criteri stabiliti dall'attuale legge italiana. Alla luce di questa analisi, si è rilevato che il palazzo, pur presentando già caratteristiche strutturali che dovrebbero consentirgli di resistere ad un terremoto, potrebbe in prospettiva essere oggetto di interventi di riqualificazione per renderlo ancora più sicuro. Nell'ambito di questa tesi, pertanto, dopo aver vagliato gli aspetti favorevoli e quelli critici dell'edificio, ci si è proposti di ideare un possibile adeguamento alle norme antisismiche attuali.

Per impostare il lavoro svolto e per verificare lo stato dell'edificio si sono utilizzati diversi materiali; nella fattispecie piante e abachi strutturali cartacei originali e tavole digitali forniti dall'ALER della Provincia di Brescia.

Per arrivare ai risultati ottenuti sono state svolte analisi che considerano azioni di tipo statico e di tipo dinamico, secondo i dettami e le prescrizioni del DM 14.01.2008, facendo riferimento a modelli numerici adeguati e rappresentativi delle condizioni topografiche del luogo. La scelta è ricaduta sull'analisi dinamica lineare per giungere, nel più breve tempo possibile, alla valutazione dello stato di salute della struttura e alla definizione delle eventuali proposte di intervento.

Un'analisi più completa e sofisticata, in campo non lineare, dovrà essere svolta successivamente in fase di elaborazione del progetto dei possibili interventi strutturali.



## 2 Il Quadro Normativo

Il periodo di costruzione di un edificio risulta essere un dato di fondamentale importanza nello studio del comportamento della sua struttura; grazie alla conoscenza di tale dato è infatti possibile determinare:

- Le normative vigenti all'epoca della costruzione;
- La prassi costruttiva dell'epoca;
- Le tipologie ricorrenti per la destinazione d'uso dell'edificio.

Attraverso queste informazioni è infatti possibile delineare un profilo delle caratteristiche essenziali della costruzione, anche in quei casi in cui non si è in possesso del materiale, quali tavole strutturali e relazioni di calcolo, utile a capire come sia stata progettata la sua struttura.

Spesso, infatti, un ostacolo rilevante nello studio del comportamento statico e dinamico di un fabbricato di non recente costruzione è quello del reperimento di tutte le informazioni essenziali alla comprensione del suo comportamento strutturale; in tal caso, è utile un confronto con edifici tipologicamente simili, risalenti alla stessa epoca, al fine di dedurre quale fosse la prassi costruttiva per la data tipologia e destinazione d'uso.

Nel caso preso in esame si è in possesso di tutte le tavole strutturali esecutive: non è stato necessario, quindi, effettuare un confronto con edifici simili dell'epoca per comprendere come fossero state realizzate le strutture.

E' stata svolta, tuttavia, una ricerca per delineare il quadro normativo che ha guidato la progettazione dell'edificio, al fine di comprendere, ad esempio, quali fossero le proprietà meccaniche previste per i materiali da costruzione, i relativi controlli, le percentuali minime di armatura, le disposizioni dimensionali ed i metodi di verifica da applicare.

Si riporta, di seguito, un quadro storico dell'evoluzione delle normative nell'ambito delle costruzioni, con particolare riferimento agli edifici in zona sismica, e successivamente la descrizione delle normative attuali.

### 2.1 Evoluzione storica delle normative sismiche e strutturali

Le prime norme sismiche emanate, su scala mondiale, furono quelle che seguirono un terremoto molto forte che colpì l'Algeria nel 1716; pochi anni dopo furono emanate



delle leggi per la ricostruzione di Lisbona dopo l'evento del 1755. Per quanto riguarda l'Italia, furono emanate norme specifiche, spesso denominate con i termini Istruzioni o Regolamento edilizio, dopo i seguenti eventi: Calabria 1783, Norcia 1859, Ischia 1883, Liguria 1887, Calabria 1905. Ma le norme appena citate, per il loro carattere frammentario, hanno per il nostro Paese più un significato di "preistoria" che di "storia" della normativa sismica italiana; quest'ultima infatti può essere fatta risalire al gravissimo terremoto di Messina e Reggio Calabria del 28 Dicembre 1908, che fu causa di circa 80.000 vittime.

Dopo tale evento vi fu un deciso impegno dello Stato nella direzione della prevenzione rispetto ai terremoti, attraverso un primo doppio approccio di emanazione di normative tecniche antisismiche e classificazione del territorio per individuare quali fossero le zone dove applicare tali norme, che furono in sostanza soltanto le zone in cui fosse già accaduto un evento sismico importante.

Dopo un breve periodo venne infatti emanato il Regio Decreto 18 aprile 1909, n° 193, contenente le norme tecniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati e l'elenco dei Comuni sottoposti all'osservanza di dette norme.

Tale Decreto era articolato nei seguenti punti:

- Si escludeva la possibilità di edificare su siti inadatti (paludosi, franosi, molto acclivi);
- Si consentiva di edificare nuove costruzioni solo con specifiche tecnologie (muratura animata, squadrata e listata, telai);
- Si imponeva il rispetto di dettagliate regole costruttive (cordoli, sbalzi, strutture non spingenti);
- Si limitava l'altezza degli edifici ed il numero di piani (a seconda delle tecnologie);
- Si definiva la larghezza minima delle strade e gli spazi tra gli edifici;
- Si prescriveva di considerare forze statiche orizzontali e verticali proporzionali ai pesi (per tener conto degli effetti dell'azione sismica).

In particolare, le azioni del moto ondulatorio dovevano essere simulate da forze orizzontali applicate alle masse del fabbricato nelle due direzioni, calcolate sapendo che i rapporti tra le forze applicate e le masse dovevano essere convenzionalmente uguali ad un ottavo per il piano terreno (0,125) e ad un sesto per i piani superiori (0,16). Il moto sussultorio veniva considerato aumentando del 50% le azioni statiche.



Successivamente, il Regio Decreto n° 2089 del 1924 stabilì che le forze sismiche orizzontali e verticali non agissero contemporaneamente, impose la progettazione delle strutture da parte di un ingegnere o architetto e introdusse alcune prescrizioni circa le “dimensioni delle membrature dell’ossatura per gli edifici di comune abitazione”.

Con il Regio Decreto 13 marzo 1927, n° 431, le località colpite dai terremoti vennero distinte in due categorie a differente pericolosità, la I e la II, per le quali erano riservate delle prescrizioni specifiche anche per le azioni di progetto. Vi fu quindi un cospicuo inserimento dei comuni interessati dai recenti sismi nelle liste, differenziandoli nelle due categorie in relazione al loro grado di sismicità ed alla loro costituzione geologica.

In particolare le prescrizioni differenziate contenute in tale Regio Decreto riguardavano: le altezze massime degli edifici: in II categoria era ammesso realizzare fino a tre piani, mentre in I categoria si poteva giungere fino a due piani solo per strutture intelaiate o con muratura animata;

- Le azioni di progetto: nuove percentuali di proporzionalità e di distribuzione lungo l’altezza;
- Le regole di dimensionamento delle membrature.

Con il Regio Decreto Legge n° 640 del 23 marzo 1935 “Norme Tecniche di edilizia con speciali prescrizioni per le località colpite dai terremoti” ci fu un deciso passo avanti attraverso l’emanazione di specifiche direttive tecniche e con l’introduzione dell’obbligo per le amministrazioni locali ad adottare regolamenti edilizi che specificassero le regole del buon costruire, in relazione anche ai materiali ed ai sistemi costruttivi tipici dei rispettivi territori.

Con il Regio Decreto n° 2125 del 22/11/1937 vennero definite le norme del buon costruire anche per i Comuni non classificati. Le norme nei Comuni classificati invece non si discostarono sostanzialmente da quelle del 1935.

Si specificava tra l’altro che l’incremento dei carichi verticali permanenti di progetto, per tener conto degli effetti sussultori, dovesse essere limitato al 40% per le zone di I categoria ed al 25% per quelle di II, mentre gli accidentali dovevano essere considerati nella proporzione di 1/3 dei valori nominali. Le forze orizzontali venivano calcolate tenendo conto del coefficiente per l’azione che valeva 0,1 per le zone di I categoria e 0,07 per le zone II.

Si verificò dunque un decremento del rapporto tra forze orizzontali e masse di piano; tra l’altro dovendosi considerare tali valori costanti per tutta l’altezza dell’edificio, di





fatto si perse di vista la natura dinamica del sisma e il concetto di amplificazione dinamica in altezza, che venne ripreso soltanto nel 1975.

Con la Legge 25 novembre 1962, n° 1684, sebbene la cultura scientifica avesse fatto passi in avanti, non vennero apportate sostanziali modifiche alla legge del 1937, ad eccezione di piccole particolarità, come quelle riguardanti l'eliminazione degli effetti sismici verticali tranne che per strutture a sbalzo, per le quali era previsto un incremento dei carichi permanenti ed accidentali del 40%. Si introdusse inoltre la possibilità di ridurre le azioni sismiche in condizioni geologiche favorevoli, previa relazione geologica e dispensa ministeriale, e furono consentite strutture in muratura, cemento armato, acciaio e legno ma furono vietate le strutture spingenti.

Si arrivò dunque agli anni '70, in particolare al 2 febbraio 1974, data dell'emanazione da parte del Parlamento della nota Legge 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

Tale legge è un capitolo molto importante della nostra storia normativa e stabilisce il nuovo quadro di riferimento per la normativa tecnica ed in particolare quella sismica.

Il Parlamento, non essendo dotato di per sé di competenze specifiche nel settore, affidò agli organi preposti la predisposizione e approvazione dei documenti più strettamente tecnici; furono così emanati i famosi Decreti Ministeriali dei Lavori Pubblici, il primo dei quali del 1975, il secondo del 1986 e infine il noto DM 16 gennaio 1996. Vi furono tuttavia numerosi altri documenti che completarono il quadro, quali le Istruzioni del Ministero dei Lavori Pubblici, emanate in genere dopo l'uscita di ogni DM per far fronte alle richieste di spiegazioni da parte dei tecnici, le norme regionali o norme particolari previste a seguito di grossi eventi sismici, come quello del 1980 in Irpinia.

La legge 64 fu un compromesso tra le nuove conoscenze fornite dalla ricerca e i provvedimenti legislativi precedenti. Trattò, nella fase iniziale, essenzialmente il tema delle nuove costruzioni, ponendo scarsa attenzione su quello degli interventi sulle costruzioni esistenti, esplorato in modo più ampio soltanto dagli ultimi due DM.

Pur essendo una legge propriamente sismica, andò ad integrare alcune lacune della legge n° 1086 del 1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica", soprattutto in merito alle costruzioni in muratura.

La legge e i decreti si articolano nei seguenti punti:



- Nuovi criteri geotecnici per le opere di fondazione, in riferimento alla circolare Min. LL.PP. 3797 del 1967;
- Nuovi limiti per le altezze massime ed il numero di piani per edifici in muratura, a pannelli portanti o in legno, altezza invece illimitata per le costruzioni in cemento armato o acciaio;
- Possibilità di eseguire analisi sismica statica o dinamica; nuovi coefficienti di proporzionalità e di distribuzione delle forze sismiche, e nuovi coefficienti di riduzione dei sovraccarichi;
- Progetti e calcoli sempre firmati da professionisti a seconda delle proprie competenze.

All'articolo 12 la legge prevedeva il concetto di deroga per i centri storici, concetto questo poco conciliabile con la natura del fenomeno sismico.

Alla fine degli anni '70 cominciò il processo di razionalizzazione della zonazione sismica del territorio nazionale; attraverso un progetto del CNR nel 1979 vennero realizzate le carte di scuotibilità del territorio italiano, sulle quali, per quantificare il livello di esposizione del sito al terremoto, venivano valutati tre parametri:

- La massima intensità macrosismica per ciascun sito (periodo di osservazione dal 1000 d.C. all'attuale);
- L'intensità osservata all'interno di un periodo di tempo, per valori assegnati di 50, 100, 200, 500 e 1000 anni;
- Il valore del coefficiente C utilizzato nella normativa sismica per la verifica progettuale delle costruzioni.

Fu quindi istituita, presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, la Commissione per la Riclassificazione Sismica, che definì un metodo di scelta dei valori di soglia da assegnare a ciascuno dei tre parametri descritti in precedenza al fine di trasferire i risultati delle carte di scuotibilità in una proposta di riclassificazione del territorio. Stabilì anche l'iscrizione di quei Comuni che superavano la soglia prefissata perlomeno per uno dei tre parametri negli elenchi di classificazione.

Seguendo questi criteri, validi per tutto il territorio nazionale, il Ministero dei LL.PP. tra il 1979 e il 1984 emanò una serie di decreti, di concerto con il Ministero per l'Interno e una volta interpellate le Regioni interessate, con i quali sono stati ridisegnati i limiti della classificazione sismica.



Con il Decreto Ministeriale del 3.6.1981 n° 515 viene introdotta la zona sismica di terza categoria, a minor sismicità rispetto alle altre, e per essa vengono fissati i corrispondenti limiti e coefficienti sismici in accordo con la legge del 1975:

- $C = 0,1$  per la I categoria (1975);
- $C = 0,07$  per la II categoria (1975);
- $C = 0,04$  per la III categoria (1981).

Con il decreto ministeriale del 19-06-1984, tra l'altro, si introduceva la differenziazione del livello di protezione sismica per particolari categorie di edifici; venivano aumentati i carichi sismici del 40% per le opere strategiche e del 20% per le opere a particolare rischio d'uso.

Si giunge quindi al DM 16.01.96, che introduce alcune modifiche rispetto alle precedenti norme sismiche. Non si fa più riferimento al numero di piani di un edificio, ma alla sua altezza massima; anche nelle zone sismiche è possibile adottare il metodo di verifica agli stati limite, oltre quello delle tensioni ammissibili; vengono limitati i danneggiamenti alle parti non strutturali ed agli impianti attraverso il controllo degli spostamenti.

Il Decreto stabilì che, oltre ad analisi più approfondite, le sollecitazioni sismiche dovessero essere valutate con un'analisi statica, da effettuarsi per edifici con struttura regolare e con elementi di luce corrente, o dinamica; venne inoltre indicata la possibilità di ricorrere a isolatori sismici o a dispositivi di dissipazione dell'energia. Venivano limitate le altezze dei nuovi edifici, sia in assoluto sia in funzione della larghezza stradale, si stabilivano le distanze tra gli edifici e si introduceva, per gli edifici contigui, il concetto di giunto per evitare gli effetti di martellamento.

Il Decreto si occupò, per la prima volta, anche degli edifici in muratura armata e, per quanto riguarda le strutture a telaio in cemento armato, si riferì alla duttilità delle sezioni, alla regolarità strutturale e alla cura dei particolari costruttivi.

Viene trattato, in modo più approfondito rispetto a quanto non avvenisse con la legge 64, anche l'argomento degli interventi sugli edifici esistenti in zona sismica, distinguendo in interventi di "adeguamento" e "miglioramento"; i provvedimenti tecnici da mettere in atto per il miglioramento o l'adeguamento antisismico potevano ottenersi in due modi: mediante la riduzione degli effetti delle azioni sismiche, ovvero attraverso la riduzione delle masse non strutturali, e mediante l'aumento della resistenza dell'organismo edilizio o di sue parti a tali azioni.



Nel 1998 il territorio italiano subì una nuova riclassificazione da parte di un Gruppo di Lavoro del Servizio Sismico Nazionale istituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi.

A livello europeo, il documento di gran lunga più importante è l'EC8, approvato il 29 giugno 1995, e diventato il riferimento obbligato per tutti i Paesi europei nelle loro attività di normazione. Esso prevede:

- La classificazione dei vari Stati in tre categorie sismiche, a parte la Non Classificata;
- Il concetto di spettro di risposta;
- L'analisi dinamica, al passo o modale completa o semplificata (che considera solo il primo modo) e l'analisi statica;
- La possibilità di tenere conto degli effetti locali, ovvero della micro zonazione, considerando tre diversi possibili profili di terreno, detti A, B, C, con i livelli differenziati di consistenza;
- Di evitare il collasso ma di evitare anche i danni, facendo affidamento nel primo caso alla duttilità, da conferire attraverso un dettagliato studio dei particolari costruttivi, nel secondo caso controllando le deformazioni.

Con il DM del 16 gennaio 1996, che recepì gli Eurocodici, nella loro versione di norma europea volontaria, nel nostro ordinamento normativo si fece quindi un significativo passo in avanti verso l'univoca adozione del metodo di verifica agli stati limite.

A tale organizzazione del corpus normativo nazionale si è quindi affiancata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20-3-2003 "Primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", con le successive modificazioni ed integrazioni (Ordinanza n° 3316 del 21-10-2003 ed Ordinanza n° 3431 del 05-5-2005).

Con tale provvedimento venne rivisto completamente il quadro nazionale del territorio e furono riclassificati tutti i Comuni di Italia in nuove zone sismiche che, da 1 a 4 a seconda del grado di sismicità, comportavano il rispetto di norme specifiche. Venne altresì rivisto il quadro relativo ai criteri di calcolo e di verifica delle strutture, passando dalle tensioni ammissibili, al metodo degli stati limite.

Dopo aver percorso tutto questo lungo iter legislativo, si giunge infine all'emanazione delle norme attualmente più importanti nel campo delle costruzioni in zona sismica: il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".



Tali norme raggruppano, per la prima volta in un unico testo, i criteri di verifica della sicurezza per tutte le tecnologie costruttive (muratura, cemento armato, legno, acciaio) unificando criteri di valutazione, livelli di sicurezza, modalità di progettazione, certificazione dei materiali, collaudi, norme per gli edifici esistenti.

Le principali novità rispetto alle norme precedenti riguardano l'obbligatorietà delle verifiche sismiche per tutto il territorio nazionale e l'obbligo dei calcoli strutturali col metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, basato sugli Eurocodici, limitando a pochi casi, e solo nelle zone a bassa sismicità, la possibilità di utilizzo delle verifiche alle Tensioni Ammissibili.

Secondo la nuova "filosofia" di approccio introdotta dalle NTC 2008, inoltre, lo studio delle strutture di un edificio va effettuato obbligatoriamente nel suo complesso e non più per parti, rendendo di fatto indispensabile l'utilizzo di programmi automatici di calcolo.

Si avrà modo di vedere più nel dettaglio, nel corso della trattazione, l'articolazione e i principi dettati da tali norme, attraverso il loro diretto utilizzo nell'ambito della verifica dell'edificio in oggetto.

Infine, dopo aver trattato nel dettaglio quella che è stata l'evoluzione delle normative italiane in ambito sismico, risulta necessario collocare la progettazione dell'edificio oggetto di verifica nel corretto periodo storico normativo, onde dedurre le normative, di ambito strutturale, che ne hanno guidato la progettazione.

A tal proposito, dall'analisi delle tavole di progetto e della documentazione relativa al calcolo e verifica delle strutture in c.a., si è potuto affermare che la fase di progettazione di tale edificio si sia conclusa nell'anno 1976. Pertanto la progettazione delle strutture portanti in cemento armato non ha seguito alcuna norma antisismica; si sono seguite, invece, le prescrizioni contenute nel Regio Decreto del 16 novembre 1939 n° 2229 "Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato".

## **2.2 La Normativa Sismica Attuale**

Quando si progetta, o si verifica, una costruzione in zona sismica è necessario considerare almeno due livelli di intensità sismica:

- Quella del terremoto che ha probabilità di verificarsi una volta nel corso della vita utile della costruzione ( $T_0$ );
- Quella del terremoto più violento prevedibile per la regione ( $T^*$ ).



Le moderne normative antisismiche si basano su questi due diversi livelli di intensità:

- La struttura deve resistere senza danno al sisma di minore intensità  $T_0$ ;
- La struttura può danneggiarsi, ma non deve crollare, per il sisma di intensità eccezionale  $T^*$ .

Per determinare la forza di un terremoto le normative recenti, nazionali ed internazionali, attribuiscono alle zone di un territorio diverse Accelerazioni Massime di Riferimento (PGA), da utilizzare nella progettazione o nella valutazione del comportamento delle costruzioni.

Il Peak ground acceleration (PGA) è la misura della massima accelerazione del suolo indotta dal terremoto e registrata dagli accelerometri. Diversamente dalla scala Richter, che misura l'ampiezza globale di un terremoto, il PGA misura l'intensità di un terremoto in una singola area geografica.

La misura del PGA può essere vista come una misura strumentale di ciò che la scala Mercalli misura come la gravità dei danni portati dal sisma.

Queste accelerazioni, misurate in g (l'accelerazione di gravità), sono scelte in modo convenzionale utilizzando il seguente criterio: considerare una probabilità di superamento in un periodo di tempo. In altre parole: l'intensità locale del moto del terreno dipende dal periodo di ritorno; la statistica del problema consente di sapere, fissato un certo livello di intensità, qual è la probabilità che nell'arco della vita della struttura si verifichi un terremoto di maggiore intensità. Ad esempio, assumendo la vita utile dell'edificio pari a 50 anni, si vuole che la probabilità di un terremoto più violento di quello di progetto sia del 10%: il sisma di progetto, e quindi le accelerazioni massime di riferimento, devono avere un periodo di ritorno di 475 anni. Questo terremoto è quindi di tipo eccezionale: la probabilità che questo tipo di azione sismica avvenga in cinquant'anni è molto bassa.

Fino al 2006 l'Italia era suddivisa in base a quattro valori di accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in cinquant'anni, a cui erano associate quattro zone a diverso grado di sismicità. Dal 2006 in poi il territorio italiano non è più stato diviso in quattro zone, ma è stato compiuto uno studio approfondito su 16852 nodi, a cui corrisponde una diversa accelerazione di picco. Le NTC 2008 hanno ripreso questa suddivisione in nodi creando un griglia di calcolo di passo  $0,05^\circ$  (pari a circa 5,5 km in latitudine e longitudine). In base a questa suddivisione, quindi, l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate.

Il Ministero dei Lavori Pubblici, sulla base di questo database di informazioni, ha creato un programma in ambiente Excel che permette, inserendo le coordinate del sito, la vita nominale dell'edificio e altre informazioni di cui si parlerà in maniera più approfondita nei prossimi capitoli, di calcolare lo spettro di risposta, elastico e di progetto.

Lo spettro di risposta è un grafico utilizzato per descrivere l'azione sismica al sito: mostra il valore massimo assoluto della risposta in funzione del periodo T.

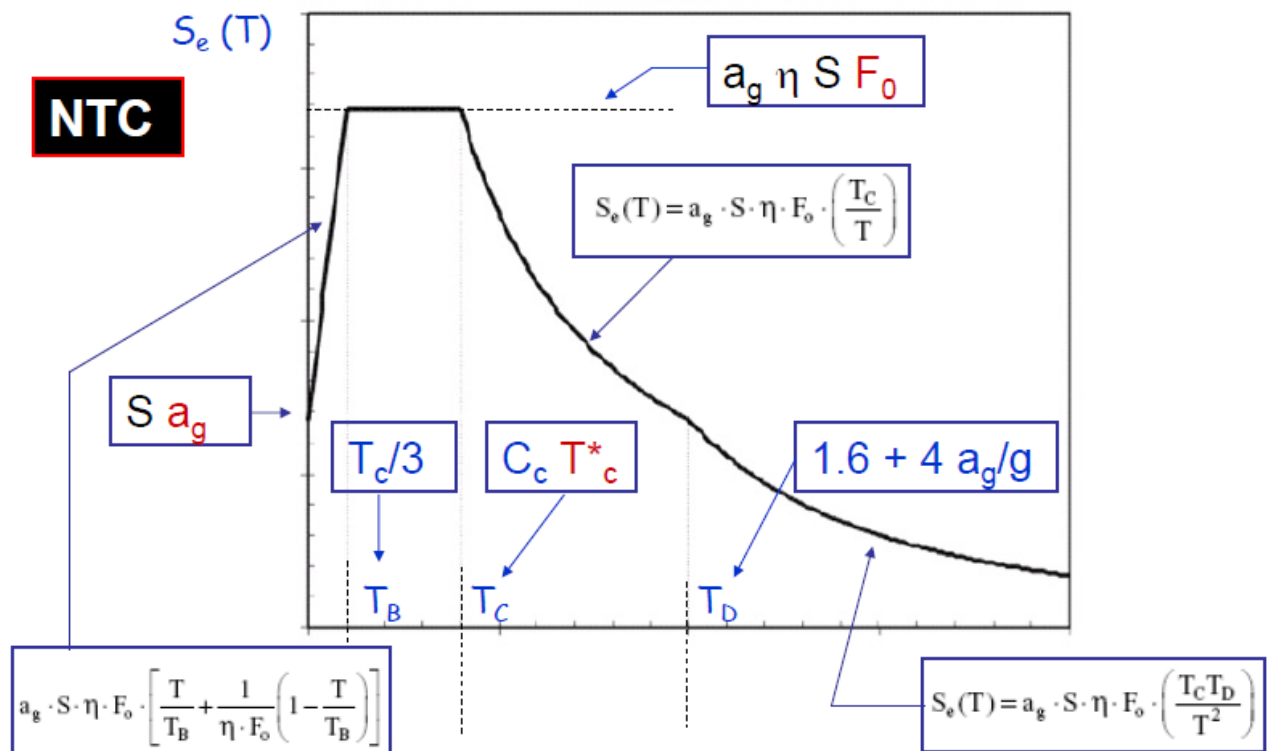


Figura 1 Grafico dello Spettro di Risposta in base alla NTC08

Il punto in cui  $T$  è pari a zero ha un significato molto importante: è il punto in cui lo spettro di risposta assume un valore uguale all'accelerazione del terreno.

In base ai valori assunti dallo spettro di risposta è quindi possibile ricavare le azioni sismiche orizzontali che agiscono sulla struttura.

Le normative sismiche moderne forniscono, però, due modalità possibili per resistere ad uno stesso terremoto, e quindi due modalità di progettazione:

1. La struttura è progettata per rimanere in campo elastico, sviluppando tutta la resistenza necessaria e non subendo danno (linea numero 1 in figura);
2. La struttura può subire dei danni, quindi ha un comportamento elasto – plastico, sviluppando una duttilità  $\mu$  ed una resistenza ridotta di  $\mu$  volte (linea numero 2 in figura).

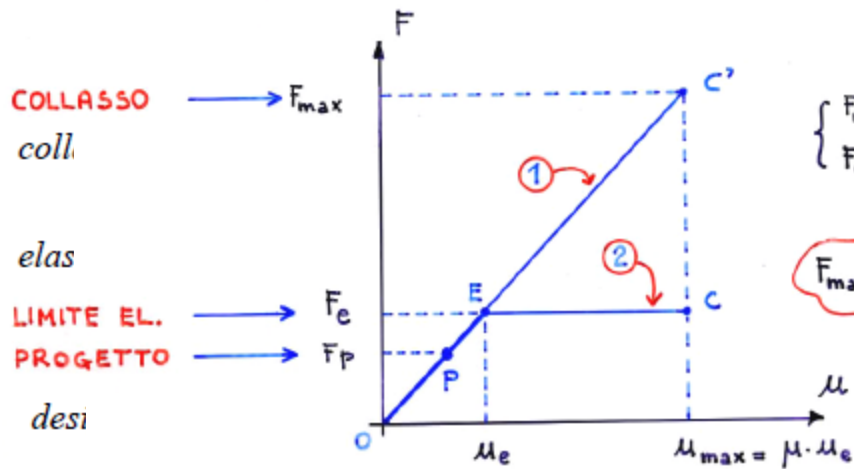


Figura 2 Andamento del Fattore di Struttura

La prima modalità di progettazione comporterebbe costi di costruzione troppo alti, ingiustificati per le incertezze legate al terremoto di collasso. Per questi motivi si progetta seguendo la seconda modalità: si accetta che, per il terremoto eccezionale, la struttura subisca danni, che possono essere più o meno importanti, ma non il crollo. La struttura può, quindi, superare il limite di elasticità, e questo significa che deve possedere un certo grado di duttilità (che deriva dalle caratteristiche di duttilità del materiale e dalle caratteristiche costruttive dell'edificio), per rispondere in sicurezza anche oltre il limite elastico del materiale.

Il comportamento post – elastico ciclico permette, quindi, di dissipare notevoli quantità di energia immessa dal sisma, riducendo ulteriori effetti sulla struttura.

La normativa attribuisce lo spettro di risposta per una struttura che rimanga elastica nel terremoto eccezionale. Se l'edificio presenta requisiti di duttilità potrà essere progettato/verificato rispetto ad uno spettro elastico ridotto; il fattore di riduzione è chiamato fattore di struttura  $q$ : più l'edificio presenta risorse duttili più il fattore di struttura  $q$  può essere aumentato.



Il fattore di struttura  $q$  è definito come:

$$q = \frac{F_e}{F_y}$$

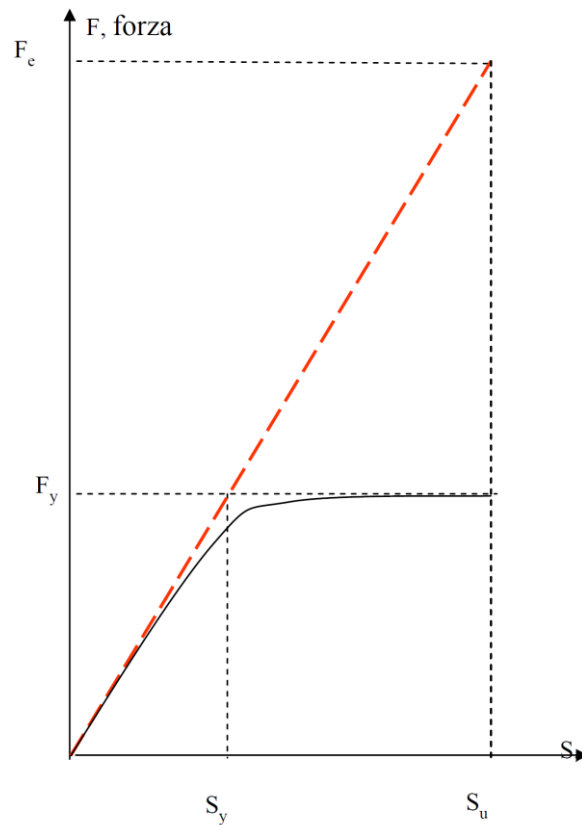


Figura 3 Definizione del Fattore di Struttura

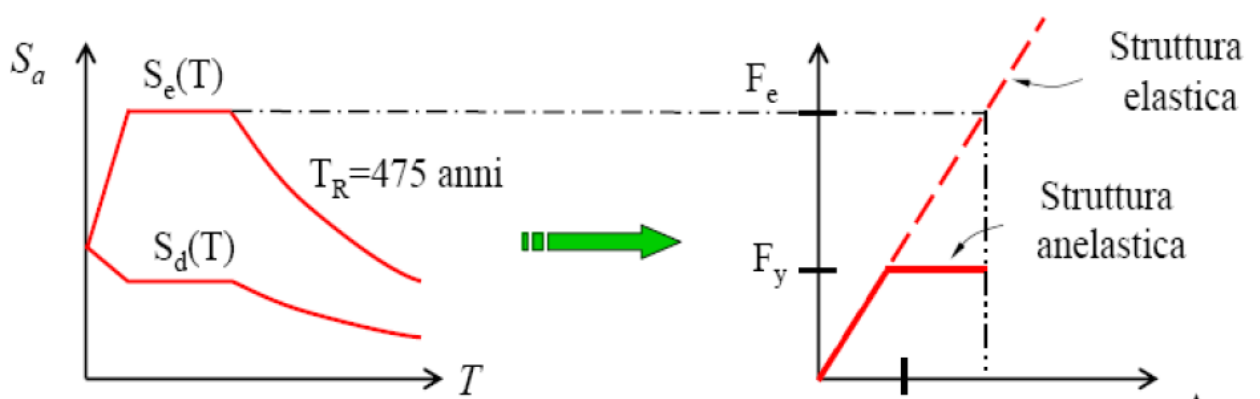


Figura 4 Riduzione dello Spettro di Risposta Elastico

In questa immagine è evidente come lo spettro di risposta elastico si riduce notevolmente grazie al fattore di struttura  $q$ , e, quindi, grazie alla dissipazione di energia ammettendo un comportamento post – elastico.



## 3 Descrizione del Caso di Studio

### 3.1 Descrizione dell'Opera

#### 3.1.1 Localizzazione e Dimensioni

L'edificio, il cui progetto è stato realizzato nel 1976 dal Dr. Ing. Artemio Apollonio, è situato in una zona pianeggiante nell'area urbana del Comune di Brescia, più precisamente nel Quartiere Casazza, a quota 149 m s.l.m.

L'abitazione presa in esame, fa parte di un gruppo di fabbricati formato complessivamente da sette edifici, di cui alcuni in linea ed altri a torre, che accolgono condomini e, in alcuni casi, attività commerciali ai piani inferiori. Tali edifici risultano essere in prevalenza ancora di proprietà dell'ALER della Provincia Brescia, essendo stati, solo in parte, riscattati dall'utenza che vi risiede. L'ALER ha deciso di dare inizio ad un processo di riqualificazione di tali abitazioni, la maggior parte costruiti alla fine degli anni '70. Il progetto di tale riqualificazione sta coinvolgendo molteplici figure professionali e svariati aspetti di fondamentale importanza, da quello urbanistico a quello architettonico, senza escludere il piano dell'efficienza energetica dell'involucro e impiantistica, per concludere con quello strutturale e di adeguamento sismico.

La costruzione, a torre ad uso residenziale oggetto del seguente studio, presenta un piano interrato, dodici piani fuori terra, un piano sottotetto non abitabile ( $h_{media}$  pari a 70 cm) e una copertura con inclinazione del 10% circa. La forma in pianta, una sorta di grande quadrifoglio, non è regolare; è, però, simmetrica rispetto alla diagonale: per questo motivo, nei prossimi capitoli, le verifiche degli elementi strutturali e alcune piante dell'edificio sono riportate solo per una delle due parti del fabbricato.

La struttura di elevazione è costituita da un telaio in calcestruzzo armato, un vano ascensore e un vano scale.

I solai, orditi in direzione trasversale alle travi, sono tutti laterocementizi, composti da elementi di alleggerimento in laterizio (pignatte) di spessore 20 cm, travetti gettati in opera e soletta di completamento di spessore 4 cm, anch'essa in calcestruzzo armato; al suo interno è presente una rete elettrosaldata  $\Phi 6$  30x30 cm.

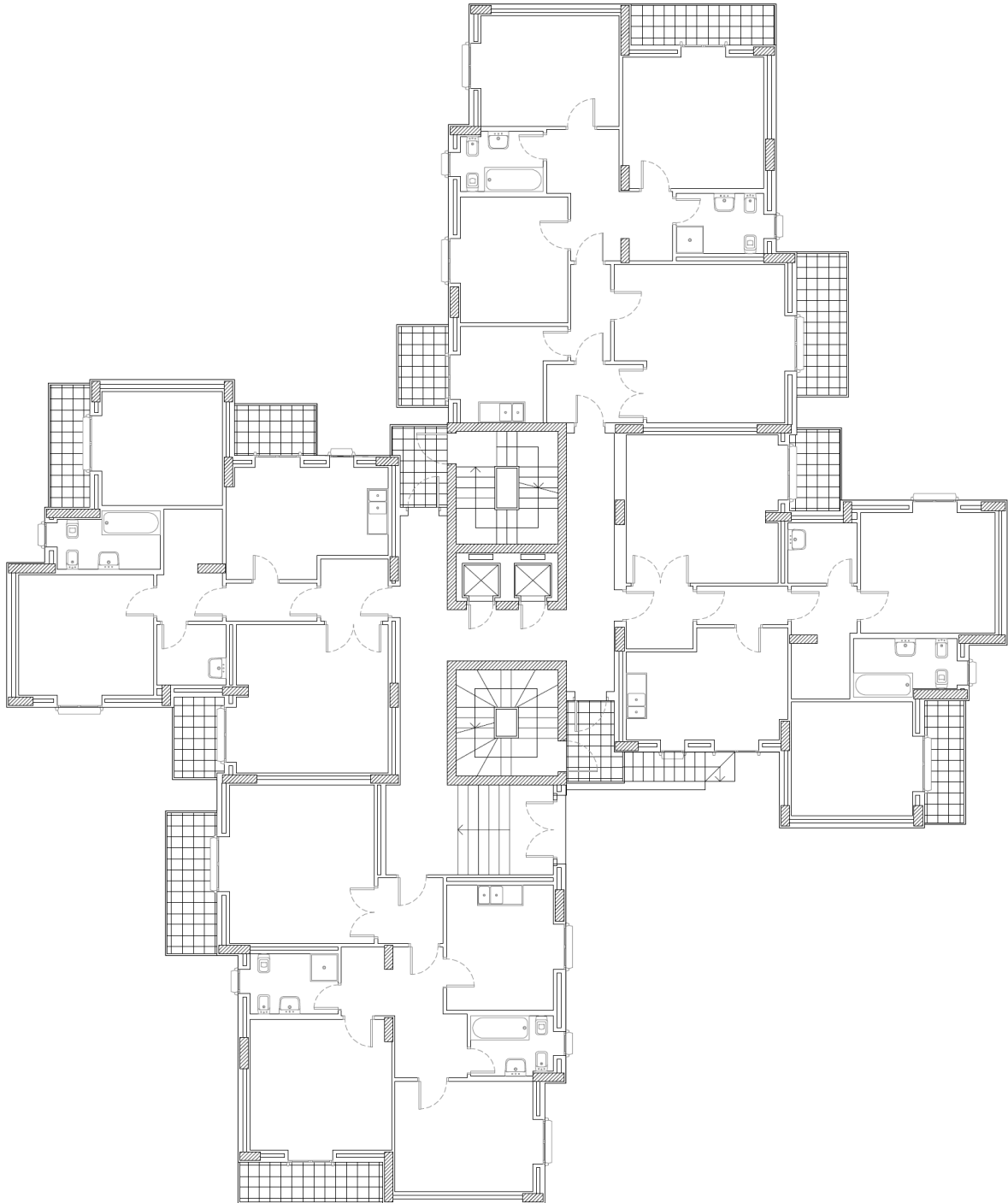
Le travi sono realizzate in spessore di solaio, ad eccezione di quelle all'ultimo piano, che presentano un'altezza di 40 cm e larghezza pari ai pilastri che le sostengono.

Assunta come 0,00 la quota del terreno circostante il fabbricato, risultano definite le quote del primo solaio al finito, pari a + 0,09 m, e del solaio contro terra al finito, pari a

– 2,74 m. Le altezze interne nette sono pari a 2,5 m al piano interrato e 2,84 m al piano tipo. L'altezza di interpiano è invece 3,1 m.

L'altezza del fabbricato dalla quota 0,00 è 37 m.

Nelle pagine seguenti sono inserite le piante e le sezioni dell'edificio:



**Figura 5 Pianta architettonica**

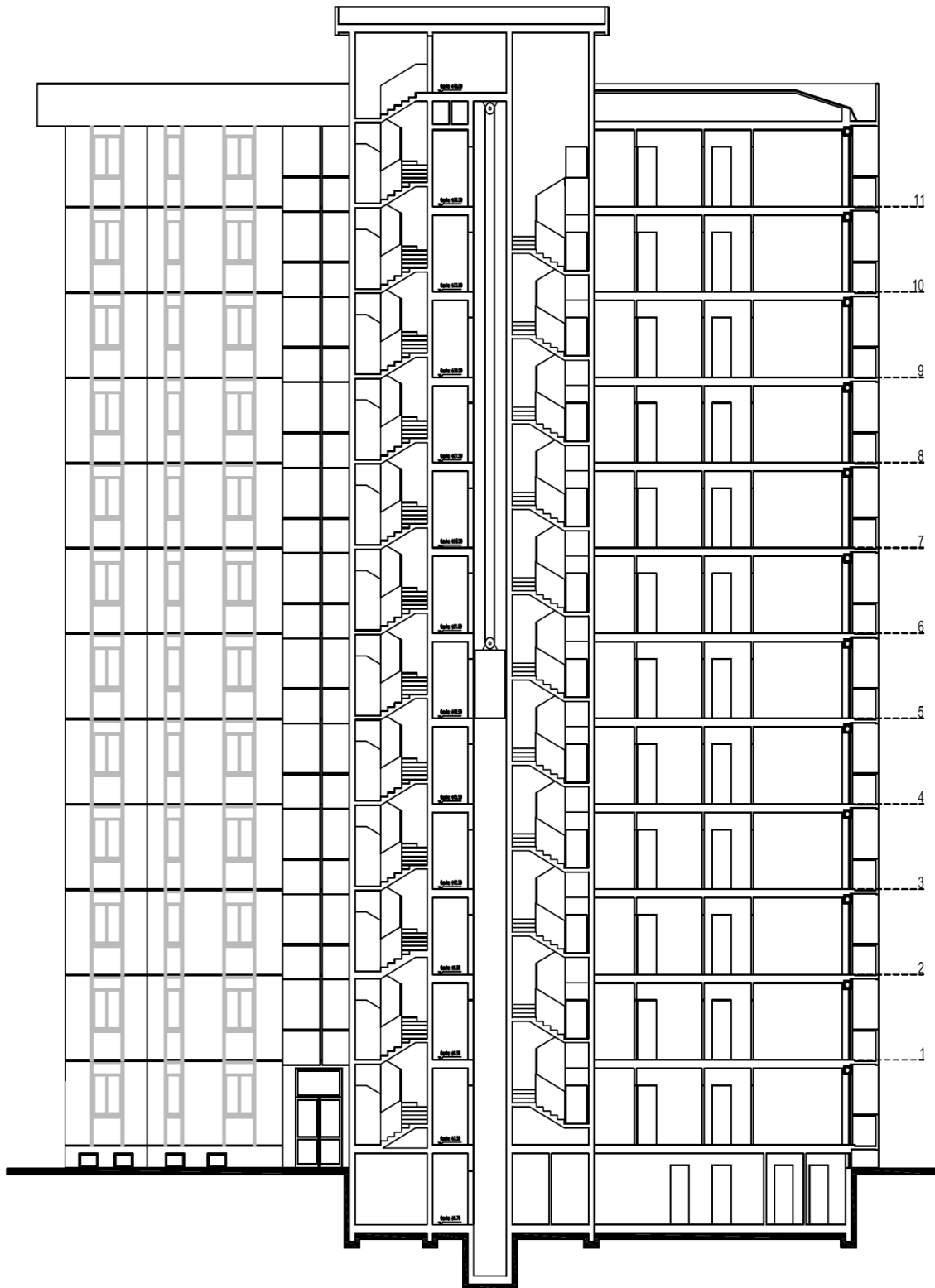


Figura 6 Sezione architettonica



### 3.1.2 Sistema Strutturale e Regolarità in Pianta e in Altezza

La struttura d'elevazione dell'edificio è formata da un insieme di elementi monodimensionali orizzontali (solai e travi) e verticali (pilastri, setti e vano ascensore/scale).

Il solo sistema composto dai nuclei ascensore/scale e dai setti, assunti come mensole incastrate in fondazione, non è in grado di assorbire le forze orizzontali agenti in caso di terremoto; è per questo motivo che anche i pilastri devono essere dimensionati, e quindi nel caso in questione verificati, in base alle azioni sismiche.

Al piano interrato non sono presenti muri contro terra in cemento armato.

Osservando la pianta strutturale del piano tipo si nota come gli elementi principali di controvento (vani e setti) abbiano maggiore rigidità lungo l'asse Y. Questo fatto sarà poi confermato dall'analisi modale svolta.

La normativa consiglia che le costruzioni debbano avere, per quanto possibile, una struttura iperstatica caratterizzata da regolarità in pianta e in altezza. Una costruzione è regolare in pianta se tutte le seguenti condizioni (NTC § 7.2.2) sono rispettate:

- La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidità;
- Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4;
- Nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione;
- Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti.

L'edificio preso in esame non rispetta la prima e la seconda condizione, per cui non è regolare in pianta.

Una costruzione è invece regolare in altezza se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- Tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione;
- Massa e rigidità rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidità non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidità si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di



pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;

- Nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;
- Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

L'edificio in esame rispetta queste condizioni, per cui è regolare in altezza.

### **3.2 Materiali e durabilità**

La scelta dei materiali, le disposizioni costruttive, l'esecuzione e la manutenzione devono seguire le norme EN 206 – 1 e UNI 11104 che prescrivono le misure da adottare in funzione delle azioni chimico-fisiche legate all'ambiente in cui si trova l'edificio e in funzione alle classi di esposizione di ogni elemento.

#### **Fondazioni e Muri contro Terra**

Cls raramente asciutto in un ambiente chimico poco aggressivo = XC1 + XA1, Cls C28/35,  $C_{dur}$  25mm.

#### **Ambienti interni**

Cls asciutto o permanentemente bagnato = XC1, Cls C25/30,  $C_{dur}$  15mm.

#### **Logge e Balconi**

Umidità moderata = XC3, Cls C28/35,  $C_{dur}$  25mm.

Per non adottare due classi di calcestruzzo differenti per lo stesso solaio, si utilizza sia per gli ambienti interni che per le logge e i balconi lo stesso Cls C25/30, incrementando, per quest'ultimi, lo spessore del copri ferro di 5 mm (pari quindi a 30mm) per avere gli stessi effetti di durabilità.



Per le fondazioni l'EC2 prescrive un copriferro minimo di 40mm ( $\gg 25$  mm). Per questo motivo si assegna alle fondazioni un Cls C25/30, poiché la maggiore durabilità è data dall'elevato copri ferro.

Per i muri contro terra, pilastri, setti e nuclei ascensore:

- C28/35, a/c max 0.55, min 320kg/m<sup>2</sup>;
- XC2 +XA1;
- S3;
- Diametro aggregato max 20mm.

Per fondazioni, travi, solai, balconi, vano scale e copertura

- C25/30, a/c max 0.60, min 300kg/m<sup>2</sup>;
- XC1;
- S3, S5 per le travi;
- Diametro aggregato max 20mm;

Tenendo conto delle indicazioni delle norme e delle possibili imprecisioni nella esecuzione dell'opera si prescrivono i requisiti del copri ferro.

Il copriferro MINIMO ( $c_{min}$ ) che soddisfa i requisiti relativi sia all'aderenza che alla durabilità vale:

$$c_{min.} = Max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,b} \\ c_{min,dur.} - \Delta c_{dur,add.} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Dove, vengono indicati i seguenti termini:

- $c_{min,b}$  copriferro minimo per il requisito di aderenza ( $b = \text{"bond"}$ ) con  $c_{min,b} > \Phi$  dell'armatura;
- $c_{min,dur}$  copriferro minimo per la durabilità, legato alle condizioni ambientali ( $dur = \text{"durability"}$ );
- $\Delta c_{dur, add}$  riduzione del copriferro per la durabilità per presenza di protezioni aggiuntive.

I requisiti di copriferro per la durabilità non risultano mai critici per le travi e i pilastri interni, i quali sono rispettivamente protetti da strati di finitura di intonaco e dalla presenza del sottofondo del pavimento. Lo spessore del copriferro minimo quindi in questi casi è dettato semplicemente dal rispetto delle condizioni di aderenza.

Le armature delle nervature di tutti i solai sono inglobate in uno strato di calcestruzzo gettato in opera da 5 mm di intonaco. Per esse pertanto:

$$\Delta c_{dur,add} = 12 + 10 = 22 \text{ mm}$$



Le superfici verticali dei pilastri, quelle inferiori delle solette piene e delle travi delle logge sono tutte protette da 10 mm di intonaco. Dato che il calcestruzzo previsto per tali elementi è di classe C25/30 anziché di classe C28/35, come sarebbe richiesto per la classe XC3, il copri ferro minimo  $C_{min,dur} = 25$  mm richiesto per tale classe viene incrementato di ulteriori 5 mm.

Il copri ferro nominale  $C_{nom}$ , da utilizzare per il progetto delle armature e da indicare nei disegni esecutivi, è pari alla somma del copri ferro minimo  $C_{min}$ , e della tolleranza di posizionamento delle armature  $\Delta c$ , assunta pari a 10 mm per strutture gettate in opera. Pertanto:

$$c_{nom.} = Max \left\{ \begin{array}{l} c_{min.} + \Delta c \\ 20 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Per i getti del piano interrato (plinti e muri contro terra in c.a.) in tutti i casi in cui un lato è contro terra, dunque non ispezionabile, si deve assumere  $C_{nom} \geq 40$  mm.

Nell'ipotesi di utilizzare:

- Staffe  $\Phi$  8 mm per i pilastri e le travi;
- Barre  $\Phi$  16 mm per pilastri, travi, plinti e muri contro terra;
- Barre  $\Phi$  12 mm per solai e solette dei balconi.

Si ottengono i seguenti valori (tutti espressi in mm):

Elemento strutturale	Classe di esposizione	$C_{min,b}$	$C_{min,dur}$	$\Delta C_{dur,add}$	$C_{dur}$	$C_{min}$	$\Delta c$	$C_{nom}$
Travi, pilastri interni, nuclei	XC1	8	15	-10	5	10	10	20
Solai	XC2	12	15	-20	-	12	10	20
Solette logge (arm. sup.)	XC3	12	-	-22	-	12	10	20
Pilastri logge	XC3	8	25	-10	15	15	10	25
Travi logge (arm. Inf.)	XC3	16	25+5	-10	20	20	10	30
Fondazioni, muri contro terra	XC2+XA1	16	25	-	25	25	10	40

Tutte le considerazioni effettuate sono, chiaramente, valide per edifici di nuova costruzione progettati per le condizioni ambientali considerate.

Per la verifica della costruzione presa in esame, non avendo svolto rilievi specifici sul campo, quindi non avendo nessuna prova del reale spessore/condizione del copri ferro si è ipotizzato uno spessore di circa 30 mm, uniforme per tutte le strutture.





### 3.2.1 Calcestruzzo

Il valore del modulo elastico medio è calcolato con la formula utilizzata sia dalle NTC08 che dall'EC2 è pari a:

$$E_{cm} = 22000 \left( \frac{f_{ck} + 8}{10} \right)^{0,3} [n/mm^2]$$

Adottando le indicazioni delle NTC 08 per le due classi di calcestruzzo risultano le grandezze meccaniche:

		C 25/30 [N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza a compressione cubica caratteristica	R <sub>ck</sub>	30
Resistenza a compressione cilindrica (f <sub>ck</sub> = 0,83 R <sub>ck</sub> )	f <sub>ck</sub>	24,9
Modulo elastico medio	E <sub>cm</sub>	31447

Le informazioni non sempre del tutto esaurienti di cui si è in possesso e la diversa classificazione e nomenclatura dei materiali utilizzati nel momento storico della costruzione dell'edificio hanno reso non sempre facile la comprensione delle proprietà meccaniche e fisiche degli stessi. Le esigue informazioni di cui si è in possesso consistono nei seguenti dati:

- $R_b \geq 250 \text{ kg/m}^2$
- $\sigma_c = 0,38 * R_b = 0,38 * 250 = 95 \text{ kg/m}^2$
- Dosaggio di cemento pari a  $300 \text{ kg/m}^3$  di impasto, di classe R425, con rapporto a/c pari 0,5.

Dunque si è arrivati a dedurre che, secondo la classificazione data dalle normative più recenti, si tratti di calcestruzzo di classe di resistenza C25/30. Nessuna informazione viene fornita, invece, per quanto riguarda il diametro massimo degli aggregati e la classe di consistenza.

### 3.2.2 Acciaio

Gli acciai per armatura sono definiti dai valori caratteristici delle tensioni di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$ , del rapporto di incrudimento ( $f_t/f_{yk}$ ) e di sovrarresistenza rispetto al valore nominale ( $f_y/f_{nom}$ )<sub>k</sub>, e della deformazione  $\epsilon_{uk}$  corrispondente alla tensione massima sotto carico.

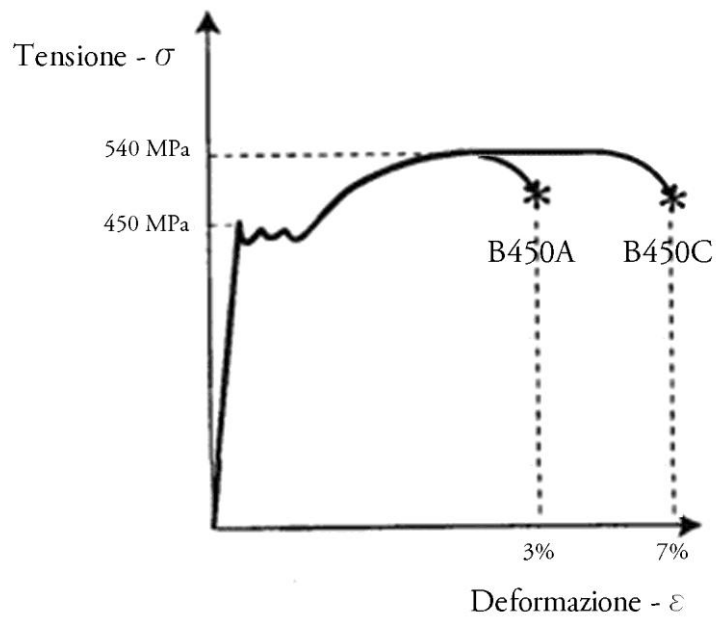
I valori "caratteristici" fissati nelle NTC08 sono:

- Resistenza a trazione  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$ ;
- Tensione di snervamento  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$ ;
- Allungamento uniforme al carico massimo  $\epsilon_{uk} \geq 75 \%$ ;



- Rapporto tra resistenza e tensione di snervamento  $1,15 < (f_t/f_y)_k < 1,35$ ;
- Rapporto tra resistenza di snervamento effettiva e nominale  $< 1,25$ ;
- Modulo elastico (valore medio secondo EC2)  $E_s$  200 kN/mm<sup>2</sup>.
- Resistenza di calcolo  $f_{yd} = f_{sd} = f_y/g_s = 450/1,15 = 391$  N/mm<sup>2</sup>;
- Tensione ammissibile in esercizio  $\sigma_s = 0,80 \times f_y = 0,8 \times 450 = 360$  N/mm<sup>2</sup>.

Il diagramma tensioni-deformazioni sperimentale dell'acciaio è indicato in figura:



**Figura 7 Grafico Sforzo-Deformazione Acciaio**

Per tutte le strutture è stato utilizzato, come descritto nelle tavole strutturali, acciaio in barre B450C controllato ad aderenza migliorata.



### 3.3 Analisi dei Carichi

Prima di effettuare una stima dei carichi che gravano sull'edificio preso in esame è necessario esaminare, in base alla documentazione presente, tutte le stratigrafie degli elementi sorretti dalla struttura.

La documentazione non è molto precisa, per cui, in alcune occasioni, si sono dovuti ipotizzare i materiali che compongono le stratigrafie; si è preferito svolgere tale analisi scegliendo sempre di effettuare le stime a favore di sicurezza.

Sono presenti solai laterocementizi di spessore 20 + 4 cm, composti da elementi di alleggerimento in laterizio (pignatte) e travetti gettati in opera; è presente, inoltre, un massetto di completamento collaborante di spessore 4 cm, in cui è inserita una rete elettrosaldada  $\Phi 6$  30x30.

Anche le travi, di spessore 24 cm, i setti orizzontali di irrigidimento e i pilastri sono elementi in calcestruzzo armato gettato in opera.

Sono presenti chiusure e partizioni di diverso spessore e tipologia, composte da blocchi di tamponamento in laterizio forato; nei solai e nelle chiusure/partizioni non sono presenti elementi di isolamento termico ed acustico. Per quest'ultime è stata considerata un'altezza interna netta pari a 2,84 m.

Nelle pagine seguenti è sviluppata l'analisi dei carichi degli elementi strutturali rappresentati in figura.

### 3.3.1 Solaio Piano Tipo

Come descritto in precedenza la soletta del piano tipo presenta uno spessore di 20 + 4 cm; i travetti sono disposti ad un interasse di 50 cm.

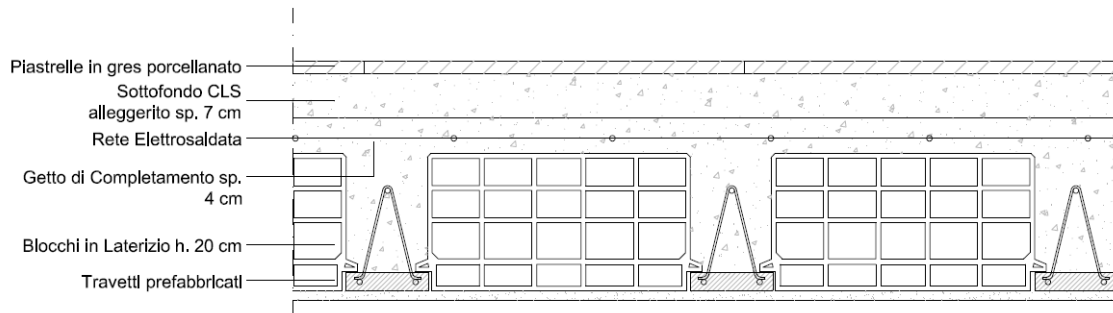
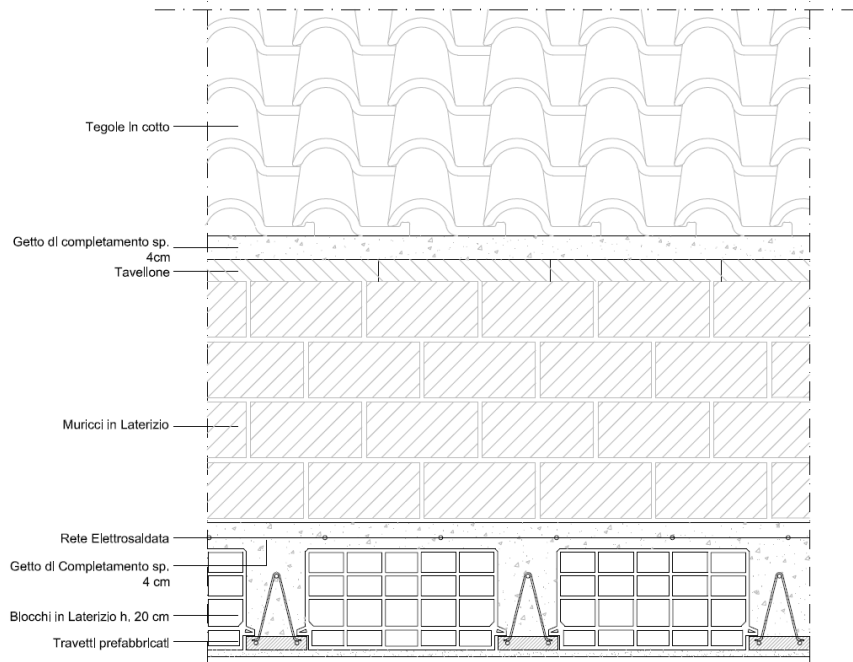


Figura 8 Sezione Solaio Piano Tipo

Solaio Piano Tipo interasse 50 cm							
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al ml	Peso Unitario [kN]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]		Unità misura
Elemento di alleggerimento	0,2	1	8	0,095	/	0,76	kN/mq
Travetti	0,2	0,12	2	/	25	1,2	kN/mq
Soletta	0,04	1	1	/	25	1	kN/mq
				gk1		3,0	kN/mq
Sottofondo alleggerito in CLS	0,07	1	1	17	/	1,19	kN/mq
Pavimento in ceramica	0,02	1	1	20	/	0,4	kN/mq
Intonaco Civile	0,02	1	1	20	/	0,4	kN/mq
Divisori	/	/	/	/	/	1,67	kN/mq
				gk2		3,66	kN/mq
Carico Totale						6,6	kN/mq

### 3.3.2 Solaio Copertura

La copertura è formata anch'essa da una soletta laterocementizia di spessore 20 + 4 cm su cui sono posti in opera muricci, formati da mattoni forati in laterizio di spessore 12 cm e altezza media pari a 70 cm, tavelloni e un massetto collaborante di spessore 4 cm. Il tutto è protetto dagli agenti esterni tramite un rivestimento in fibrocemento e tegole curve in laterizio.



**Figura 9 Sezione Solaio Copertura**

Solaio Copertura Corretto							
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al ml	Peso Unitario [kN]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]		Unità misura
Tavelloni	/	1	8	0,05	/	0,4	kN/mq
Elemento di alleggerimento	0,2	1	8	0,095	/	0,76	kN/mq
Travetti	0,2	0,12	2	/	25	1,2	kN/mq
Soletta	0,04	1	1	/	25	1	kN/mq
Muricci	/	/	/	/	/	0,4	kN/mq
Soletta	0,04	1	1	/	25	1	kN/mq
				gk1		4,8	kN/mq
Intonaco Civile	0,02	1	1	/	20	0,4	kN/mq
Rivestimento in fibrocemento	0,01	1	1	/	19,6	0,196	kN/mq
Tegole Curve	/	1	14	0,03	/	0,42	kN/mq
				gk2		1,02	kN/mq
Carico Totale						4,8	kN/mq

### 3.3.3 Solaio Logge e Balconi

La soletta dei balconi è formata da un getto pieno di calcestruzzo armato di spessore 15 cm, sul quale è posto in opera uno strato di calcestruzzo alleggerito di 15 cm, in modo che il solaio del piano tipo e quello del balcone abbiano uno spessore simile.

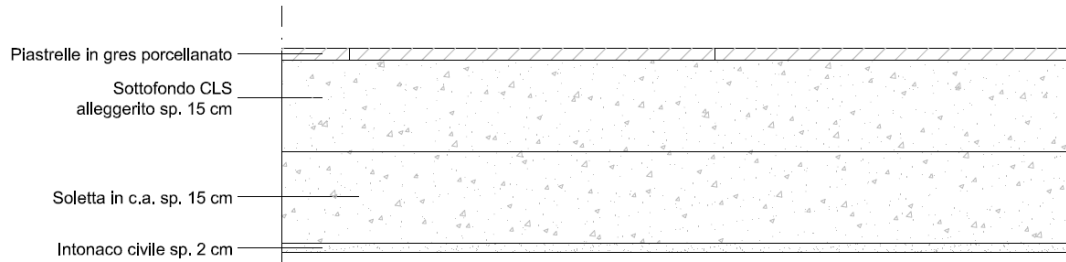


Figura 10 Sezione Solaio Logge e Balconi

Solette Logge e Balconi						
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al mq	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]		Unità misura
Soletta	0,15	1	1	25	3,75	kN/mq
				gk1	3,75	kN/mq
Sottofondo alleggerito in CLS	0,15	1	1	17	2,55	kN/mq
Pavimento in ceramica	0,02	1	1	25	0,5	kN/mq
Intonaco Civile	0,02	1	1	20	0,4	kN/mq
				gk2	3,45	kN/mq
Carico Totale					7,20	kN/mq

### 3.3.4 Chiusura Verticale

La chiusura verticale è una muratura a cassa vuota di spessore totale pari a 35 cm: è formata da un doppio strato laterizio forato di spessore 12 cm, all'interno del quale è inserita una camera d'aria di spessore 8 cm. Il carico è espresso in kN al metro lineare, ed andrà a gravare sulle travature perimetrali dell'edificio.

Chiusura Verticale						
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al ml	Peso Unitario [kN]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]	Unità misura
Laterizi	0,12	1	45,44	0,045	/	2,04 kN/m
Laterizi	0,12	1	45,44	0,045	/	2,04 kN/m
Intonaco Civile	0,01	1	/	/	20	0,57 kN/m
Intonaco Civile	0,02	1	/	/	20	1,14 kN/m
				gk2		5,79 kN/m
Carico Totale						5,79 kN/m



### 3.3.5 Partizioni Verticali

Le partizioni interne verticali presenti nell'edificio analizzato sono di diverso tipo e spessore. La PI1 è composta da elementi in laterizio forato di spessore 8 cm; la PI2 è invece formata da elementi in laterizio forato di spessore 12 cm; la PI3 è molto simile alla chiusura verticale, e anch'essa presenta un doppio strato di laterizio forato di spessore 8 e 12 cm, all'interno del quale è presente una camera d'aria di spessore 8 cm.

Partizione Interna (PI1)							
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al ml	Peso Unitario [kN]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]		Unità misura
Laterizi	0,08	1	43,2	0,03	/	1,30	kN/m
Intonaco Civile	0,01	1	/	/	20	0,54	kN/m
Intonaco Civile	0,01	1	/	/	20	0,54	kN/m
						G2	kN/m
						g2	kN/mq
Carico Totale						1,20	kN/mq

Partizione Interna (PI2)							
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al ml	Peso Unitario [kN]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]		Unità misura
Laterizi	0,12	1	43,2	0,045	/	1,94	kN/m
Intonaco Civile	0,01	1	/	/	20	0,54	kN/m
Piastrelle in Ceramica	0,02	1	/	/	25	1,35	kN/m
						G2	kN/m
						g2	kN/mq
Carico Totale						1,60	kN/mq

Partizione Interna (PI3)							
Elemento	Spessore [m]	a [m]	Unità al ml	Peso Unitario [kN]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]		Unità misura
Laterizi	0,12	1	43,2	0,045	/	1,94	kN/m
Laterizi	0,08	1	43,2	0,03	/	1,30	kN/m
Intonaco Civile	0,01	1	/	/	20	0,54	kN/m
Intonaco Civile	0,01	1	/	/	20	0,54	kN/m
						G2	kN/m
						g2	kN/mq
Carico Totale						2,00	kN/mq

Si nota come tutti i carichi dovuti alle partizioni interne sono prima espressi in kN/m e successivamente in kN/mq. Questo passaggio è spiegato nel paragrafo 3.1.3.1 delle



NTC 08, che fornisce alcuni range di valori di carico  $g_{2k}$  uniformemente distribuito sul solaio in funzione del peso proprio per unità di lunghezza  $G_{2k}$  delle partizioni. Si riportano di seguito tali valori:

- per elementi divisorii con  $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$  :  $g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$  ;
- per elementi divisorii con  $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$  :  $g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$  ;
- per elementi divisorii con  $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$  :  $g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$  ;
- per elementi divisorii con  $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$  :  $g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$  ;
- per elementi divisorii con  $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$  :  $g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$  .

In questa tabella sono inseriti i valori di  $g_2$  riferiti ad ogni  $G_2$  e il valore  $g_2$  totale, ricavato tramite la media pesata tra valori di  $G_2$  e  $g_2$ :

Partizione	G2	Unità di Misura	g2	Unità di Misura
Partizione Interna (PI1)	2,38	kN/m	1,2	kN/mq
Partizione Interna (PI2)	3,83	kN/m	1,60	kN/mq
Partizione Interna (PI3)	4,32	kN/m	2	kN/mq
MEDIA PESATA PARTIZIONI INTERNE			1,67	kN/mq

Il valore di  $g_2$  totale è stato inserito nell'analisi dei carichi del solaio piano tipo.

Lo stesso tipo di ragionamento è stato effettuato nel calcolo del carico derivante dai muricci:

Muricci Mattoni Forati	
Peso mattoni [kN/mc]	11
$h_{media}$ [m]	0,7
Spessore [m]	0,12
Peso mattoni [kN/m] (G2)	0,924
Peso mattoni [kN/mq] (g2)	0,4

Partizione	G2	Unità di Misura	g2	Unità di Misura
Muricci	0,924	kN/m	0,4	kN/mq





## 3.4 Azioni Variabili, Ambientali e Naturali

### 3.4.1 Carichi Variabili

L'NTC 08 prescrive, nel paragrafo 3.1.4, i seguenti valori per i carichi variabili:

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00

Tabella 1 Valori dei carichi variabili prescritti da NTC 08

Nell'edificio preso in esame sono presenti ambienti ad uso esclusivamente residenziale, per cui  $q_k$  è pari a 2 kN/mq; per quanto riguarda i balconi e le logge, sempre in accordo con la tabella sopra citata, si assume  $q_k$  pari a 4 kN/mq.

### 3.4.2 Carico da Neve

L'intensità del carico da neve sulla copertura di un edificio dipende da variabili topografiche (zona geografica e quota sul livello del mare della costruzione, ventosità del sito, presenza di edifici circostanti) e dalla tipologia della copertura (inclinazione delle falde, rugosità della superficie, dispersione di calore attraverso la copertura ecc). L'azione statica  $q_s$ , rappresenta il carico da neve considerato agente sulla proiezione orizzontale della copertura, per l'area ove esso è presente.

L'intensità di  $q_s$  si determina partire da:

- Il carico da neve  $q_{sk}$  funzione dei parametri che caratterizzano il sito (zona geografica ed effetti locali legati all'ubicazione) relativo a un periodo di ritorno TR=50 anni;

- I parametri che caratterizzano la tipologia strutturale e il tipo di opera (coefficienti di forma, di esposizione e termico).

La relazione descritta dalle NTC 08 è la seguente:

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

Dove:

$\mu_i$  è il coefficiente di forma;

$q_{sk}$  è il valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq];

$C_E$  è il coefficiente di esposizione;

$C_t$  è il coefficiente termico.



Figura 11 Divisione dell'Italia in zone per il calcolo del carico da neve

Per la zona 1  $q_{sk}$  è considerato pari a 1,50 kN/mq.

### Zona I - Alpina

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 1,50 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.3.8)$$

Essendo l'angolo di inclinazione della falda compreso tra  $0^\circ$  e  $30^\circ$  il coefficiente di forma  $\mu_i$  è pari a 0,8.

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Tabella 2 Valori del coefficiente di forma prescritti da NTC 08



L'edificio preso in esame è situato in un'area in cui, a causa del terreno, presenza di altre costruzioni o alberi, non è presente una significativa rimozione di neve dalla copertura da parte del vento. Il coefficiente di esposizione  $C_E$  è quindi pari a 1.

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

**Tabella 3 Valori del coefficiente di esposizione prescritti da NTC 08**

La copertura dell'edificio non risulta essere isolata termicamente, per cui si assume  $C_t$  pari a 1.

Il risultato è pari quindi a:

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t = 0,8 * 1,5 * 1 * 1 = 1,2 \text{ kN/mq}$$

### 3.4.3 Carico da Vento

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.

L'azione quasi statica equivalente si ottiene moltiplicando la pressione cinetica di riferimento  $p(z)$ , legata alla pressione di riferimento del vento  $q_b$ , per l'area di superficie su cui essa è applicata. L'intensità delle pressioni/depressioni  $p(z)$  varia in funzione della geometria dell'elemento e della pressione cinetica di picco  $q_b$  secondo la relazione:

$$p(z) = q_b * C_e * C_p * C_d$$

Dove:

- $z$  è la quota altimetrica valutata a partire dal terreno;
- $q_b$  pressione cinetica di riferimento;
- $C_e$  coefficiente di esposizione;
- $C_p$  coefficiente di forma ;
- $C_d$  coefficiente dinamico.

#### 3.4.3.1 Velocità di Riferimento

La velocità di riferimento  $v_b$  è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.



La località in cui è realizzato il fabbricato, a quota 149 m s.l.m., è classificata in zona geografica 1 per cui la velocità di riferimento è  $v_{b,0} = 25$  m/s. Per strutture ordinarie con vita  $VN = 50$  anni, essendo  $a_s$  (l'altitudine del comune di Brescia) inferiore ad  $a_0$  (altitudine data dalla norma per gli edifici in zona geografica 1), la velocità di riferimento è pari a:

$$v_b = v_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

### 3.4.3.2 Pressione Cinetica di Riferimento

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  è legata alla densità dell'aria  $\rho = 1,25$  kg/mc e alla velocità del vento in m/s dalla legge di Bernoulli:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho * v^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 = 391,2 \frac{N}{m^2}$$

### 3.4.3.3 Coefficiente di Esposizione

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. Esso è ricavato dalla formula:

$$C_e(z) = k_r^2 * C_t * \ln \frac{z}{z_0} \left( 7 + C_t * \ln \frac{z}{z_0} \right) = 2,816 \text{ con } z = 40 \text{ m}$$

$$C_e(z) = k_r^2 * C_t * \ln \frac{z}{z_0} \left( 7 + C_t * \ln \frac{z}{z_0} \right) = 2,875 \text{ con } z = 43 \text{ m}$$

Dove:

$k_r$  è il fattore di terreno, variabile in base alla categoria di esposizione del sito;

$c_t$  coefficiente di topografia, assunto nelle NT con valore  $c_t = 1$  nei casi normali e  $c_t > 1$  per edifici isolati posti sulla sommità o sulle pendici di una collina;

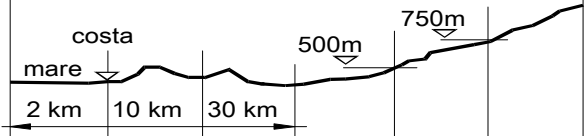
$z_0$  è lunghezza di rugosità, variabile in base alla categoria di esposizione del sito;

$z_{min}$  è l'altezza a partire dal terreno della zona in cui la velocità del vento è assunta costante.

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tabella 4 Andamento dei valori in base alla categoria di esposizione del sito

La categoria di esposizione del sito la si ricava dalla figura seguente, conoscendo i dati geografici e la classe di rugosità del terreno:

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Tabella 5 Calcolo della categoria di esposizione del sito come prescritto da NTC 08

Per quanto riguarda l'edificio preso in esame la classe di rugosità è la A, che porta ad avere una categoria di esposizione del sito pari a V.

### 3.4.3.4 Coefficiente di Forma

Il vento esercita in direzione perpendicolare agli elementi di parete o di copertura pressioni (positive) e depressioni (negative) a seconda della posizione degli elementi (sopravento o sottovento, interni o esterni) e della loro inclinazione rispetto all'orizzontale.

Per edifici a pianta rettangolare e con coperture piane o a falde inclinate o curve, per i quali il rapporto L/B sia compreso tra 1/3 e 3 il coefficiente di forma esterno per pareti verticali ( $\alpha = \pm 90^\circ$ ) vale:

- $C_p = + 0,8$  se sopravvento;

- $C_p = -0,4$  se sottovento o radente.

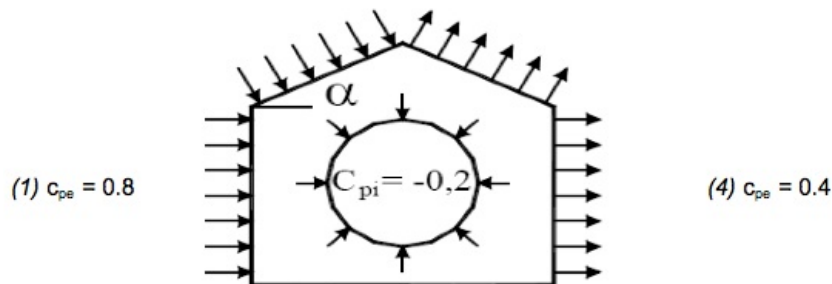


Figura 12 Calcolo dell'effetto globale del vento sulle pareti esterne

Per il calcolo dell'effetto globale del vento sulle pareti esterne nelle due direzioni x e y si cumulano gli effetti di pressioni e depressioni sulle pareti sopravento e sottovento pertanto è:

$$C_p = 0,8 - 0,4 = 1,2$$

#### 3.4.3.5 Coefficiente Dinamico

Nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza,  $C_d$  può essere assunto, a favore di sicurezza, pari a 1.

Si calcola infine l'intensità delle pressioni mediante la formula riportata in precedenza:

$$p(z) = q_b * C_e * C_p * C_d = 1,321 \text{ kN/mq}$$

### 3.5 Terreno

Nel materiale a disposizione, fornito dell'ALER della Provincia di Brescia, non era presente la relazione geotecnica originale utilizzata dal progettista dell'edificio. Essendo la costruzione analizzata dalla studentessa Krizia Parete molto simile all'edificio preso in esame e situata nello stesso quartiere, si è deciso di utilizzare i dati forniti dalla relazione geotecnica per quel terreno.

Di seguito sono riportate le due immagini relative alle prove di cui si è in possesso.

Tali prove sono state effettuate nel mese di aprile 1973 e sono state accompagnate dal prelievo di alcuni campioni di terreno nelle zone limitrofe al sito di costruzione, successivamente studiati.

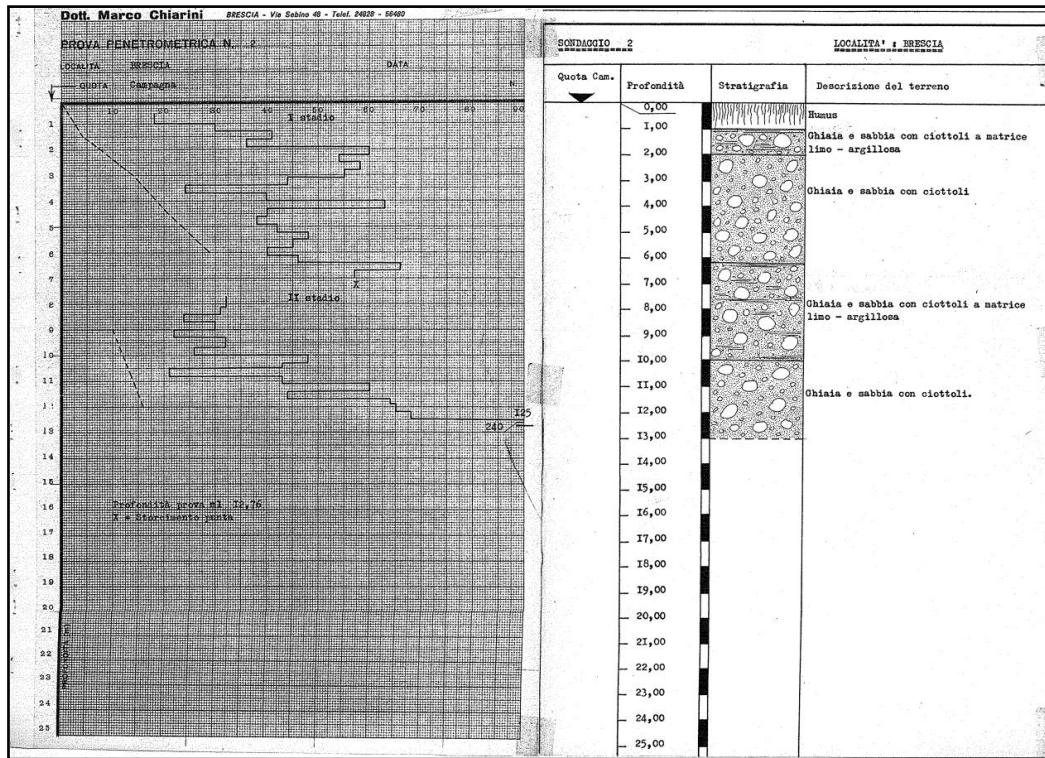


Figura 13 Prova Geotecnica 1

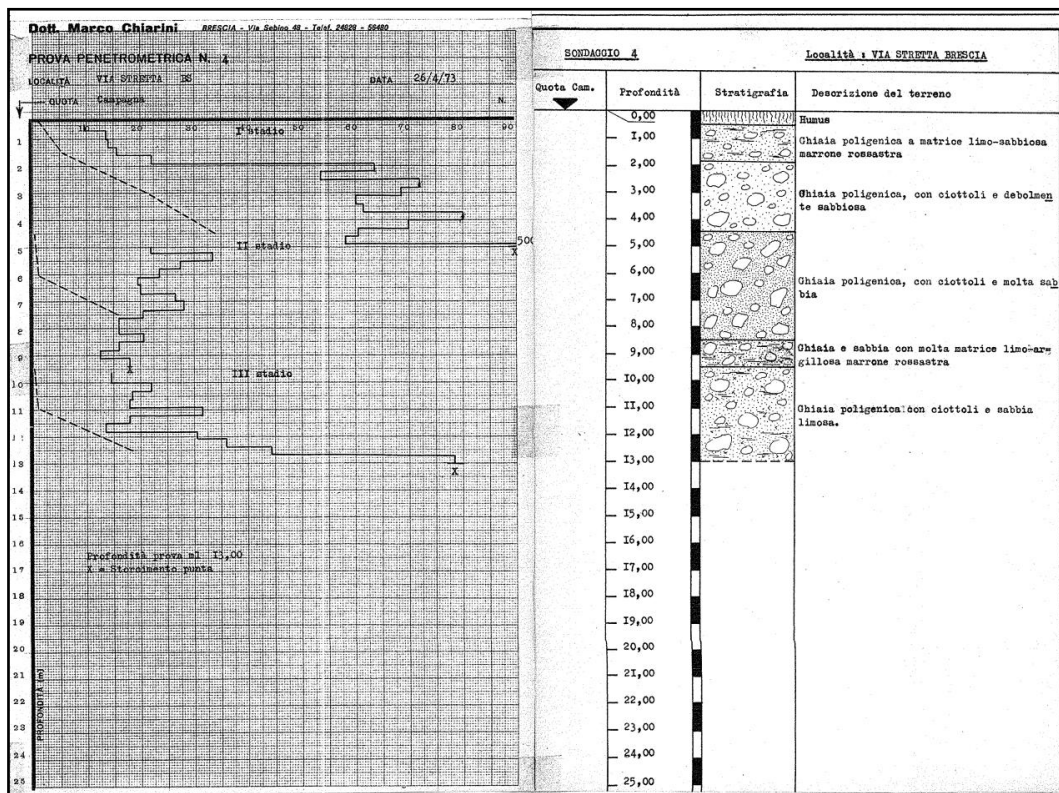


Figura 14 Prova Geotecnica 2



Dalla lettura della documentazione in oggetto, è stato necessario interpretare i dati riportati in funzione di una classificazione del terreno secondo le normative attuali.

Il D.M. del 14.01.2008, infatti, al fine della definizione dell'azione sismica di progetto, individua le categorie di sottosuolo riportate nell'immagine seguente:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

Tabella 6 Categorie di sottosuolo previste da NTC 08

E' stata identificata la categoria B come quella che meglio descrive le caratteristiche del sottosuolo in oggetto.

Sempre il D.M. del 14.01.2008 definisce anche quattro categorie di configurazione superficiale, cui corrispondono le quattro classi categoria topografica, riportate nell'immagine che segue:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 7 Caratteristiche della superficie topografica previste da NTC 08

La superficie topografica del caso di studio rientra in categoria T1.





## 3.6 Caratterizzazione Sismica dell'Edificio

### 3.6.1 Analisi Lineare e Fattore di Struttura

Le costruzioni, esistenti e non, devono essere dotate di sistemi strutturali che garantiscano rigidità e resistenza nei confronti delle due componenti ortogonali orizzontali delle azioni sismiche.

Le strutture soggette all'azione sismica devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

- a) comportamento strutturale non-dissipativo;
- b) comportamento strutturale dissipativo.

Nel comportamento strutturale non dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite di esercizio, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle non linearità di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti.

Nel comportamento strutturale dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite ultimi, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, in funzione della tipologia strutturale adottata, tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti).

La struttura ai fini della progettazione, o, come in questo caso, ai fini della verifica, viene considerata come avente un comportamento dissipativo.

Inoltre, per l'edificio oggetto di studio, si sceglie una classe di duttilità bassa CD"B". Tale scelta è dovuta principalmente al fatto che la realizzazione di dettagli costruttivi per strutture in CD"A" è molto complessa a causa della grande quantità di ferri necessari a soddisfare tali requisiti di duttilità. Inoltre, essendo una costruzione realizzata nel 1976, sicuramente non sono stati attuati i criteri per ottenere una duttilità elevata.

Per verificare che la struttura abbia un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisi, si fa ricorso ai procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze.

Tali fini possono ritenersi conseguiti qualora le parti non dissipative ed i collegamenti delle parti dissipative al resto della struttura possiedano, nei confronti delle zone dissipative, una sovraresistenza sufficiente a consentire lo sviluppo in esse di cerniere plastiche. La sovraresistenza è valutata moltiplicando la resistenza nominale di calcolo



delle zone dissipative per un opportuno coefficiente di sovraresistenza  $\gamma_{Rd}$ , assunto pari ad 1,1 per CD"B".

Le azioni sismiche su una data costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ottiene moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ :

$$V_R = V_N * C_u$$

La costruzione in oggetto è caratterizzata da una vita nominale  $V_N$  di 50 anni e una classe d'uso II: il periodo di riferimento è quindi di 50 anni.

Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

Tabella 8 Vita Nominale per diversi tipi di opere

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

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

Tabella 9 Valori del coefficiente d'uso

L'analisi delle strutture soggette ad azione sismica può essere lineare o non lineare. Nel caso preso in esame la verifica è stata effettuata seguendo un'analisi di tipo lineare per elementi dissipativi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto, ottenuto assumendo un fattore di struttura  $q$ . Il valore del fattore di struttura  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e tiene conto delle non linearità di materiale. Esso è calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 * K_R$$

Dove:

$q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$ .  $\alpha_u$  è pari al valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile;  $\alpha_1$  è pari al valore per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;



$K_R$  è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza. La struttura presa in esame è regolare in altezza e quindi il fattore  $K_R$  è quindi pari a 1.

Il valore  $q_0$  si ricava tramite tabella seguente:

Tabella 7.4.I – Valori di  $q_0$

Tipologia	$q_0$	
	CD''B''	CD''A''
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0\alpha_u/\alpha_1$	$4,5\alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0\alpha_u/\alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Tabella 10 Valori di  $q_0$

Per le costruzioni non regolari in pianta la norma (NTC 08 § 7.3.1) impone di adottare valori di  $\alpha_u/\alpha_1$  pari alla media tra 1,0 ed il valore del rapporto nel caso in cui la struttura sia regolare in pianta. Quindi, si assume la media tra 1,2 (valore per telaio a più piani ed una sola campata) ed 1,0, cioè 1,1.

Nel caso preso in esame è stato assegnato, a favore di sicurezza, ad  $\alpha_u/\alpha_1$  il valore 1:

$$q_0 = 3 * \alpha_u/\alpha_1 = 3$$

Il fattore di struttura  $q$  è quindi pari a:

$$q = q_0 * K_R = 3$$

### 3.6.2 Duttilità Effettiva

Come descritto nei paragrafi precedenti il calcolo del fattore di struttura  $q$  dipende dalla duttilità della struttura analizzata: più gli elementi presentano risorse di duttilità più il fattore di struttura  $q$  può essere aumentato. Il fattore di struttura permette quindi di diminuire i ferri di armatura e la geometria delle sezioni degli elementi strutturali, ma comporta maggiori danni alla struttura in caso di sisma: negli elementi che si danneggiano si creano delle cerniere plastiche che permettono di dissipare energia.

La normativa italiana NTC 08 impone il calcolo del fattore di struttura come descritto in precedenza.

E' necessario e molto importante, però, controllare e conoscere, soprattutto negli edifici esistenti progettati e costruiti in tempi non recenti, se le risorse plastiche sono realmente presenti.

Un metodo semplificato per fare ciò è il seguente: per le sezioni di alcune travi significative dell'edificio è calcolato, tramite il software "Verifica C.A. S.L.U." progettato dal professor Piero Gelfi, il diagramma Momento – Curvatura:

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The title bar indicates the file is 'Trave 9 e 11 Sez AA'. The menu bar includes File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, and Normativa: NTC 2008. The main window is divided into several sections:

- Titolo:** A text input field.
- N° figure elementari:** 1 (with a Zoom button).
- N° strati barre:** 2 (with a Zoom button).
- Tables:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	75	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,46	4
2	10,56	20
- Sollecitazioni:** S.L.U. and Metodo n buttons. Input fields for N<sub>Ed</sub>, M<sub>xEd</sub>, M<sub>yEd</sub> in kN and kNm.
- P.to applicazione N:** Radio buttons for Centro, Baricentro cls, and Coord.[cm]. Input fields for xN and yN.
- Tipo rottura:** Lato calcestruzzo - Acciaio snervato.
- Materiali:** A section for material properties for B450C and C25/30, including  $\epsilon_{su}$ ,  $f_{yd}$ ,  $E_s$ ,  $E_s/E_c$ ,  $\epsilon_{syd}$ ,  $\sigma_{s,adm}$ ,  $\epsilon_{c2}$ ,  $\epsilon_{cu}$ ,  $f_{cd}$ ,  $f_{cc}/f_{cd}$ ,  $\sigma_{c,adm}$ ,  $\tau_{co}$ , and  $\tau_{c1}$ .
- Calculated Results:**
  - M<sub>xRd</sub> = -105 kN m
  - $\sigma_c$  = -14,17 N/mm<sup>2</sup>
  - $\sigma_s$  = 391,3 N/mm<sup>2</sup>
  - $\epsilon_c$  = 3,5 ‰
  - $\epsilon_s$  = 10,14 ‰
  - d = 20 cm
  - x = 5,133, x/d = 0,2567
  - $\delta$  = 0,7608
- Metodo di calcolo:** Radio buttons for S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, and Metodo n.
- Tipo flessione:** Radio buttons for Retta (selected) and Deviata.
- Buttons:** Calcola MRd, Dominio M-N, L<sub>0</sub> (0 cm), Col. modello, and Precompresso (checkbox).

Figura 15 Calcolo del Momento Resistente Utilizzando il Software V.C.A.S.L.U.

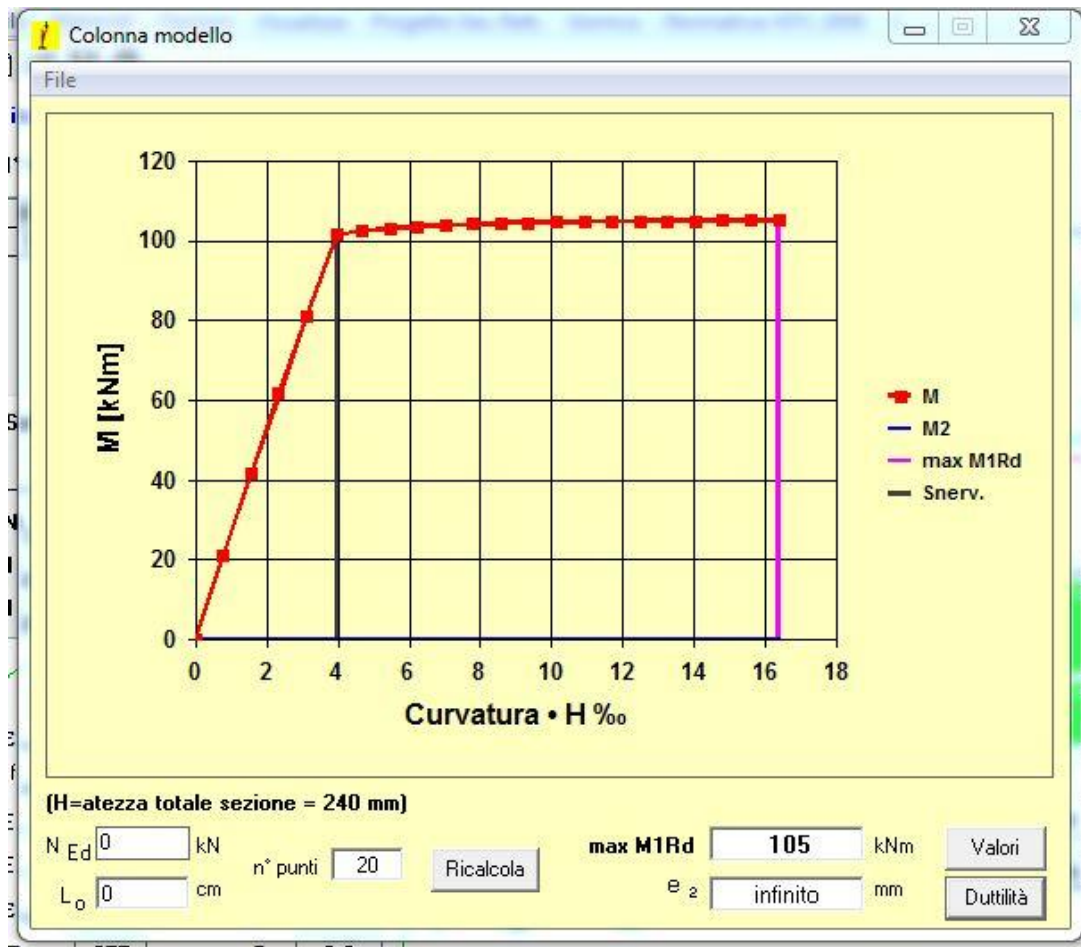


Figura 16 Calcolo del grafico Momento-Curvatura utilizzando il software V.C.A.S.L.U.

In queste immagini è stata analizzata una sezione agli appoggi di una trave (frame 46), cioè quella che si innesta nel pilastro (frame 8).

Dal grafico Momento – Curvatura è ora possibile ricavare il valore di duttilità locale, utilizzando la formula seguente:

$$\mu_{\phi} = \frac{\text{curv. ultima}}{\text{curv. snervamento}} = 4,113$$

Il problema ora è passare da un valore di duttilità locale, definito come rapporto di curvatures, ad un valore di duttilità globale, definito come un rapporto di duttilità:

$$\mu = \frac{\mu_m}{\mu_y}$$

La normativa NTC 08 §7.4.4 dice: “Le verifiche di duttilità si possono effettuare controllando che la duttilità di curvatura  $m_j$  nelle zone critiche risulti:

$$\mu_{\phi} \geq \begin{cases} 2q_0 - 1 & \text{per } T_1 \geq T_C \\ 1 + 2(q_0 - 1) \frac{T_C}{T_1} & \text{per } T_1 < T_C \end{cases}$$



Dove:

$T_1$  è il periodo fondamentale della struttura;

$q_0 = q/K_R$  è, nel caso preso in esame, il fattore di struttura, perché  $K_R$  è pari a 1;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta".

Nel caso in questione  $T_C$  è pari a 0,319 sec., mentre il periodo fondamentale  $T_1$  è 1,831 sec.

Utilizzando quindi all'inverso la prima formula:

$$q_0 = \frac{\mu_\phi + 1}{2} = \frac{4,113 + 1}{2} = 2,55$$

Il procedimento utilizzato è un metodo molto semplificato, che fornisce quindi solo un valore del fattore di struttura  $q$  abbastanza approssimativo. E' per questo motivo che il valore di  $q$  utilizzato per le verifiche strutturali è inferiore, pari a 2, a favore di sicurezza. La differenza, quindi, tra il valore del fattore di struttura calcolato come la NTC 08 impone e il valore di  $q$  "reale" è abbastanza marcato per questo edificio.

Dopo aver svolto un calcolo della duttilità su alcune travature del piano terra si è giunti al seguente valor medio di  $q$ :

n.ro Frame	Valore Duttilità	q
46	4,114	2,56
59	4,612	2,81
49	4,717	2,86
92	4,256	2,63
56	6,62	3,81
52	4,365	2,68
38	4,892	2,95
50	5,315	3,16
43	4,123	2,56
62	4,852	2,93
	Valor Medio	2,89

Il valore medio risultante è completamente in linea con le affermazioni fatte in precedenza.

### 3.6.3 Spettri di Risposta

Utilizzando il programma "NTC spettri" fornito dal Ministero dei Lavori Pubblici è possibile ricavare, in formato grafico e tabellare, inserendo il luogo di progetto, i valori relativi a terreno, vita utile e fattore di struttura richiesti, gli spettri di risposta elastici e di progetto sia per lo SLD sia per lo SLV.



### 3.6.3.1 Spettro SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,150 g
$F_o$	2,430
$T_C^*$	0,274 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,425
$S_T$	1,000
$q$	3,000

#### Parametri dipendenti

$S$	1,200
$\eta$	0,333
$T_B$	0,130 s
$T_C$	0,391 s
$T_D$	2,198 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,179
$T_B$	0,130	0,145
$T_C$	0,391	0,145
	0,477	0,119
	0,563	0,101
	0,649	0,088
	0,735	0,077
	0,821	0,069
	0,907	0,063
	0,993	0,057
	1,079	0,053
	1,166	0,049
	1,252	0,045
	1,338	0,043
	1,424	0,040
	1,510	0,038
	1,596	0,036
	1,682	0,034
	1,768	0,032
	1,854	0,031
	1,940	0,030
	2,026	0,030
	2,112	0,030
$T_D$	2,198	0,030
	2,284	0,030
	2,370	0,030
	2,456	0,030
	2,541	0,030
	2,627	0,030
	2,713	0,030
	2,799	0,030
	2,885	0,030
	2,970	0,030
	3,056	0,030
	3,142	0,030
	3,228	0,030
	3,314	0,030
	3,399	0,030
	3,485	0,030
	3,571	0,030
	3,657	0,030
	3,743	0,030
	3,828	0,030
	3,914	0,030
	4,000	0,030

Tabella 11 Valori tabellari dello spettro di risposta SLV

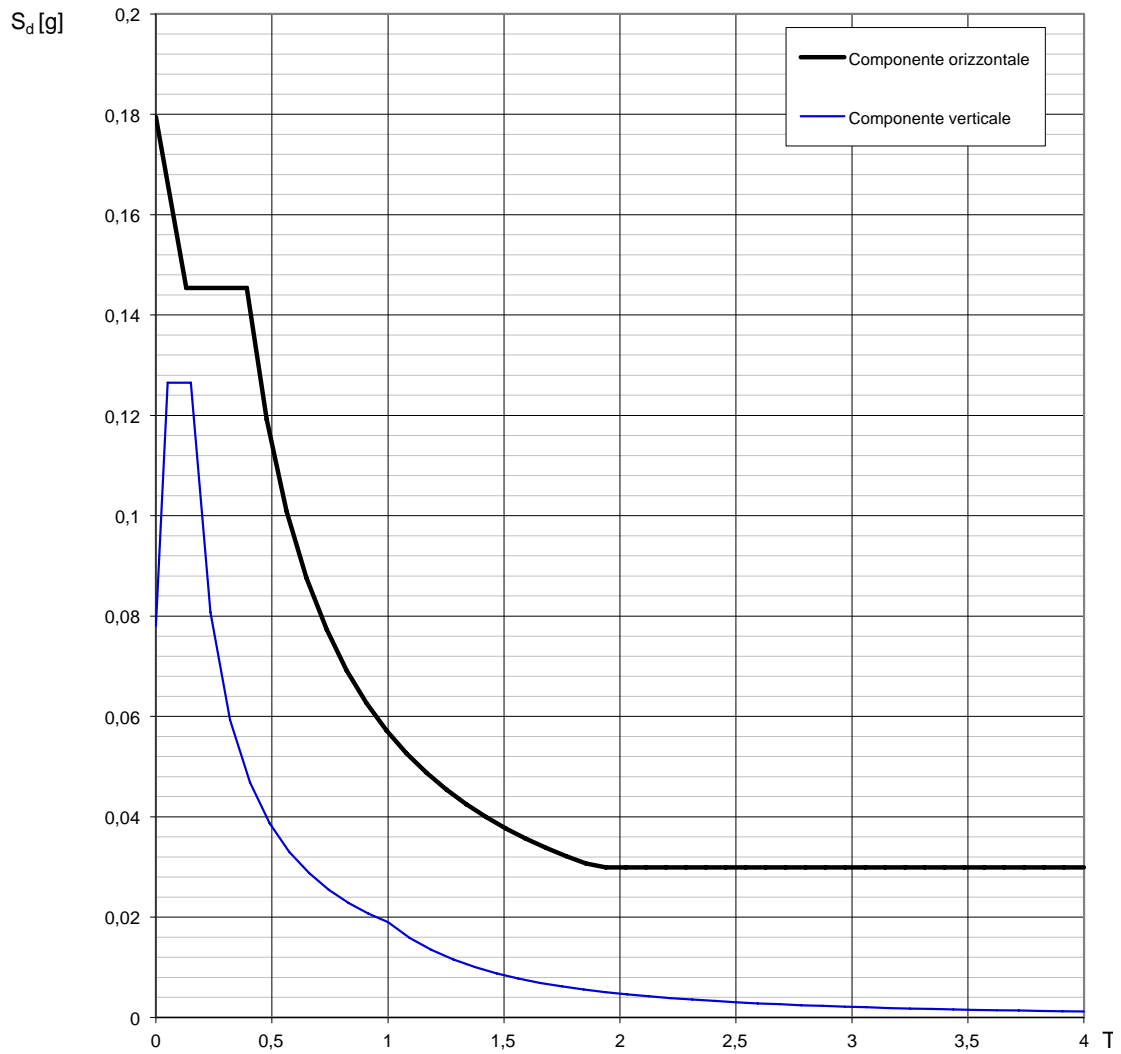


Figura 17 Grafico dello spettro di risposta SLV



### 3.6.3.2 Spettro SLD

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,054 g
$F_o$	2,461
$T_C^*$	0,235 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,470
$S_T$	1,000
$q$	3,000

#### Parametri dipendenti

$S$	1,200
$\eta$	0,333
$T_B$	0,115 s
$T_C$	0,345 s
$T_D$	1,817 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,065
$T_B \leftarrow$	0,115	0,053
$T_C \leftarrow$	0,345	0,053
	0,415	0,044
	0,485	0,038
	0,555	0,033
	0,625	0,029
	0,695	0,026
	0,766	0,024
	0,836	0,022
	0,906	0,020
	0,976	0,019
	1,046	0,018
	1,116	0,017
	1,186	0,016
	1,256	0,015
	1,326	0,014
	1,396	0,013
	1,466	0,013
	1,537	0,012
	1,607	0,011
	1,677	0,011
	1,747	0,011
$T_D \leftarrow$	1,817	0,010
	1,921	0,009
	2,025	0,008
	2,129	0,007
	2,233	0,007
	2,337	0,006
	2,441	0,006
	2,545	0,005
	2,649	0,005
	2,752	0,004
	2,856	0,004
	2,960	0,004
	3,064	0,004
	3,168	0,003
	3,272	0,003
	3,376	0,003
	3,480	0,003
	3,584	0,003
	3,688	0,002
	3,792	0,002
	3,896	0,002
	4,000	0,002

Tabella 12 Valori tabellari dello spettro di risposta SLD

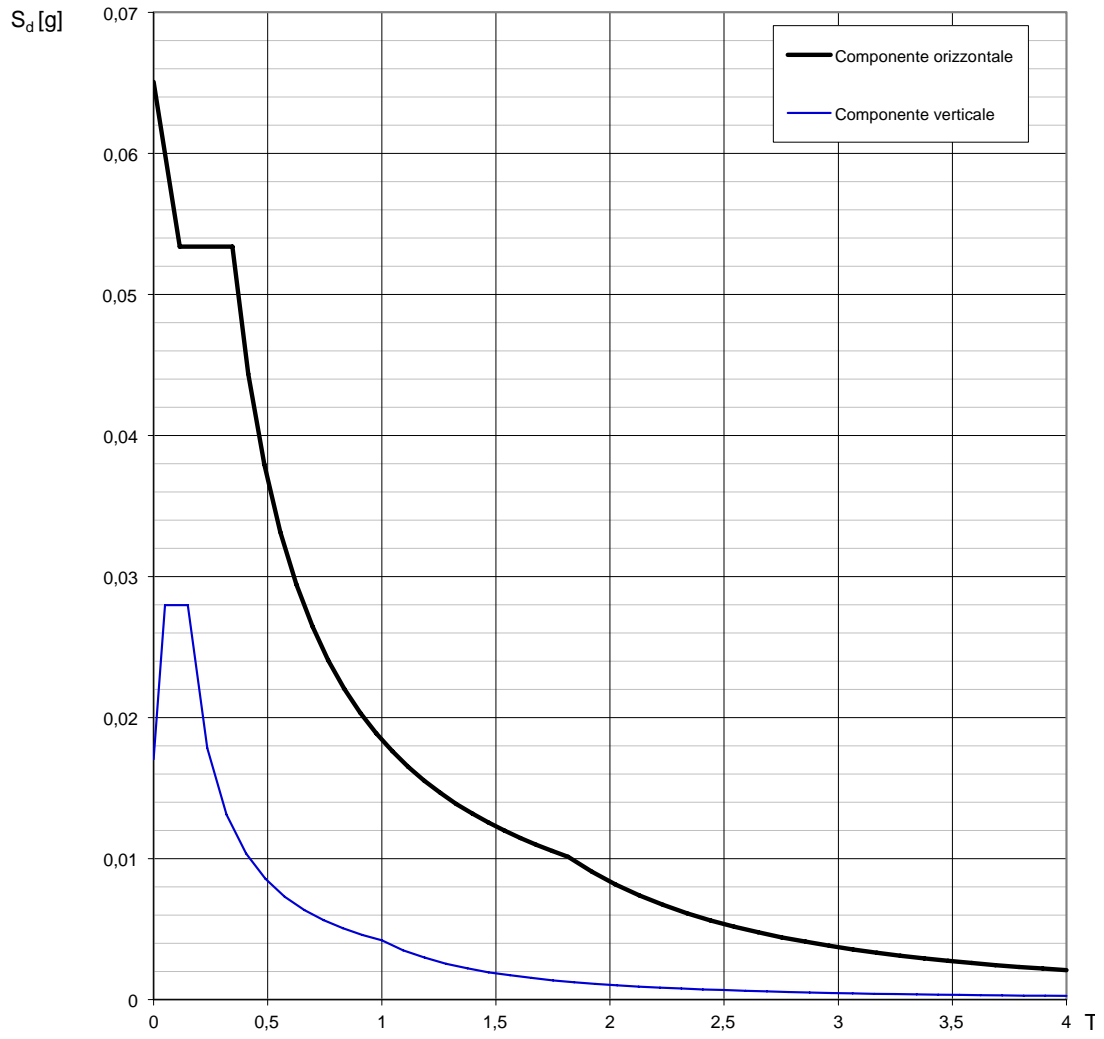


Figura 18 Grafico dello spettro di risposta SLD



### 3.7 Combinazioni di Carico

Le NTC 08 definiscono quelle che sono le combinazioni dei carichi finora ai fini delle verifiche agli stati limite.

#### 3.7.1 Stato Limite Ultimo

##### 3.7.1.1 Combinazione Fondamentale SLU 1

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_{Qsovrac.} * Q_{Sovrac.} + \gamma_{Qneve} * \psi_{Qneve} * Q_{Neve} + \gamma_{Qvento} * \psi_{Qvento} * Q_{Vento}$$

Dove:

$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_{Qsovrac.}$	$\gamma_{Qneve}$	$\gamma_{Qvento}$	$\Psi_{o-neve}$	$\Psi_{o-vento}$
1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	0,5	0,6

##### 3.7.1.2 Combinazione Fondamentale SLU 2

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_{Qneve} * Q_{Neve} + \gamma_{Qsovrac.} * \psi_{Qsovrac.} * Q_{Sovrac.} + \gamma_{Qvento} * \psi_{Qvento} * Q_{Vento}$$

Dove:

$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_{Qsovraccarichi}$	$\gamma_{Qneve}$	$\gamma_{Qvento}$	$\Psi_{o-sovrac}$	$\Psi_{o-vento}$
1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	0,7	0,6

##### 3.7.1.3 Combinazione Fondamentale SLU 3

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_{Qvento} * Q_{Vento} + \gamma_{Qsovrac.} * \psi_{Qsovrac.} * Q_{Sovrac.} + \gamma_{Qneve} * \psi_{Qneve} * Q_{Neve}$$

Dove:

$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_{Qsovraccarichi}$	$\gamma_{Qneve}$	$\gamma_{Qvento}$	$\Psi_{o-sovrac}$	$\Psi_{o-neve}$
1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	0,7	0,5

#### 3.7.2 Stato Limite Elastico

##### 3.7.2.1 Combinazione Rara SLE 1

$$G_1 + G_2 + Q_{Sovrac.} + \psi_{Qvento} * Q_{Vento} + \psi_{Qneve} * Q_{Neve}$$

Dove:

$\Psi_{o-neve}$	$\Psi_{o-vento}$
0,5	0,6



### 3.7.2.2 Combinazione Rara SLE 2

$$G_1 + G_2 + Q_{Neve} + \psi_{Q_{Vento}} * Q_{Vento} + \psi_{Q_{Sovrac.}} * Q_{Sovrac.}$$

Dove:

$\Psi_{Q_{sovrac}}$	$\Psi_{Q_{vento}}$
0,7	0,6

### 3.7.2.3 Combinazione Rara SLE 3

$$G_1 + G_2 + Q_{Vento} + \psi_{Q_{Neve}} * Q_{Neve} + \psi_{Q_{Sovrac.}} * Q_{Sovrac.}$$

Dove:

$\Psi_{o-neve}$	$\Psi_{Q_{sovrac}}$
0,5	0,7

### 3.7.2.4 Combinazione Frequente SLE 1

$$G_1 + G_2 + \psi_{1-Sovrac.} * Q_{Sovrac.} + \psi_{2-Vento} * Q_{Vento} + \psi_{2-Neve} * Q_{Neve}$$

Dove:

$\Psi_{1-sovrac}$	$\Psi_{2-neve}$	$\Psi_{2-vento}$
0,5	0,0	0,0

### 3.7.2.5 Combinazione Frequente SLE 2

$$G_1 + G_2 + \psi_{1-Neve} * Q_{Neve} + \psi_{2-Vento} * Q_{Vento} + \psi_{2-Sovrac.} * Q_{Sovrac.}$$

Dove:

$\Psi_{1-neve}$	$\Psi_{2-sovrac}$	$\Psi_{2-vento}$
0,2	0,3	0,0

### 3.7.2.6 Combinazione Frequente SLE 3

$$G_1 + G_2 + \psi_{1-Vento} * Q_{Vento} + \psi_{2-Neve} * Q_{Neve} + \psi_{2-Sovrac.} * Q_{Sovrac.}$$

Dove:

$\Psi_{1-vento}$	$\Psi_{2-sovrac}$	$\Psi_{2-neve}$
0,2	0,3	0,0

### 3.7.2.7 Combinazione Quasi Permanenti SLE

$$G_1 + G_2 + \psi_{2-Sovrac.} * Q_{Sovrac.} + \psi_{2-Vento} * Q_{Vento} + \psi_{2-Neve} * Q_{Neve}$$

Dove:

$\Psi_{2-sovrac}$	$\Psi_{2-neve}$	$\Psi_{2-vento}$
0,3	0,0	0,0



### 3.7.3 Combinazioni Sismiche

#### 3.7.3.1 Combinazione Sismica SIS 1 X SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$1 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y$

#### 3.7.3.2 Combinazione Sismica SIS 2 X SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$1 \cdot E_x - 0,3 \cdot E_y$

#### 3.7.3.3 Combinazione Sismica SIS 3 X SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$-1 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y$

#### 3.7.3.4 Combinazione Sismica SIS 4 X SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$-1 \cdot E_x - 0,3 \cdot E_y$

#### 3.7.3.5 Combinazione Sismica SIS 1 Y SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$1 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_x$

#### 3.7.3.6 Combinazione Sismica SIS 2 Y SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$1 \cdot E_y - 0,3 \cdot E_x$



### 3.7.3.7 Combinazione Sismica SIS 3 Y SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$- 1 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_x$

### 3.7.3.8 Combinazione Sismica SIS 4 Y SLV

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{2\text{-Sovrac.}} * Q_{\text{Sovrac.}} + \psi_{2\text{-Vento}} * Q_{\text{Vento}} + \psi_{2\text{-Neve}} * Q_{\text{Neve}}$$

Dove:

$\Psi_{2\text{-neve}}$	$\Psi_{2\text{-vento}}$	$\Psi_{2\text{-sovrac}}$	E
0,0	0,0	0,3	$- 1 \cdot E_y - 0,3 \cdot E_x$

## 4 Modellazione Strutturale agli Elementi Finiti

### 4.1 Descrizione del Modello di Calcolo

Per valutare le forze agenti su ogni elemento strutturale che compone l'edificio preso in esame è stato creato un modello virtuale per una simulazione al computer, utilizzando il Software di modellazione SAP2000 (Versione 15.1), che sviluppa analisi agli elementi finiti.

#### 4.1.1 Scelte Geometriche

Dopo aver impostato correttamente nel software le unità di misura (KN, m e °C) è stato aggiunto il materiale che compone le sezioni strutturali: il calcestruzzo. All'interno di quest'ultime non sono state inserite le barre di armatura; di esse si è tenuto conto solo nelle verifiche strutturali svolte in seguito.

Come descritto in precedenza, il materiale utilizzato è il calcestruzzo C25/30:

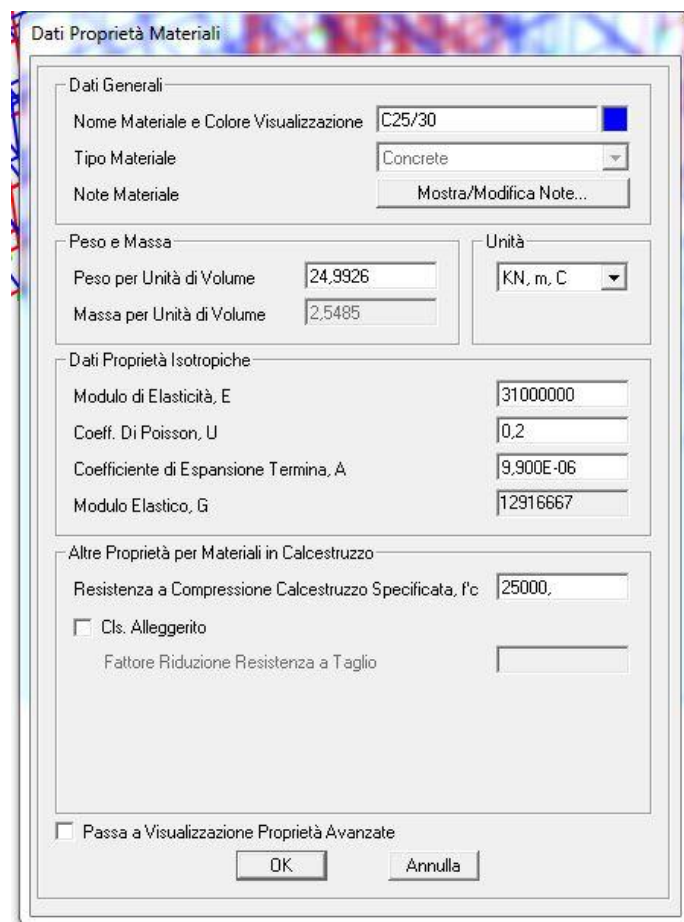
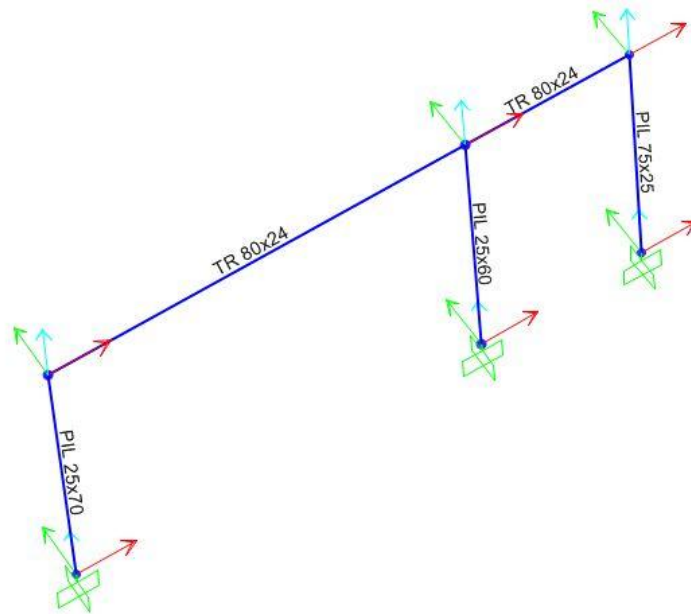


Figura 19 Modalità di definizione dei materiali in SAP2000

Svolte tutte queste azioni preliminari sono stati inseriti, attraverso un sistema di coordinate X (colore rosso), Y (colore verde) e Z (colore azzurro) tutti i nodi di vincolo tra i pilastri, le travi principali e secondarie, e tra i pilastri e il terreno, ottenendo così una maglia strutturale di riferimento. Si è prestata particolare attenzione all'orientamento degli assi di ogni elemento: tutti i componenti devono essere orientati nella stessa direzione, in modo che il software possa calcolare le azioni agenti nel modo corretto.



**Figura 20 Esempio di maglia strutturale**

I collegamenti tra struttura a terreno, cioè le fondazioni, sono stati modellati attraverso il vincolo incastro, come si può notare in figura:



**Figura 21 Modalità di definizione dei vincoli in SAP2000**



Sono impedito tutte le traslazioni e le rotazioni.

Tutti i pilastri e le travi sono modellati tramite elementi detti "Frame", che presentano determinate caratteristiche:

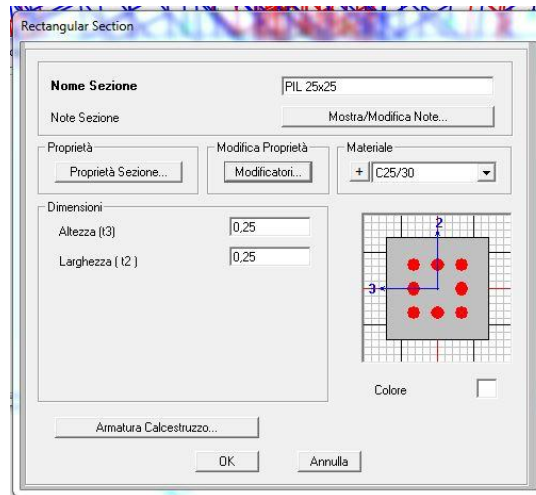


Figura 22 Modalità di definizione delle sezioni frame in SAP2000

L'altezza t3 rappresenta il valore lungo l'asse X, mentre la larghezza t2 il valore lungo l'asse Y.

I setti presenti nell'edificio sono stati invece modellati come elementi definiti "Area" o "Shell"; anche ad essi sono stati assegnati materiali e sezioni:

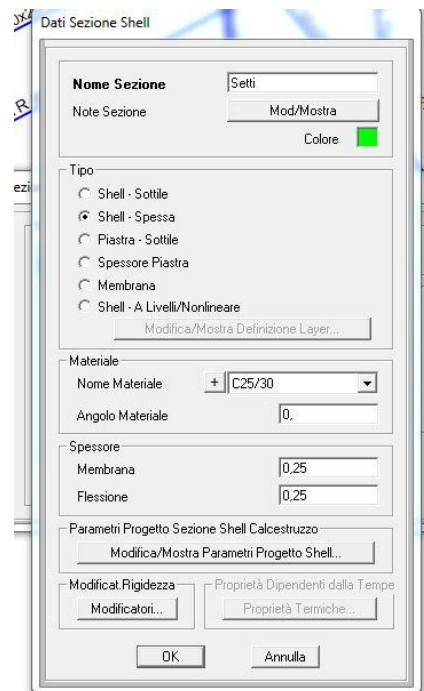


Figura 23 Modalità di definizione delle sezioni shell in SAP2000

Questi elementi sono aree racchiuse tra quattro nodi a cui sono forniti solo spessore e tipo di materiale.

Tramite gli elementi "Shell" è possibile anche modellare le solette di piano: si applica un carico sull'Area, decidendo se la soletta è monodirezionale o bidirezionale, ed esso è automaticamente distribuito sulle travature e sulle colonne che reggono il solaio. Questo tipo di elemento appesantisce di molto il file e, come nel caso preso in esame in cui è necessario analizzare un edificio di tredici piani, lo rende ingestibile; per questo motivo si è deciso di calcolare tutti i carichi provenienti dai solai agenti su ogni trave al metro lineare e applicarli manualmente ai frame con il metodo descritto nei prossimi paragrafi.

Per ricreare la rigidità orizzontale apportata dalla soletta con cappa collaborante in c.a. è assegnato un vincolo di diaframma, per ogni piano, a tutti i nodi presenti:

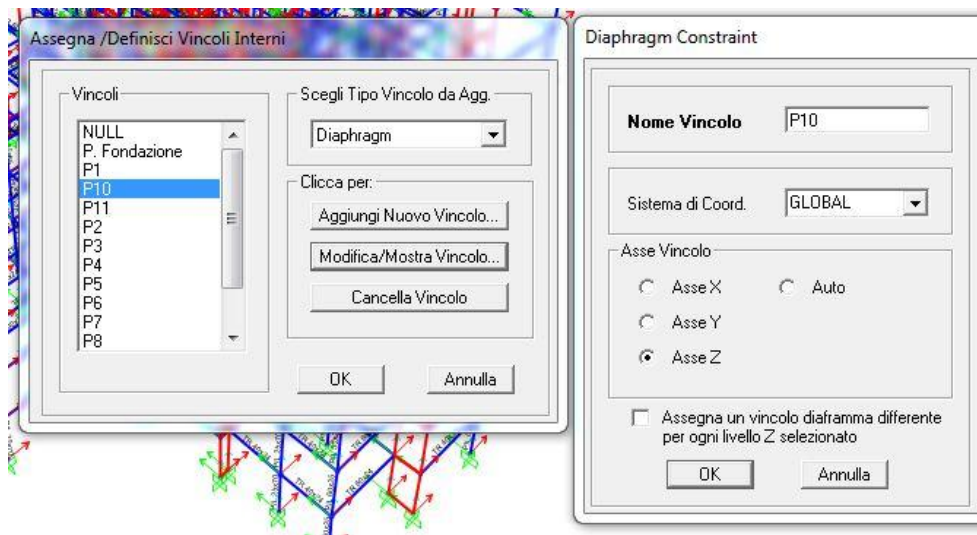
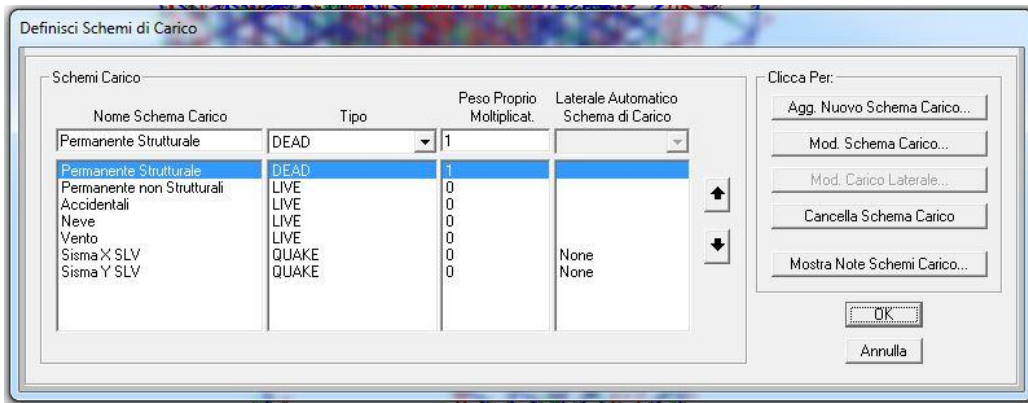


Figura 24 Modalità di definizione dei vincoli "diaframma" in SAP2000

Una volta definito il telaio, in ogni sua forma e vincolo, è necessario imporre sugli elementi frame e area i carichi verticali ed orizzontali:

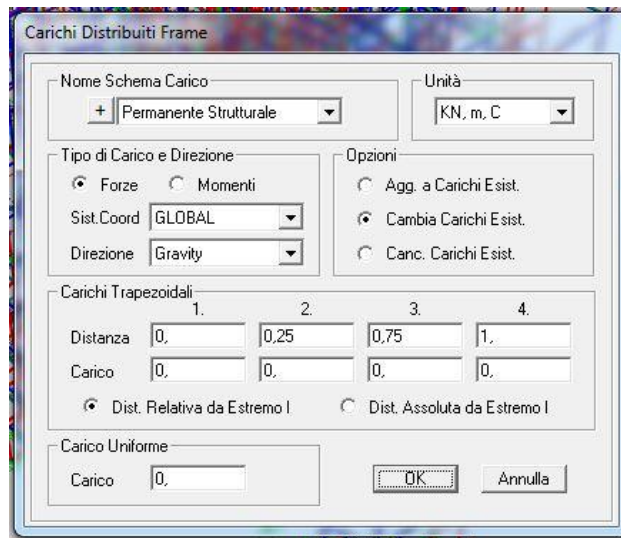
- Permanenti strutturali;
- Permanenti non strutturali;
- Accidentali (sovraccarichi);
- Neve;
- Vento;
- Sisma SLV (In direzione X e Y).

E' necessario sottolineare che il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato automaticamente dal software.



**Figura 25** Modalità di definizione degli schemi di carico in SAP2000

Per assegnare i carichi alla struttura è necessario assegnare ad ogni trave i carichi distribuiti provenienti dai solai, dai balconi e dalle chiusure:



**Figura 26** Modalità di assegnazione dei carichi in SAP2000

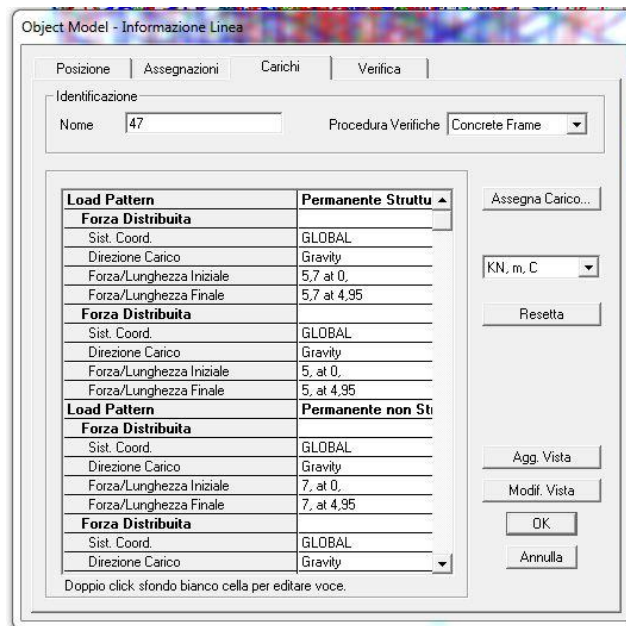


Figura 27 Modalità di assegnazione dei carichi in SAP2000

Fatto ciò è poi necessario inserire lo spettro di risposta calcolato nei paragrafi precedenti. Si crea quindi in SAP2000 una funzione chiamata “Spettro di Risposta” in cui si inseriscono tutti i valori dello spettro tramite un file .txt:

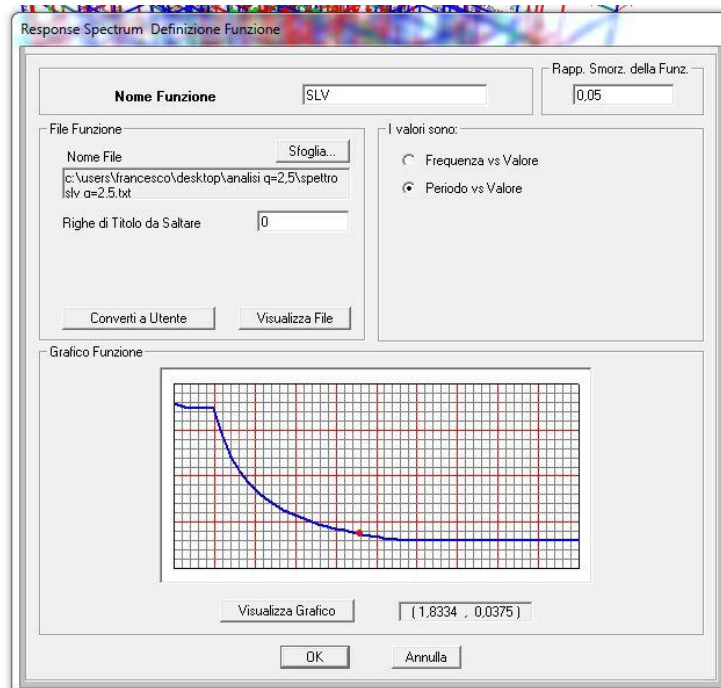
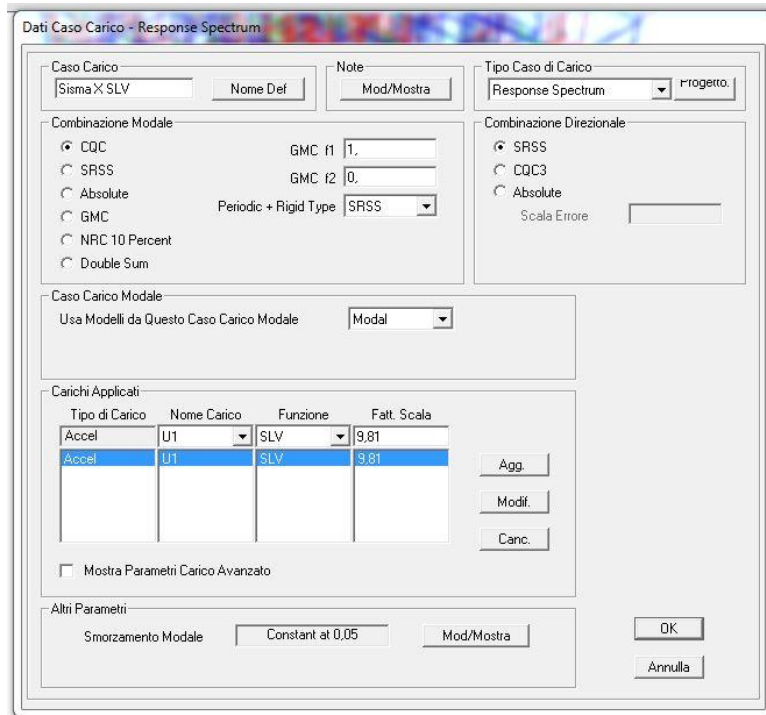


Figura 28 Modalità di inserimento dello spettro di risposta in SAP2000

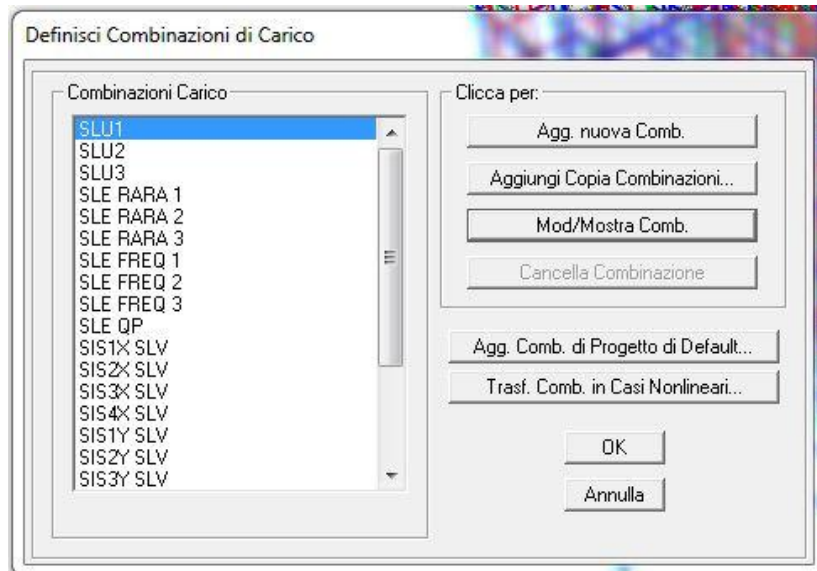
I dati dello spettro, ricavati dal software “Spettri-NTCver.1.0.3” realizzato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sono forniti come rapporto tra l’accelerazione del terreno

e l'accelerazione di gravità; è quindi necessario moltiplicare i valore per un fattore di scala pari a  $g$ :



**Figura 29** Modalità di inserimento dello spettro di risposta in SAP2000

Dai vari casi di carico si ricavano poi le Combinazioni di Carico:



**Figura 30** Modalità di definizione delle combinazioni di carico in SAP2000

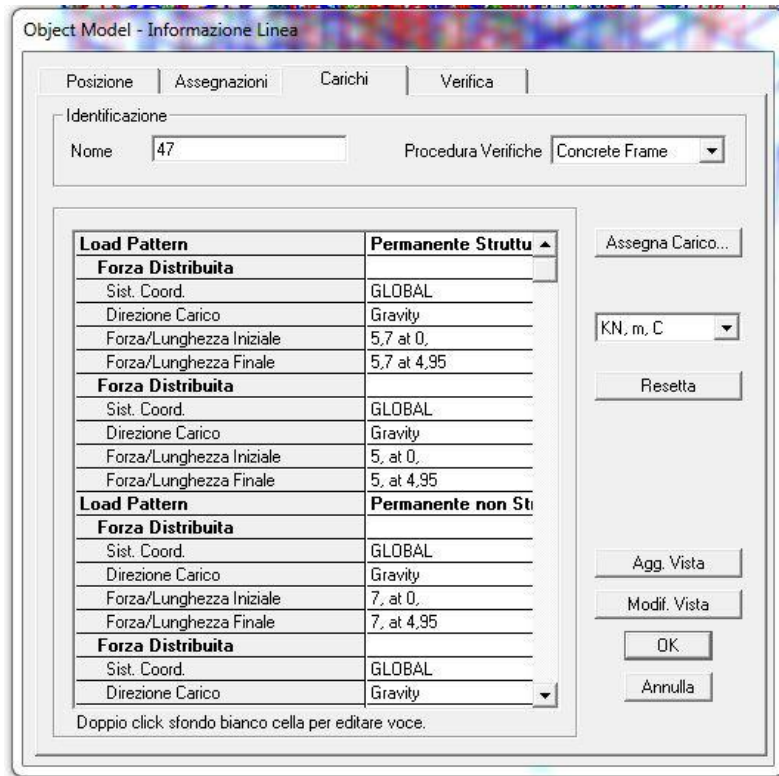


Figura 31 Combinazioni di carico su un frame

Per l'effetto del sisma sull'edificio è fondamentale definire non solo i carichi ma anche la massa agente sulla struttura:

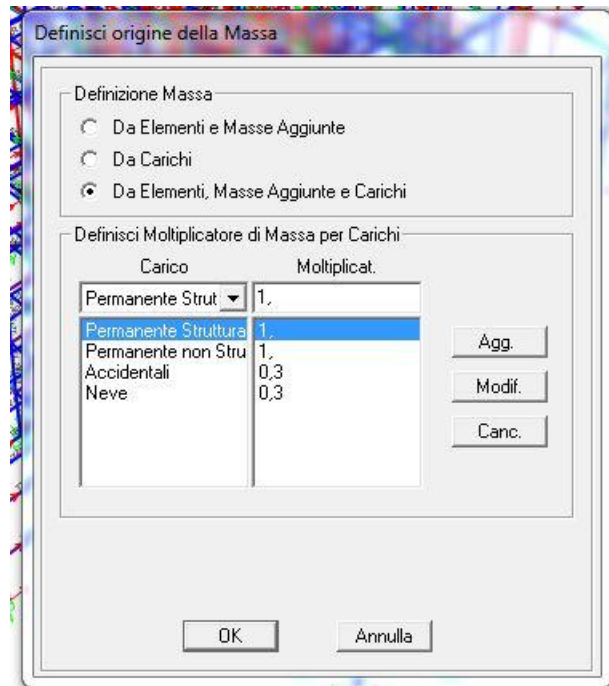


Figura 32 Modalità di inserimento della massa in SAP2000



Selezionando la terza opzione della figura il software comprende nel calcolo sismico la massa degli elementi frame, quindi quella derivante dal peso proprio, e la massa dei carichi che gravano sui componenti.

Nella modellazione dell'edificio sono state attuate le seguenti semplificazioni:

- La forma della costruzione è molto particolare: la maggior parte delle travi erano disassate rispetto ai pilastri. Questo tipo di modellazione è molto difficile da realizzare nel software SAP2000: è possibile, infatti, far convergere le travi nei pilastri solo nel punto mediano. Per cui inizialmente erano state create delle travi dette "fittizie", cioè composte da un materiale della stessa rigidità del calcestruzzo C25/30 ma di densità nulla (quindi peso nullo), in modo da modellare, nel modo migliore possibile, il disassamento delle travi. Questo però portava possibili problemi di eccentricità del carico e possibili problemi torsionali sul pilastro; per cui si è deciso di semplificare la geometria del modello in modo che l'asse di simmetria delle travature coincidesse con l'asse di mezzeria delle colonne.
- Il vano scale/ascensore è stato modelleto con gli elementi Shell. Come si può notare nell'immagine è l'insieme di più Aree; questo perché il software dava errore se l'elemento Area era compreso tra più di quattro nodi. Per questo motivo il vano scale/ascensore è stato disegnato attraverso la somma di più elementi Shell compresi tra quattro punti:

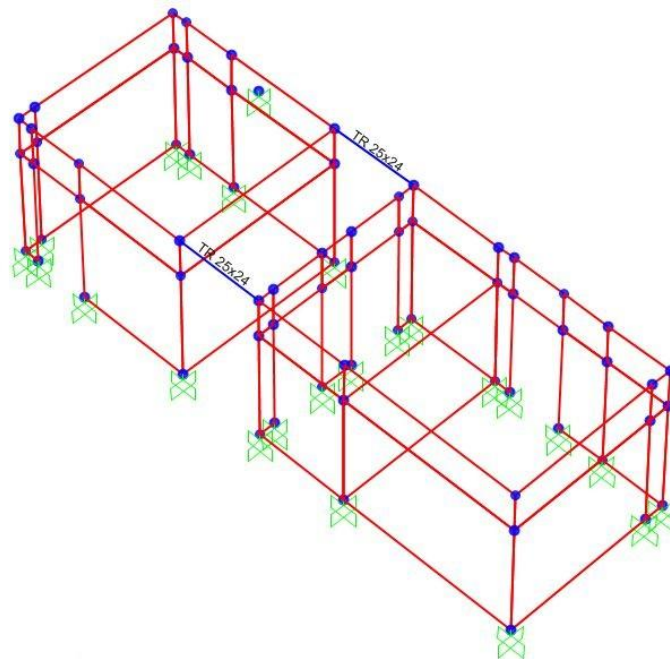


Figura 33 Modellazione di elementi shell in SAP2000



- Come spiegato nei paragrafi precedenti non sono state modellate le solette, ma si è deciso di calcolare tutti i carichi provenienti dai solai e applicarli manualmente alle travature.
- La copertura è costituita da elementi in leggerissima pendenza; quest'ultimi non sono stati modellati, ma sono stati applicati i carichi sulle travature, moltiplicandoli per il coseno dell'angolo.
- I balconi non sono stati, anch'essi, modellati: sono stati calcolati i carichi e applicati alle travi.

## 4.2 Analisi Modale

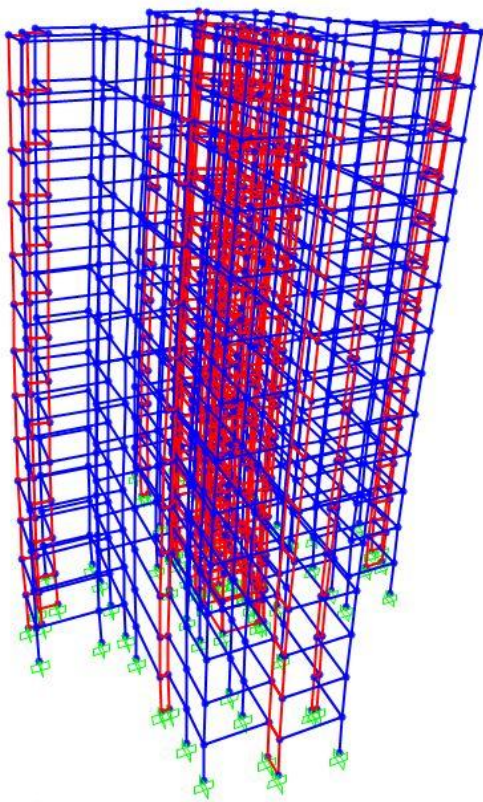
L'analisi modale è lo studio del comportamento dinamico di una struttura quando viene sottoposta a vibrazione. In analisi strutturale, permette la determinazione delle proprietà e della risposta di una struttura. Le NT e l'EC8 identificano nell'analisi modale con spettro di risposta il metodo di riferimento. Il software SAP2000, utilizzato per la valutazione delle azioni, permette di calcolare i diversi modi di vibrare del complesso strutturale, i relativi periodi e le masse "partecipanti", cioè la frazione della massa totale  $M$  "attivata" da ciascun modo di vibrare. I modi di vibrare dipendono solo dalle caratteristiche del materiale e delle sezioni e sono indipendenti dall'azione esterna applicata. Le masse di piano sono attribuite in parti uguali ai nodi di ciascun piano. Si ottengono, per entrambe le direzioni  $x$  e  $y$ , i periodi e le masse efficaci della tabella seguente:

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,831	0,638	0,00001	0,00000003	0,638	0,00001	0,000
Modal	Mode	2	1,394	0,003	0,01035	0,00000065	0,641	0,010	0,000
Modal	Mode	3	1,310	0,000	0,64663	0,00000014	0,641	0,657	0,000
Modal	Mode	4	0,454	0,005	0,00010	0,00000597	0,646	0,657	0,000
Modal	Mode	5	0,371	0,192	0,00002	0,00000009	0,839	0,657	0,000
Modal	Mode	6	0,302	0,000	0,18881	0,00000022	0,839	0,846	0,000
Modal	Mode	7	0,252	0,001	0,00020	0,00000558	0,840	0,846	0,000
Modal	Mode	8	0,168	0,000480	0,00001	0,00006564	0,840	0,846	0,000
Modal	Mode	9	0,168	0,000005	0,00000	0,053	0,840	0,846	0,053
Modal	Mode	10	0,166	0,000066	0,00000	0,040	0,840	0,846	0,093
Modal	Mode	11	0,164	0,000000	0,00000	0,059	0,840	0,846	0,152
Modal	Mode	12	0,163	0,000004	0,00000	0,054	0,840	0,846	0,206
Modal	Mode	13	0,157	0,000004	0,00000	0,092	0,840	0,846	0,297

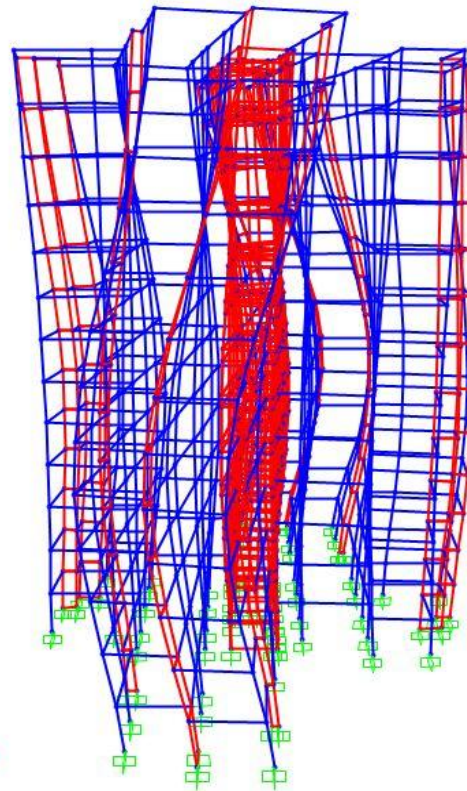


Modal	Mode	14	0,157	0,000370	0,00000	0,063	0,841	0,846	0,361
Modal	Mode	15	0,154	0,005	0,00000	0,024	0,845	0,846	0,385
Modal	Mode	16	0,153	0,062	0,00002	0,002	0,907	0,846	0,387
Modal	Mode	17	0,153	0,001	0,00001	0,000	0,909	0,846	0,387
Modal	Mode	18	0,152	0,000	0,00001	0,000	0,909	0,846	0,387
Modal	Mode	19	0,150	0,000	0,00001	0,040	0,909	0,846	0,427
Modal	Mode	20	0,143	0,000	0,00003	0,002	0,909	0,846	0,429

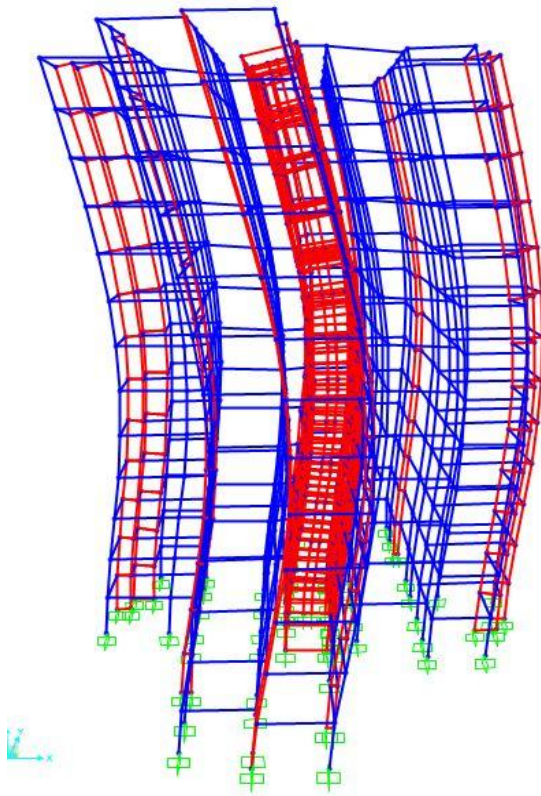
Le immagini seguenti rappresentano alcuni modi di vibrare della struttura:



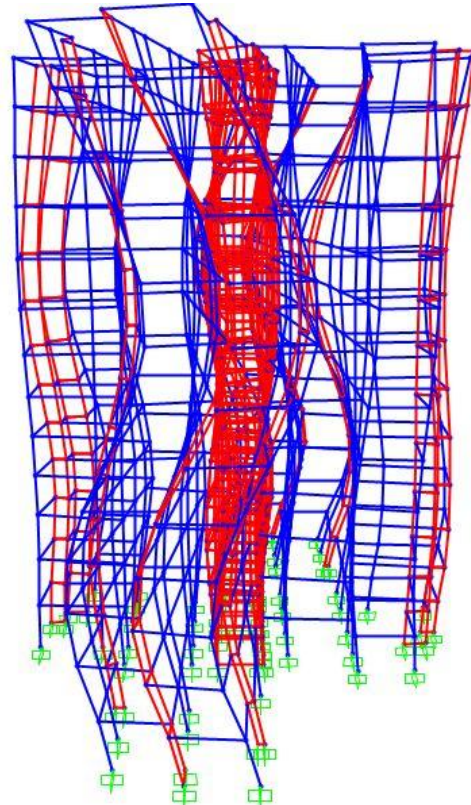
Primo modo di vibrare della struttura



Quarto modo di vibrare della struttura



Quinto modo di vibrare della struttura



Settimo modo di vibrare della struttura

Il periodo fondamentale  $T$  è definito come la quantità di tempo necessaria affinché la struttura compia un'oscillazione completa. Tale periodo dipende dalle caratteristiche di massa della struttura e di rigidità del sistema resistente. Un metodo approssimato per stimare il periodo fondamentale è il seguente:

$$T = C_1 * H^{\frac{3}{4}}$$

Dove:

$C_1$  è un coefficiente che dipende dalla tipologia strutturale e vale 0,075 per telai.

$H$  è l'altezza della parte di edificio libera di oscillare, a partire della fondazione o da un piano deformabile.

Utilizzando questa formula approssimata il periodo è pari a:

$$T = C_1 * H^{\frac{3}{4}} = 0,075 * 40^{\frac{3}{4}} = 1,19 \text{ sec.}$$

Si nota come il periodo ricavato con il software sia molto più alto; questo perché considera la distribuzione e la forma reale delle masse e delle sezioni.

Nella tabella seguente sono inseriti i periodi calcolati da SAP2000 piano per piano, durante la costruzione del modello, e i periodi calcolati con la formula approssimata:



Piano N.ro	Altezza	Periodo Norma	Periodo SAP
PC	2,84	0,16	0,13
PR	5,94	0,29	0,22
1	9,04	0,39	0,28
2	12,14	0,49	0,39
3	15,24	0,58	0,5
4	18,34	0,66	0,62
5	21,44	0,75	0,73
6	24,54	0,83	0,86
7	27,64	0,90	1,01
8	30,74	0,98	1,21
9	33,84	1,05	1,42
10	36,94	1,12	1,65
11	40,04	1,19	1,83

Le differenze maggiori si notano dal P7 in poi, perché è a partire da quel piano che sono presenti molti pilastri di bassa rigidità (25x25 cm armati con 4  $\phi$ 12): sono sezioni troppo piccole e armate in maniera insufficiente, ed è per questo motivo che il periodo aumenta di molto. La formula approssimata, non conoscendo queste informazioni, calcola un periodo che cresce solo con l'altezza dell'edificio.

Due modi di vibrare con periodi  $T_i$  e  $T_{i-1}$  (con  $T_i < T_{i-1}$ ) possono essere considerati indipendenti se per il loro rapporto risulta:

$$\frac{T_i}{T_{i-1}} < 0,90$$

Nel caso preso in esame tale condizione è verificata nei seguenti casi:

MODO DI VIBRARE	$T_i / T_{i-1}$	VERIFICA
1	/	/
2	0,76	INDIPENDENTI
3	0,94	DIPENDENTI
4	0,35	INDIPENDENTI
5	0,82	INDIPENDENTI
6	0,82	INDIPENDENTI
7	0,83	INDIPENDENTI
8	0,67	INDIPENDENTI
9	1,00	DIPENDENTI
10	0,99	DIPENDENTI
11	0,99	DIPENDENTI



12	0,99	DIPENDENTI
13	0,96	DIPENDENTI
14	1,00	DIPENDENTI
15	0,98	DIPENDENTI
16	0,99	DIPENDENTI
17	1,00	DIPENDENTI
18	0,99	DIPENDENTI
19	0,99	DIPENDENTI
20	0,95	DIPENDENTI

Nell'analisi modale sono molto importanti i valori di SumUX e SumUY: indicano il fattore di partecipazione nelle due direzioni. Da questo fattore si deduce la partecipazione del modo di vibrare al moto del terreno, ed è una caratteristica del modo soltanto. Essi diminuiscono al crescere del numero di modo (i primi modi di vibrare, infatti, prevalgono).

E' importante che il fattore di partecipazione, o la massa partecipante, in entrambe le direzioni raggiunga almeno l'85%; nel caso preso in esame ciò si verifica già al sesto modo di vibrare, mentre in seguito la massa partecipante aumenta di poco. Ciò significa che dal settimo modo in poi questi sono poco significativi.

Nella tabella "Modal Participating Mass Ratios" è significativo sottolineare la disparità tra i valori UX e UY nei vari modi: nel primo modo di vibrare la UX è pari a 0,638, mentre la UY è pari a 0,00001. Questo significa che la struttura che compone l'edificio preso in esame è più debole in direzione X.

Come descritto nell'introduzione iniziale questo fatto è già visibile guardando la pianta strutturale del piano tipo.



## 5 Verifiche Principali

Come descritto in precedenza nel capitolo riguardante la Caratterizzazione Sismica dell'Edificio, ogni struttura deve essere calcolata o verificata secondo la Gerarchia delle Resistenze; le cerniere plastiche che si formano devono quindi verificarsi prima nelle travi e solo successivamente nei pilastri. Inoltre sia le travature che le colonne devono giungere a rottura per sforzi di tipo flessionale, cioè dovuti a Momento Flettente e non a Taglio; la rottura dovuta a sforzi di taglio, infatti, è una rottura repentina, definita "di schianto", che non è prevedibile. La rottura dovuta a sforzi di tipo flessionale è, invece, preceduta da alcuni fenomeni, come la fessurazione, e dunque è prevedibile.

Per arrivare a questi risultati la trave non è verificata secondo gli sforzi di taglio agenti sull'elemento, bensì con sforzi di taglio sovrar resistente in modo che la trave stessa entri in crisi prima a flessione e poi a taglio.

Il pilastro non è verificato in base agli sforzi di taglio agenti, ricavati dall'analisi agli elementi finiti, ma bensì per uno sforzo di taglio tale che il pilastro non arrivi a rottura prima della trave.

Le verifiche strutturali sono state svolte con un fattore di struttura  $q$  pari a due sui seguenti componenti:

- Gli elementi della pilastrata più sollecitata;
- Le travi confluenti nei nodi della pilastrata più sollecitata.

La pilastrata più sollecitata è stata scelta nel seguente modo: tra le azioni sulle colonne del piano terra ricavate tramite il software SAP2000 sono stati scelti gli elementi con momento flettente alla base maggiori, restringendo il campo a due pilastri, il 10 e il 17.

PILASTRO	N [KN]	M [KNm]	PILASTRO	N [KN]	M [KN]
10	-1731	-165,6	17	-1191	111,87

E' stato scelto il pilastro numero 10 perchè presenta un rapporto N/M inferiore.

Nelle pagine seguenti sono inserite un'immagine della pianta del piano terra (dove il P10 e il P17 sono evidenziati) e un'immagine dove è possibile vedere tutti i frame della pilastrata più sollecitata.

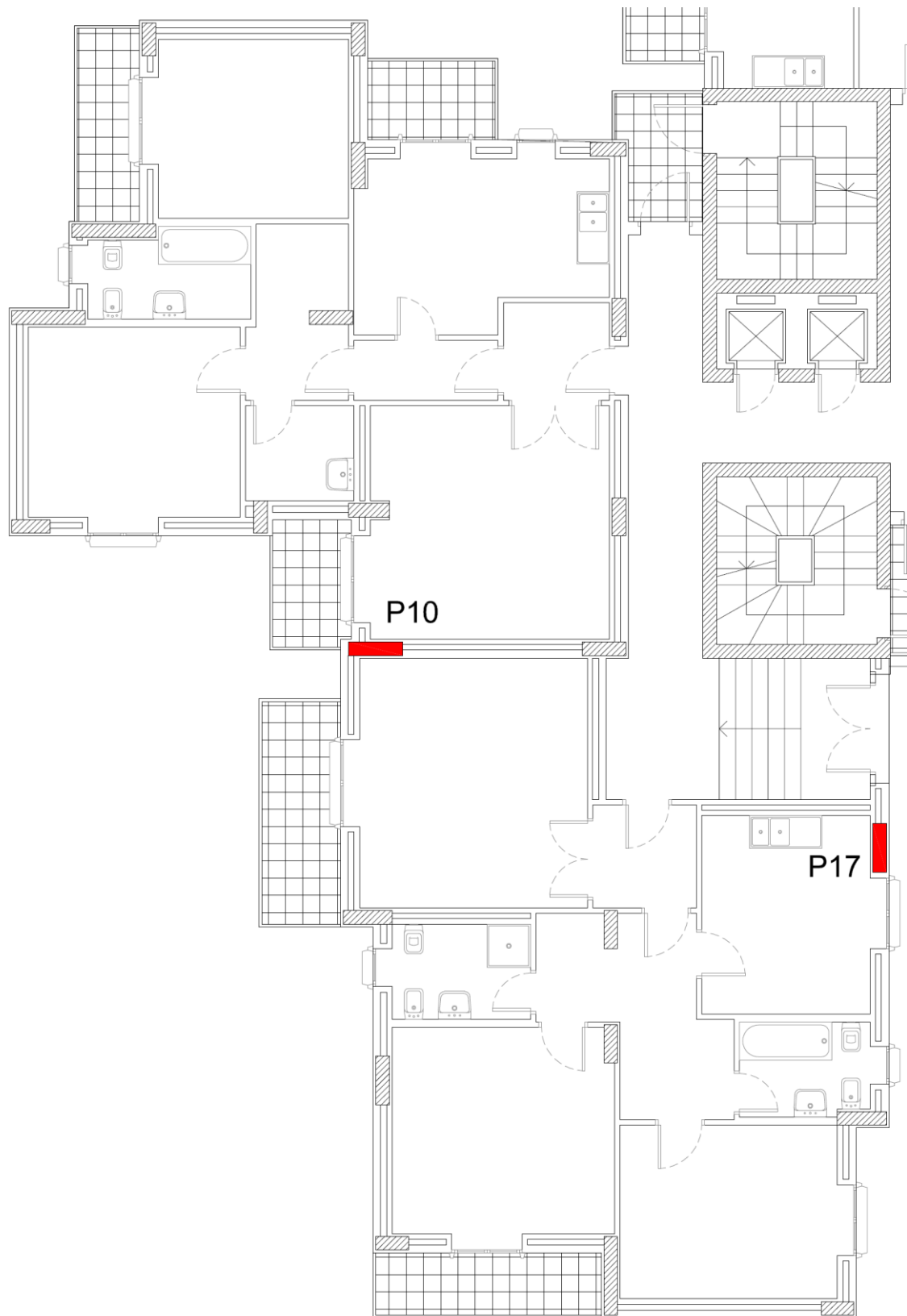


Figura 34 Disposizione in pianta dei pilastri più sollecitati



	TR.1150	TR.1151
P11	PIL.1112	
	TR.1058	TR.1059
P10	PIL.1020	
	TR.966	TR.967
P9	PIL.928	
	TR.874	TR.875
P8	PIL.836	
	TR.782	TR.783
P7	PIL.744	
	TR.690	TR.691
P6	PIL.652	
	TR.598	TR.599
P5	PIL.560	
	TR.506	TR.507
P4	PIL.468	
	TR.414	TR.415
P3	PIL.376	
	TR.322	TR.323
P2	PIL.284	
	TR.230	TR.231
P1	PIL.192	
	TR.139	TR.140
PR	PIL.101	
	TR.46	TR.47
PT	PIL.8	

**Figura 35** Numero dei frame della pilastrata dieci



## 5.1 Verifiche Travi

### 5.1.1 Verifiche Momento Flettente

La verifica di resistenza flessionale di un elemento è soddisfatta se:

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

Dove:

$M_{Rd}$  è il momento resistente di calcolo;

$M_{Ed}$  è il momento agente ricavato dall'analisi agli elementi finiti tramite il software SAP2000.

Il momento di calcolo  $M_{Rd}$  dipende unicamente dalla geometria della sezione e dalla quantità di ferri di armatura presenti: più questi aumentano più il momento resistente diventa maggiore.

L' $M_{Rd}$  è stato calcolato tramite una funzione scritta in Visual Basic; è necessario inserire in Excel i seguenti dati:

- Base e Altezza della sezione;
- Area delle armature superiori, inferiori e di parete;
- Spessore del copriferro;
- Caratteristiche dei materiali (calcestruzzo e acciaio);
- Azione assiale (nulla nella trave ma fondamentale quando si calcola l' $M_{Rd}$  per i pilastri).

Tutte queste verifiche, utilizzando la geometrie delle sezioni e le aree di armature riportate nelle tavole, devono essere svolte per tutte le combinazioni di carico Sismiche e Statiche in tre sezioni della trave: ai due appoggi e in campata.

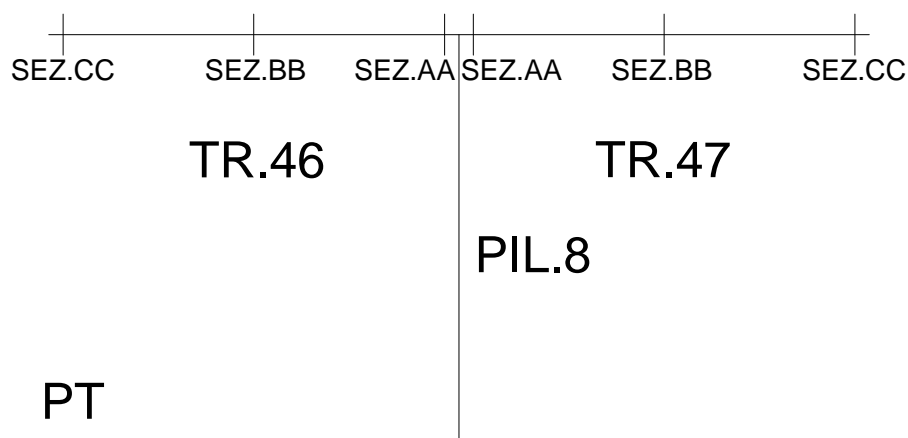


Figura 36 Sezioni delle travature





Nei paragrafi seguenti sono esplicitate le verifiche per le travi confluenti nei nodi della pilastrata più sollecitata.

### 5.1.1.1 Trave 46

La trave numero 46 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
PC	46	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-49,37	-113,51	78,94	CORRETTO	9,07	-47,87	36,18	CORRETTO	-23,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-45,86	-113,51	78,94	CORRETTO	8,40	-47,87	36,18	CORRETTO	-21,49	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-45,84	-113,51	78,94	CORRETTO	8,40	-47,87	36,18	CORRETTO	-21,50	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.2 Trave 47

La trave numero 47 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
PC	47	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-116,12	-113,51	78,94	ERRATO	65,05	-26,60	90,15	CORRETTO	-97,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-107,50	-113,51	78,94	CORRETTO	60,17	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,69	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-107,49	-113,51	78,94	CORRETTO	60,17	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,71	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO



### 5.1.1.3 Trave 139

La trave numero 139 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
PR	139	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-49,37	-113,51	78,94	CORRETTO	9,07	-47,87	36,18	CORRETTO	-23,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-45,86	-113,51	78,94	CORRETTO	8,40	-47,87	36,18	CORRETTO	-21,49	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-45,84	-113,51	78,94	CORRETTO	8,40	-47,87	36,18	CORRETTO	-21,50	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-22,86	-113,51	78,94	CORRETTO	7,38	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,07	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-39,67	-113,51	78,94	CORRETTO	4,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,85	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-14,70	-113,51	78,94	CORRETTO	8,85	-47,87	36,18	CORRETTO	1,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-47,83	-113,51	78,94	CORRETTO	2,56	-47,87	36,18	CORRETTO	-30,75	-71,91	52,28	CORRETTO



#### 5.1.1.4 Trave 140

La trave numero 140 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
PR	140	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-116,12	-113,51	78,94	ERRATO	65,05	-26,60	90,15	CORRETTO	-97,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-107,50	-113,51	78,94	CORRETTO	60,17	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,69	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-107,49	-113,51	78,94	CORRETTO	60,17	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,71	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-67,88	-113,51	78,94	CORRETTO	40,92	-26,60	90,15	CORRETTO	-56,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-78,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,64	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,40	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-63,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,00	-26,60	90,15	CORRETTO	-52,16	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-82,83	-113,51	78,94	CORRETTO	40,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,06	-102,96	62,97	CORRETTO





### 5.1.1.5 Trave 230

La trave numero 230 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P1	230	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-48,31	-113,51	78,94	CORRETTO	8,63	-47,87	36,18	CORRETTO	-24,80	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-45,27	-113,51	78,94	CORRETTO	8,06	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,45	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-45,22	-113,51	78,94	CORRETTO	8,06	-47,87	36,18	CORRETTO	-22,49	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-18,27	-113,51	78,94	CORRETTO	8,37	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,37	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-44,25	-113,51	78,94	CORRETTO	2,73	-47,87	36,18	CORRETTO	-28,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-18,27	-113,51	78,94	CORRETTO	8,37	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,37	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-44,25	-113,51	78,94	CORRETTO	2,73	-47,87	36,18	CORRETTO	-28,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-18,27	-113,51	78,94	CORRETTO	8,37	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,37	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-44,25	-113,51	78,94	CORRETTO	2,73	-47,87	36,18	CORRETTO	-28,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-18,27	-113,51	78,94	CORRETTO	8,37	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,37	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-44,25	-113,51	78,94	CORRETTO	2,73	-47,87	36,18	CORRETTO	-28,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-2,71	-113,51	78,94	CORRETTO	11,36	-47,87	36,18	CORRETTO	13,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-59,82	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-43,44	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-2,71	-113,51	78,94	CORRETTO	11,36	-47,87	36,18	CORRETTO	13,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-59,82	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-43,44	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-2,71	-113,51	78,94	CORRETTO	11,36	-47,87	36,18	CORRETTO	13,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-59,82	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-43,44	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-2,71	-113,51	78,94	CORRETTO	11,36	-47,87	36,18	CORRETTO	13,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-59,82	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-43,44	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.6 Trave 231

La trave numero 231 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P1	231	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-120,14	-113,51	78,94	ERRATO	65,05	-26,60	90,15	CORRETTO	-93,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-111,40	-113,51	78,94	CORRETTO	60,16	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,80	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-111,36	-113,51	78,94	CORRETTO	60,16	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,85	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-68,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,98	-26,60	90,15	CORRETTO	-51,44	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-83,46	-113,51	78,94	CORRETTO	40,54	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,28	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-68,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,98	-26,60	90,15	CORRETTO	-51,44	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-83,46	-113,51	78,94	CORRETTO	40,54	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,28	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-68,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,98	-26,60	90,15	CORRETTO	-51,44	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-83,46	-113,51	78,94	CORRETTO	40,54	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,28	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-68,00	-113,51	78,94	CORRETTO	40,98	-26,60	90,15	CORRETTO	-51,44	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-83,46	-113,51	78,94	CORRETTO	40,54	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,28	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-56,53	-113,51	78,94	CORRETTO	41,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-40,27	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-94,93	-113,51	78,94	CORRETTO	40,43	-26,60	90,15	CORRETTO	-77,45	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-56,53	-113,51	78,94	CORRETTO	41,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-40,27	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-94,93	-113,51	78,94	CORRETTO	40,43	-26,60	90,15	CORRETTO	-77,45	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-56,53	-113,51	78,94	CORRETTO	41,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-40,27	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-94,93	-113,51	78,94	CORRETTO	40,43	-26,60	90,15	CORRETTO	-77,45	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-56,53	-113,51	78,94	CORRETTO	41,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-40,27	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-94,93	-113,51	78,94	CORRETTO	40,43	-26,60	90,15	CORRETTO	-77,45	-102,96	62,97	CORRETTO



### 5.1.1.7 Trave 322

La trave numero 322 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P2	322	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-47,69	-113,51	78,94	CORRETTO	7,49	-47,87	36,18	CORRETTO	-27,11	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-44,82	-113,51	78,94	CORRETTO	7,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-24,46	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-44,77	-113,51	78,94	CORRETTO	7,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-24,51	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-16,76	-113,51	78,94	CORRETTO	8,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-0,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-45,44	-113,51	78,94	CORRETTO	1,49	-47,87	36,18	CORRETTO	-31,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-16,76	-113,51	78,94	CORRETTO	8,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-0,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-45,44	-113,51	78,94	CORRETTO	1,49	-47,87	36,18	CORRETTO	-31,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-16,76	-113,51	78,94	CORRETTO	8,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-0,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-45,44	-113,51	78,94	CORRETTO	1,49	-47,87	36,18	CORRETTO	-31,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-16,76	-113,51	78,94	CORRETTO	8,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-0,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-45,44	-113,51	78,94	CORRETTO	1,49	-47,87	36,18	CORRETTO	-31,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-0,41	-113,51	78,94	CORRETTO	11,74	-47,87	36,18	CORRETTO	15,94	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-61,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,98	-47,87	36,18	CORRETTO	-47,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-0,41	-113,51	78,94	CORRETTO	11,74	-47,87	36,18	CORRETTO	15,94	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-61,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,98	-47,87	36,18	CORRETTO	-47,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-0,41	-113,51	78,94	CORRETTO	11,74	-47,87	36,18	CORRETTO	15,94	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-61,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,98	-47,87	36,18	CORRETTO	-47,83	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-0,41	-113,51	78,94	CORRETTO	11,74	-47,87	36,18	CORRETTO	15,94	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-61,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,98	-47,87	36,18	CORRETTO	-47,83	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.8 Trave 323

La trave numero 323 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P2	323	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-119,96	-113,51	78,94	ERRATO	65,67	-26,60	90,15	CORRETTO	-92,88	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-111,30	-113,51	78,94	CORRETTO	60,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-85,80	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-111,25	-113,51	78,94	CORRETTO	60,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-85,85	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-67,60	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-50,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-83,82	-113,51	78,94	CORRETTO	40,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,03	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-67,60	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-50,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-83,82	-113,51	78,94	CORRETTO	40,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,03	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-67,60	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-50,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-83,82	-113,51	78,94	CORRETTO	40,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,03	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-67,60	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-50,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-83,82	-113,51	78,94	CORRETTO	40,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,03	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-53,96	-113,51	78,94	CORRETTO	41,34	-26,60	90,15	CORRETTO	-36,70	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-97,47	-113,51	78,94	CORRETTO	40,91	-26,60	90,15	CORRETTO	-79,58	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-53,96	-113,51	78,94	CORRETTO	41,34	-26,60	90,15	CORRETTO	-36,70	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-97,47	-113,51	78,94	CORRETTO	40,91	-26,60	90,15	CORRETTO	-79,58	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-53,96	-113,51	78,94	CORRETTO	41,34	-26,60	90,15	CORRETTO	-36,70	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-97,47	-113,51	78,94	CORRETTO	40,91	-26,60	90,15	CORRETTO	-79,58	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-53,96	-113,51	78,94	CORRETTO	41,34	-26,60	90,15	CORRETTO	-36,70	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-97,47	-113,51	78,94	CORRETTO	40,91	-26,60	90,15	CORRETTO	-79,58	-102,96	62,97	CORRETTO





### 5.1.1.9 Trave 414

La trave numero 414 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P3	414	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-44,93	-113,51	78,94	CORRETTO	6,02	-47,87	36,18	CORRETTO	-31,40	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-42,34	-113,51	78,94	CORRETTO	5,68	-47,87	36,18	CORRETTO	-28,36	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-42,29	-113,51	78,94	CORRETTO	5,68	-47,87	36,18	CORRETTO	-28,40	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-13,95	-113,51	78,94	CORRETTO	7,91	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-45,08	-113,51	78,94	CORRETTO	0,06	-47,87	36,18	CORRETTO	-35,41	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-13,95	-113,51	78,94	CORRETTO	7,91	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-45,08	-113,51	78,94	CORRETTO	0,06	-47,87	36,18	CORRETTO	-35,41	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-13,95	-113,51	78,94	CORRETTO	7,91	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-45,08	-113,51	78,94	CORRETTO	0,06	-47,87	36,18	CORRETTO	-35,41	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-13,95	-113,51	78,94	CORRETTO	7,91	-47,87	36,18	CORRETTO	-1,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-45,08	-113,51	78,94	CORRETTO	0,06	-47,87	36,18	CORRETTO	-35,41	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	2,08	-113,51	78,94	CORRETTO	11,62	-47,87	36,18	CORRETTO	15,30	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-61,11	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,65	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,28	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	2,08	-113,51	78,94	CORRETTO	11,62	-47,87	36,18	CORRETTO	15,30	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-61,11	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,65	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,28	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	2,08	-113,51	78,94	CORRETTO	11,62	-47,87	36,18	CORRETTO	15,30	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-61,11	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,65	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,28	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	2,08	-113,51	78,94	CORRETTO	11,62	-47,87	36,18	CORRETTO	15,30	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-61,11	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,65	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,28	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.10 Trave 415

La trave numero 415 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P3	415	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-118,75	-113,51	78,94	ERRATO	66,30	-26,60	90,15	CORRETTO	-92,81	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-110,23	-113,51	78,94	CORRETTO	61,31	-26,60	90,15	CORRETTO	-85,69	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-110,17	-113,51	78,94	CORRETTO	61,31	-26,60	90,15	CORRETTO	-85,75	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-66,50	-113,51	78,94	CORRETTO	41,79	-26,60	90,15	CORRETTO	-49,61	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-83,55	-113,51	78,94	CORRETTO	41,25	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,48	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-66,50	-113,51	78,94	CORRETTO	41,79	-26,60	90,15	CORRETTO	-49,61	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-83,55	-113,51	78,94	CORRETTO	41,25	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,48	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-66,50	-113,51	78,94	CORRETTO	41,79	-26,60	90,15	CORRETTO	-49,61	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-83,55	-113,51	78,94	CORRETTO	41,25	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,48	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-66,50	-113,51	78,94	CORRETTO	41,79	-26,60	90,15	CORRETTO	-49,61	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-83,55	-113,51	78,94	CORRETTO	41,25	-26,60	90,15	CORRETTO	-66,48	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-51,30	-113,51	78,94	CORRETTO	41,67	-26,60	90,15	CORRETTO	-34,36	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-98,75	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-81,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-51,30	-113,51	78,94	CORRETTO	41,67	-26,60	90,15	CORRETTO	-34,36	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-98,75	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-81,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-51,30	-113,51	78,94	CORRETTO	41,67	-26,60	90,15	CORRETTO	-34,36	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-98,75	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-81,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-51,30	-113,51	78,94	CORRETTO	41,67	-26,60	90,15	CORRETTO	-34,36	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-98,75	-113,51	78,94	CORRETTO	41,36	-26,60	90,15	CORRETTO	-81,73	-102,96	62,97	CORRETTO



### 5.1.1.11 Trave 506

La trave numero 506 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P4	506	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-41,34	-113,51	78,94	CORRETTO	4,47	-47,87	36,18	CORRETTO	-36,38	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-39,05	-113,51	78,94	CORRETTO	4,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-32,94	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-39,01	-113,51	78,94	CORRETTO	4,26	-47,87	36,18	CORRETTO	-32,96	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-10,63	-113,51	78,94	CORRETTO	7,48	-47,87	36,18	CORRETTO	-2,95	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-44,08	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,41	-47,87	36,18	CORRETTO	-40,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-10,63	-113,51	78,94	CORRETTO	7,48	-47,87	36,18	CORRETTO	-2,95	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-44,08	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,41	-47,87	36,18	CORRETTO	-40,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-10,63	-113,51	78,94	CORRETTO	7,48	-47,87	36,18	CORRETTO	-2,95	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-44,08	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,41	-47,87	36,18	CORRETTO	-40,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-10,63	-113,51	78,94	CORRETTO	7,48	-47,87	36,18	CORRETTO	-2,95	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-44,08	-113,51	78,94	CORRETTO	-1,41	-47,87	36,18	CORRETTO	-40,08	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	4,58	-113,51	78,94	CORRETTO	11,29	-47,87	36,18	CORRETTO	13,54	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-59,29	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	4,58	-113,51	78,94	CORRETTO	11,29	-47,87	36,18	CORRETTO	13,54	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-59,29	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	4,58	-113,51	78,94	CORRETTO	11,29	-47,87	36,18	CORRETTO	13,54	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-59,29	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,57	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	4,58	-113,51	78,94	CORRETTO	11,29	-47,87	36,18	CORRETTO	13,54	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-59,29	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,57	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.12 Trave 507

La trave numero 507 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P4	507	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-117,20	-113,51	78,94	ERRATO	66,90	-26,60	90,15	CORRETTO	-93,17	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-108,81	-113,51	78,94	CORRETTO	61,85	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,02	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-108,76	-113,51	78,94	CORRETTO	61,85	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,07	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-64,90	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-64,90	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-64,90	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-64,90	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-48,71	-113,51	78,94	CORRETTO	42,13	-26,60	90,15	CORRETTO	-32,57	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-99,48	-113,51	78,94	CORRETTO	41,63	-26,60	90,15	CORRETTO	-83,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-48,71	-113,51	78,94	CORRETTO	42,13	-26,60	90,15	CORRETTO	-32,57	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-99,48	-113,51	78,94	CORRETTO	41,63	-26,60	90,15	CORRETTO	-83,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-48,71	-113,51	78,94	CORRETTO	42,13	-26,60	90,15	CORRETTO	-32,57	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-99,48	-113,51	78,94	CORRETTO	41,63	-26,60	90,15	CORRETTO	-83,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-48,71	-113,51	78,94	CORRETTO	42,13	-26,60	90,15	CORRETTO	-32,57	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-99,48	-113,51	78,94	CORRETTO	41,63	-26,60	90,15	CORRETTO	-83,92	-102,96	62,97	CORRETTO





### 5.1.1.13 Trave 598

La trave numero 598 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P5	598	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-36,73	-113,51	78,94	CORRETTO	2,96	-47,87	36,18	CORRETTO	-41,97	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-34,80	-113,51	78,94	CORRETTO	2,85	-47,87	36,18	CORRETTO	-38,11	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-34,77	-113,51	78,94	CORRETTO	2,86	-47,87	36,18	CORRETTO	-38,11	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-6,66	-113,51	78,94	CORRETTO	6,99	-47,87	36,18	CORRETTO	-4,90	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-42,38	-113,51	78,94	CORRETTO	-2,80	-47,87	36,18	CORRETTO	-45,04	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-6,66	-113,51	78,94	CORRETTO	6,99	-47,87	36,18	CORRETTO	-4,90	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-42,38	-113,51	78,94	CORRETTO	-2,80	-47,87	36,18	CORRETTO	-45,04	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-6,66	-113,51	78,94	CORRETTO	6,99	-47,87	36,18	CORRETTO	-4,90	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-42,38	-113,51	78,94	CORRETTO	-2,80	-47,87	36,18	CORRETTO	-45,04	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-6,66	-113,51	78,94	CORRETTO	6,99	-47,87	36,18	CORRETTO	-4,90	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-42,38	-113,51	78,94	CORRETTO	-2,80	-47,87	36,18	CORRETTO	-45,04	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	7,71	-113,51	78,94	CORRETTO	10,78	-47,87	36,18	CORRETTO	10,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-56,76	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-60,93	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	7,71	-113,51	78,94	CORRETTO	10,78	-47,87	36,18	CORRETTO	10,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-56,76	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-60,93	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	7,71	-113,51	78,94	CORRETTO	10,78	-47,87	36,18	CORRETTO	10,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-56,76	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-60,93	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	7,71	-113,51	78,94	CORRETTO	10,78	-47,87	36,18	CORRETTO	10,99	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-56,76	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-60,93	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.14 Trave 599

La trave numero 599 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P5	599	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-115,35	-113,51	78,94	ERRATO	67,30	-26,60	90,15	CORRETTO	-94,22	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-107,12	-113,51	78,94	CORRETTO	62,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-107,06	-113,51	78,94	CORRETTO	62,22	-26,60	90,15	CORRETTO	-87,03	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-62,95	-113,51	78,94	CORRETTO	42,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-82,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,69	-26,60	90,15	CORRETTO	-69,23	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-62,95	-113,51	78,94	CORRETTO	42,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-82,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,69	-26,60	90,15	CORRETTO	-69,23	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-62,95	-113,51	78,94	CORRETTO	42,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-82,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,69	-26,60	90,15	CORRETTO	-69,23	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-62,95	-113,51	78,94	CORRETTO	42,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-82,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,69	-26,60	90,15	CORRETTO	-69,23	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-46,00	-113,51	78,94	CORRETTO	42,49	-26,60	90,15	CORRETTO	-31,38	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-99,92	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,41	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-46,00	-113,51	78,94	CORRETTO	42,49	-26,60	90,15	CORRETTO	-31,38	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-99,92	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,41	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-46,00	-113,51	78,94	CORRETTO	42,49	-26,60	90,15	CORRETTO	-31,38	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-99,92	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,41	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-46,00	-113,51	78,94	CORRETTO	42,49	-26,60	90,15	CORRETTO	-31,38	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-99,92	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,41	-102,96	62,97	CORRETTO



### 5.1.1.15 Trave 690

La trave numero 690 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P6	690	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-32,24	-113,51	78,94	CORRETTO	1,80	-47,87	36,18	CORRETTO	-46,89	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-30,64	-113,51	78,94	CORRETTO	1,77	-47,87	36,18	CORRETTO	-42,68	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-30,64	-113,51	78,94	CORRETTO	1,79	-47,87	36,18	CORRETTO	-42,65	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-2,73	-113,51	78,94	CORRETTO	6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,64	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-40,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-49,40	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-2,73	-113,51	78,94	CORRETTO	6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,64	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-40,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-49,40	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-2,73	-113,51	78,94	CORRETTO	6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,64	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-40,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-49,40	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-2,73	-113,51	78,94	CORRETTO	6,59	-47,87	36,18	CORRETTO	-6,64	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-40,78	-113,51	78,94	CORRETTO	-3,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-49,40	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	11,03	-113,51	78,94	CORRETTO	10,25	-47,87	36,18	CORRETTO	8,63	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-54,54	-113,51	78,94	CORRETTO	-7,50	-47,87	36,18	CORRETTO	-64,66	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	11,03	-113,51	78,94	CORRETTO	10,25	-47,87	36,18	CORRETTO	8,63	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-54,54	-113,51	78,94	CORRETTO	-7,50	-47,87	36,18	CORRETTO	-64,66	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	11,03	-113,51	78,94	CORRETTO	10,25	-47,87	36,18	CORRETTO	8,63	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-54,54	-113,51	78,94	CORRETTO	-7,50	-47,87	36,18	CORRETTO	-64,66	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	11,03	-113,51	78,94	CORRETTO	10,25	-47,87	36,18	CORRETTO	8,63	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-54,54	-113,51	78,94	CORRETTO	-7,50	-47,87	36,18	CORRETTO	-64,66	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.16 Trave 691

La trave numero 691 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P6	691	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-114,30	-113,51	78,94	ERRATO	67,52	-26,60	90,15	CORRETTO	-94,83	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-106,14	-113,51	78,94	CORRETTO	62,42	-26,60	90,15	CORRETTO	-87,56	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-106,09	-113,51	78,94	CORRETTO	62,42	-26,60	90,15	CORRETTO	-87,61	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-61,53	-113,51	78,94	CORRETTO	42,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,07	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-83,08	-113,51	78,94	CORRETTO	41,78	-26,60	90,15	CORRETTO	-70,51	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-61,53	-113,51	78,94	CORRETTO	42,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,07	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-83,08	-113,51	78,94	CORRETTO	41,78	-26,60	90,15	CORRETTO	-70,51	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-61,53	-113,51	78,94	CORRETTO	42,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,07	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-83,08	-113,51	78,94	CORRETTO	41,78	-26,60	90,15	CORRETTO	-70,51	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-61,53	-113,51	78,94	CORRETTO	42,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,07	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-83,08	-113,51	78,94	CORRETTO	41,78	-26,60	90,15	CORRETTO	-70,51	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-43,94	-113,51	78,94	CORRETTO	42,62	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,33	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-100,68	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-88,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-43,94	-113,51	78,94	CORRETTO	42,62	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,33	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-100,68	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-88,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-43,94	-113,51	78,94	CORRETTO	42,62	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,33	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-100,68	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-88,25	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-43,94	-113,51	78,94	CORRETTO	42,62	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,33	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-100,68	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-88,25	-102,96	62,97	CORRETTO





### 5.1.1.17 Trave 782

La trave numero 782 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P7	782	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-28,81	-113,51	78,94	CORRETTO	0,83	-47,87	36,18	CORRETTO	-50,80	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-27,47	-113,51	78,94	CORRETTO	0,86	-47,87	36,18	CORRETTO	-46,32	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-27,48	-113,51	78,94	CORRETTO	0,88	-47,87	36,18	CORRETTO	-46,27	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	0,18	-113,51	78,94	CORRETTO	6,21	-47,87	36,18	CORRETTO	-8,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-39,46	-113,51	78,94	CORRETTO	-4,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	0,18	-113,51	78,94	CORRETTO	6,21	-47,87	36,18	CORRETTO	-8,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-39,46	-113,51	78,94	CORRETTO	-4,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	0,18	-113,51	78,94	CORRETTO	6,21	-47,87	36,18	CORRETTO	-8,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-39,46	-113,51	78,94	CORRETTO	-4,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	0,18	-113,51	78,94	CORRETTO	6,21	-47,87	36,18	CORRETTO	-8,15	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-39,46	-113,51	78,94	CORRETTO	-4,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-52,75	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	13,16	-113,51	78,94	CORRETTO	9,74	-47,87	36,18	CORRETTO	6,38	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-52,44	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-67,29	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	13,16	-113,51	78,94	CORRETTO	9,74	-47,87	36,18	CORRETTO	6,38	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-52,44	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-67,29	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	13,16	-113,51	78,94	CORRETTO	9,74	-47,87	36,18	CORRETTO	6,38	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-52,44	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-67,29	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	13,16	-113,51	78,94	CORRETTO	9,74	-47,87	36,18	CORRETTO	6,38	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-52,44	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,22	-47,87	36,18	CORRETTO	-67,29	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.18 Trave 783

La trave numero 783 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P7	783	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-113,26	-113,51	78,94	CORRETTO	67,59	-26,60	90,15	CORRETTO	-95,74	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-105,19	-113,51	78,94	CORRETTO	62,49	-26,60	90,15	CORRETTO	-88,37	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-105,13	-113,51	78,94	CORRETTO	62,48	-26,60	90,15	CORRETTO	-88,44	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-60,40	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-82,93	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-60,40	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-82,93	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-60,40	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-82,93	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-60,40	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-82,93	-113,51	78,94	CORRETTO	41,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-71,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-42,36	-113,51	78,94	CORRETTO	42,74	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,79	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-100,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-42,36	-113,51	78,94	CORRETTO	42,74	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,79	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-100,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-42,36	-113,51	78,94	CORRETTO	42,74	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,79	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-100,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,92	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-42,36	-113,51	78,94	CORRETTO	42,74	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,79	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-100,97	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,92	-102,96	62,97	CORRETTO



### 5.1.1.19 Trave 874

La trave numero 874 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P8	874	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-26,35	-113,51	78,94	CORRETTO	0,03	-47,87	36,18	CORRETTO	-53,77	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-25,14	-113,51	78,94	CORRETTO	0,10	-47,87	36,18	CORRETTO	-49,13	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-25,19	-113,51	78,94	CORRETTO	0,14	-47,87	36,18	CORRETTO	-49,04	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	2,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-9,51	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-38,37	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,33	-47,87	36,18	CORRETTO	-55,13	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	2,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-9,51	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-38,37	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,33	-47,87	36,18	CORRETTO	-55,13	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	2,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-9,51	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-38,37	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,33	-47,87	36,18	CORRETTO	-55,13	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	2,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,84	-47,87	36,18	CORRETTO	-9,51	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-38,37	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,33	-47,87	36,18	CORRETTO	-55,13	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	14,25	-113,51	78,94	CORRETTO	9,17	-47,87	36,18	CORRETTO	4,10	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-50,45	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,66	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,74	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	14,25	-113,51	78,94	CORRETTO	9,17	-47,87	36,18	CORRETTO	4,10	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-50,45	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,66	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,74	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	14,25	-113,51	78,94	CORRETTO	9,17	-47,87	36,18	CORRETTO	4,10	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-50,45	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,66	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,74	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	14,25	-113,51	78,94	CORRETTO	9,17	-47,87	36,18	CORRETTO	4,10	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-50,45	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,66	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,74	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.20 Trave 875

La trave numero 875 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P8	875	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-112,49	-113,51	78,94	CORRETTO	67,65	-26,60	90,15	CORRETTO	-96,38	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-104,46	-113,51	78,94	CORRETTO	62,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,02	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-104,42	-113,51	78,94	CORRETTO	62,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,06	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-59,72	-113,51	78,94	CORRETTO	42,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,09	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-82,63	-113,51	78,94	CORRETTO	41,75	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,49	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-59,72	-113,51	78,94	CORRETTO	42,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,09	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-82,63	-113,51	78,94	CORRETTO	41,75	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,49	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-59,72	-113,51	78,94	CORRETTO	42,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,09	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-82,63	-113,51	78,94	CORRETTO	41,75	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,49	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-59,72	-113,51	78,94	CORRETTO	42,89	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,09	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-82,63	-113,51	78,94	CORRETTO	41,75	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,49	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,81	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,71	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-100,90	-113,51	78,94	CORRETTO	41,83	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,87	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,81	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,71	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-100,90	-113,51	78,94	CORRETTO	41,83	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,87	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,81	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,71	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-100,90	-113,51	78,94	CORRETTO	41,83	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,87	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,81	-26,60	90,15	CORRETTO	-29,71	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-100,90	-113,51	78,94	CORRETTO	41,83	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,87	-102,96	62,97	CORRETTO





### 5.1.1.21 Trave 966

La trave numero 966 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P9	966	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-24,65	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,42	-47,87	36,18	CORRETTO	-55,65	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-23,61	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,37	-47,87	36,18	CORRETTO	-50,94	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-23,64	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,31	-47,87	36,18	CORRETTO	-50,81	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	3,24	-113,51	78,94	CORRETTO	5,52	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,70	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-37,36	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,63	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	3,24	-113,51	78,94	CORRETTO	5,52	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,70	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-37,36	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,63	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	3,24	-113,51	78,94	CORRETTO	5,52	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,70	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-37,36	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,63	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	3,24	-113,51	78,94	CORRETTO	5,52	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,70	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-37,36	-113,51	78,94	CORRETTO	-5,63	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	14,23	-113,51	78,94	CORRETTO	8,58	-47,87	36,18	CORRETTO	1,73	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-48,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,78	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	14,23	-113,51	78,94	CORRETTO	8,58	-47,87	36,18	CORRETTO	1,73	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-48,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,78	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	14,23	-113,51	78,94	CORRETTO	8,58	-47,87	36,18	CORRETTO	1,73	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-48,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,78	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	14,23	-113,51	78,94	CORRETTO	8,58	-47,87	36,18	CORRETTO	1,73	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-48,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,69	-47,87	36,18	CORRETTO	-68,78	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.22 Trave 967

La trave numero 323 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P9	967	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-111,92	-113,51	78,94	CORRETTO	67,56	-26,60	90,15	CORRETTO	-97,13	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-103,93	-113,51	78,94	CORRETTO	62,48	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,65	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-103,89	-113,51	78,94	CORRETTO	62,46	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,73	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-59,60	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-82,04	-113,51	78,94	CORRETTO	41,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-59,60	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-82,04	-113,51	78,94	CORRETTO	41,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-59,60	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-82,04	-113,51	78,94	CORRETTO	41,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-59,60	-113,51	78,94	CORRETTO	42,82	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-82,04	-113,51	78,94	CORRETTO	41,72	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,66	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-100,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,66	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-100,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,66	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-100,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,77	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-41,45	-113,51	78,94	CORRETTO	42,66	-26,60	90,15	CORRETTO	-30,72	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-100,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,88	-26,60	90,15	CORRETTO	-90,77	-102,96	62,97	CORRETTO



### 5.1.1.23 Trave 1058

La trave numero 1058 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P10	1058	750	240	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	0	4	0	616
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	6	0	0	678
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
$\varphi 10$	$\varphi 12$	$\varphi 14$	$\varphi 16$	
0	3	4	0	955

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-24,87	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,87	-47,87	36,18	CORRETTO	-56,26	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU2	0	-23,42	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,64	-47,87	36,18	CORRETTO	-51,51	-71,91	52,28	CORRETTO
SLU3	0	-23,69	-113,51	78,94	CORRETTO	-0,65	-47,87	36,18	CORRETTO	-51,35	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	4,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,53	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,03	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-38,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,05	-47,87	36,18	CORRETTO	-57,67	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	4,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,53	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,03	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-38,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,05	-47,87	36,18	CORRETTO	-57,67	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	4,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,53	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,03	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-38,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,05	-47,87	36,18	CORRETTO	-57,67	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	4,17	-113,51	78,94	CORRETTO	5,53	-47,87	36,18	CORRETTO	-10,03	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-38,35	-113,51	78,94	CORRETTO	-6,05	-47,87	36,18	CORRETTO	-57,67	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	14,81	-113,51	78,94	CORRETTO	8,41	-47,87	36,18	CORRETTO	1,86	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-48,99	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,92	-47,87	36,18	CORRETTO	-69,56	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	14,81	-113,51	78,94	CORRETTO	8,41	-47,87	36,18	CORRETTO	1,86	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-48,99	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,92	-47,87	36,18	CORRETTO	-69,56	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	14,81	-113,51	78,94	CORRETTO	8,41	-47,87	36,18	CORRETTO	1,86	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-48,99	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,92	-47,87	36,18	CORRETTO	-69,56	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	14,81	-113,51	78,94	CORRETTO	8,41	-47,87	36,18	CORRETTO	1,86	-71,91	52,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-48,99	-113,51	78,94	CORRETTO	-8,92	-47,87	36,18	CORRETTO	-69,56	-71,91	52,28	CORRETTO



### 5.1.1.24 Trave 1059

La trave numero 1059 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P10	1059	750	240	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	3	1055
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	8	0	1548
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	4	3	1219
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
4	0	0	0	316
n° Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
6	0	6	0	1398

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-111,71	-113,51	78,94	CORRETTO	67,95	-26,60	90,15	CORRETTO	-96,57	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU2	0	-103,80	-113,51	78,94	CORRETTO	62,70	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,33	-102,96	62,97	CORRETTO
SLU3	0	-103,72	-113,51	78,94	CORRETTO	62,76	-26,60	90,15	CORRETTO	-89,30	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-59,23	-113,51	78,94	CORRETTO	43,08	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,97	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-82,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-59,23	-113,51	78,94	CORRETTO	43,08	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,97	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-82,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-59,23	-113,51	78,94	CORRETTO	43,08	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,97	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-82,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-59,23	-113,51	78,94	CORRETTO	43,08	-26,60	90,15	CORRETTO	-47,97	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-82,18	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-72,98	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-40,36	-113,51	78,94	CORRETTO	43,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-28,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-101,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-91,99	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-40,36	-113,51	78,94	CORRETTO	43,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-28,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-101,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-91,99	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-40,36	-113,51	78,94	CORRETTO	43,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-28,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-101,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-91,99	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-40,36	-113,51	78,94	CORRETTO	43,09	-26,60	90,15	CORRETTO	-28,96	-102,96	62,97	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-101,05	-113,51	78,94	CORRETTO	41,84	-26,60	90,15	CORRETTO	-91,99	-102,96	62,97	CORRETTO





### 5.1.1.25 Trave 1150

La trave numero 1150 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P11	1150	250	400	2420
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	3	1281
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	226
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	339
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	452
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
2	6	0	0	836

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	1,23	-171,10	111,83	CORRETTO	-14,59	-46,65	31,58	CORRETTO	-51,19	-112,20	61,68	CORRETTO
SLU2	0	-4,28	-171,10	111,83	CORRETTO	-14,27	-46,65	31,58	CORRETTO	-49,35	-112,20	61,68	CORRETTO
SLU3	0	-1,78	-171,10	111,83	CORRETTO	-13,80	-46,65	31,58	CORRETTO	-47,86	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS1X SLV	0	10,77	-171,10	111,83	CORRETTO	-4,07	-46,65	31,58	CORRETTO	-14,03	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-16,47	-171,10	111,83	CORRETTO	-14,66	-46,65	31,58	CORRETTO	-49,81	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS2X SLV	0	10,77	-171,10	111,83	CORRETTO	-4,07	-46,65	31,58	CORRETTO	-14,03	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-16,47	-171,10	111,83	CORRETTO	-14,66	-46,65	31,58	CORRETTO	-49,81	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS3X SLV	0	10,77	-171,10	111,83	CORRETTO	-4,07	-46,65	31,58	CORRETTO	-14,03	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-16,47	-171,10	111,83	CORRETTO	-14,66	-46,65	31,58	CORRETTO	-49,81	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS4X SLV	0	10,77	-171,10	111,83	CORRETTO	-4,07	-46,65	31,58	CORRETTO	-14,03	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-16,47	-171,10	111,83	CORRETTO	-14,66	-46,65	31,58	CORRETTO	-49,81	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	11,36	-171,10	111,83	CORRETTO	-1,79	-46,65	31,58	CORRETTO	-9,84	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-17,06	-171,10	111,83	CORRETTO	-16,94	-46,65	31,58	CORRETTO	-54,00	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	11,36	-171,10	111,83	CORRETTO	-1,79	-46,65	31,58	CORRETTO	-9,84	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-17,06	-171,10	111,83	CORRETTO	-16,94	-46,65	31,58	CORRETTO	-54,00	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	11,36	-171,10	111,83	CORRETTO	-1,79	-46,65	31,58	CORRETTO	-9,84	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-17,06	-171,10	111,83	CORRETTO	-16,94	-46,65	31,58	CORRETTO	-54,00	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	11,36	-171,10	111,83	CORRETTO	-1,79	-46,65	31,58	CORRETTO	-9,84	-112,20	61,68	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-17,06	-171,10	111,83	CORRETTO	-16,94	-46,65	31,58	CORRETTO	-54,00	-112,20	61,68	CORRETTO



### 5.1.1.26 Trave 1151

La trave numero 1151 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Base (x) [mm]	Altezza (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P11	1151	250	400	4950
n.ro Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	3	1281
n.ro Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	5	1005
n.ro Ferri Superiori BB				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	339
n.ro Ferri Inferiori CC				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	3	829
n.ro Ferri Superiori CC				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
2	5	0	2	1125

Il copriferro è pari a 3 cm.



Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sulla trave:

COMB.	N [KN]	Med AA [KNm]	Mrd AA Sup. [KNm]	Mrd AA Inf. [KNm]	VERIFICA	Med BB [KNm]	Mrd BB Sup. [KNm]	Mrd BB Inf. [KNm]	VERIFICA	Med CC [KNm]	Mrd CC Sup. [KNm]	Mrd CC Inf. [KNm]	VERIFICA
SLU1	0	-39,50	-171,10	111,83	CORRETTO	35,59	-46,63	131,67	CORRETTO	-25,54	-150,76	111,82	CORRETTO
SLU2	0	-43,55	-171,10	111,83	CORRETTO	37,60	-46,63	131,67	CORRETTO	-29,88	-150,76	111,82	CORRETTO
SLU3	0	-39,97	-171,10	111,83	CORRETTO	34,94	-46,63	131,67	CORRETTO	-26,38	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-19,40	-171,10	111,83	CORRETTO	25,55	-46,63	131,67	CORRETTO	-10,31	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS1X SLV	0	-37,63	-171,10	111,83	CORRETTO	22,63	-46,63	131,67	CORRETTO	-26,80	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-19,40	-171,10	111,83	CORRETTO	25,55	-46,63	131,67	CORRETTO	-10,31	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS2X SLV	0	-37,63	-171,10	111,83	CORRETTO	22,63	-46,63	131,67	CORRETTO	-26,80	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-19,40	-171,10	111,83	CORRETTO	25,55	-46,63	131,67	CORRETTO	-10,31	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS3X SLV	0	-37,63	-171,10	111,83	CORRETTO	22,63	-46,63	131,67	CORRETTO	-26,80	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-19,40	-171,10	111,83	CORRETTO	25,55	-46,63	131,67	CORRETTO	-10,31	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS4X SLV	0	-37,63	-171,10	111,83	CORRETTO	22,63	-46,63	131,67	CORRETTO	-26,80	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-3,44	-171,10	111,83	CORRETTO	25,74	-46,63	131,67	CORRETTO	3,84	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS1Y SLV	0	-53,59	-171,10	111,83	CORRETTO	22,44	-46,63	131,67	CORRETTO	-40,95	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-3,44	-171,10	111,83	CORRETTO	25,74	-46,63	131,67	CORRETTO	3,84	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS2Y SLV	0	-53,59	-171,10	111,83	CORRETTO	22,44	-46,63	131,67	CORRETTO	-40,95	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-3,44	-171,10	111,83	CORRETTO	25,74	-46,63	131,67	CORRETTO	3,84	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS3Y SLV	0	-53,59	-171,10	111,83	CORRETTO	22,44	-46,63	131,67	CORRETTO	-40,95	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-3,44	-171,10	111,83	CORRETTO	25,74	-46,63	131,67	CORRETTO	3,84	-150,76	111,82	CORRETTO
SIS4Y SLV	0	-53,59	-171,10	111,83	CORRETTO	22,44	-46,63	131,67	CORRETTO	-40,95	-150,76	111,82	CORRETTO

### 5.1.2 Verifiche Taglio

La verifica di resistenza a taglio di un elemento è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}^*$$

Dove:

$V_{Rd}$  è il taglio resistente di calcolo;

$V_{Ed}^*$  è il taglio agente sovraresistente, che non è ricavato dall'analisi agli elementi finiti tramite il software SAP2000, ma è calcolato nel modo seguente: ogni trave presenta agli appoggi due momenti resistenti distinti, uno negativo, che deriva dall'armatura posta nella parte superiore dell'elemento, e uno positivo, che deriva dall'armatura posta nella parte inferiore. Per ricavare il  $V_{Ed}^*$  è necessario studiare i quattro casi seguenti:

#### CASO 1



Figura 37 Situazione caso 1

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{M_{Rd}^{A-} + M_{Rd}^{C+}}{l}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave.

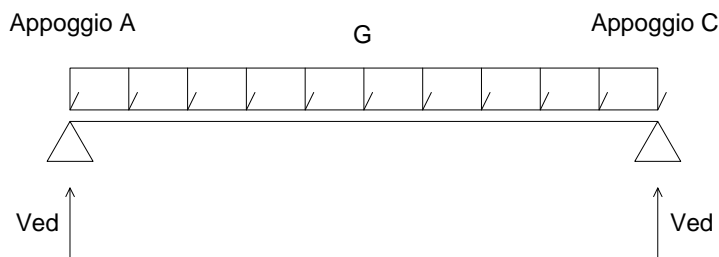


Figura 38 Situazione caso 1

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{G * l}{2}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave;

$G$  sono i carichi permanenti strutturali e permanenti non strutturali agenti sull'elemento.

### CASO 2



Figura 39 Situazione caso 2

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{M_{Rd}^{A+} + M_{Rd}^{C-}}{l}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave.

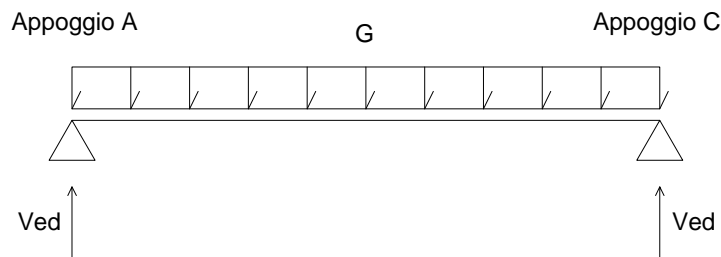


Figura 40 Situazione caso 2

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{G * l}{2}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave;

$G$  sono i carichi permanenti strutturali e permanenti non strutturali agenti sull'elemento.

**CASO 3**



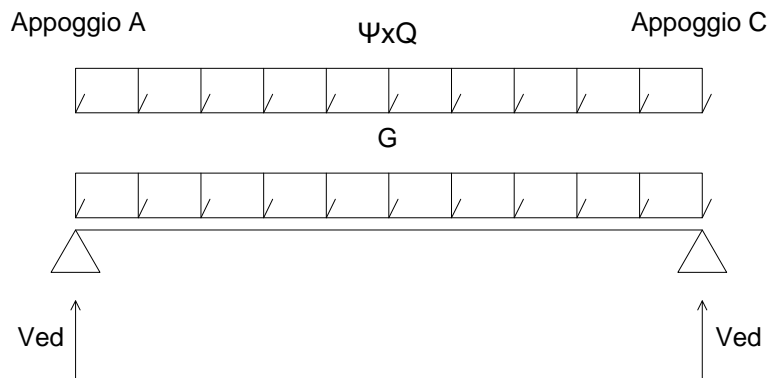
**Figura 41 Situazione caso 3**

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{M_{Rd}^{A-} + M_{Rd}^{C+}}{l}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave.



**Figura 42 Situazione caso 3**

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{(G + \psi_{02} * Q) * l}{2}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave;

$G$  sono i carichi permanenti strutturali e permanenti non strutturali agenti sull'elemento;

$\psi_{02} * Q$  sono i carichi accidentali in zona sismica, con  $\psi_{02}$  pari a 0,3.

**CASO 4**



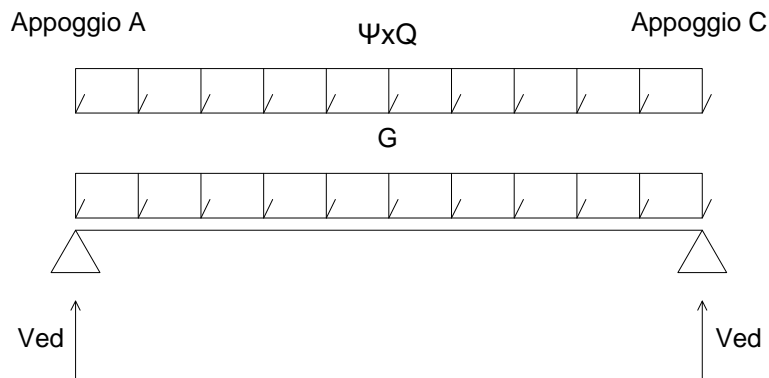
**Figura 43 Situazione caso 4**

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{M_{Rd}^{A+} + M_{Rd}^{C-}}{l}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave.



**Figura 44 Situazione caso 4**

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{(G + \psi_{02} * Q) * l}{2}$$

Dove:

$l$  è la lunghezza della trave;

$G$  sono i carichi permanenti strutturali e permanenti non strutturali agenti sull'elemento;

$\psi_{02} * Q$  sono i carichi accidentali in zona sismica, con  $\psi_{02}$  pari a 0,3.





Prendendo ora convenzionalmente il taglio agente positivo se rivolto verso l'alto e negativo se rivolto verso il basso, si sommano algebricamente i tagli agenti per ogni caso ad ogni appoggio:

$$\text{Caso 1: } V_{Ed}^* = \frac{M_{Rd}^{A-} + M_{Rd}^{C+}}{l} + \frac{G * l}{2}$$

$$\text{Caso 2: } V_{Ed}^* = \frac{M_{Rd}^{A+} + M_{Rd}^{C-}}{l} + \frac{G * l}{2}$$

$$\text{Caso 3: } V_{Ed}^* = \frac{M_{Rd}^{A-} + M_{Rd}^{C+}}{l} + \frac{(G + \psi_{02} * Q) * l}{2}$$

$$\text{Caso 4: } V_{Ed}^* = \frac{M_{Rd}^{A+} + M_{Rd}^{C-}}{l} + \frac{(G + \psi_{02} * Q) * l}{2}$$

Agli appoggi A e C i tagli agenti sovraresistenti di calcolo sono quindi i valori più alti derivanti dalla somma algebrica svolta.

Il taglio resistente è calcolato nel modo seguente:

$$V_{Rd} = \text{MIN}(V_{Rd,C}; V_{Rd,S})$$

Dove:

$V_{Rd,C}$  è il taglio resistente a compressione, in riferimento al calcestruzzo d'anima;

$V_{Rd,S}$  è il taglio resistente a trazione, in riferimento all'armatura trasversale.

Queste azioni sono calcolate nel modo seguente:

$$V_{Rd,C} = 0,9 * d * b_w * \alpha_c * f'_{cd} * \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)}$$

$$V_{Rd,S} = 0,9 * d * \frac{A_{sw}}{s} * f_{yd} * (\cot \alpha + \cot \theta) * \sin \alpha$$

Dove:

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale;

$s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;

$f_{yd}$  è la resistenza di calcolo dell'acciaio d'armatura;

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$\theta$  è l'angolo di inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse della trave, determinato attraverso la seguente relazione, che deriva dall'imporre il cedimento simultaneo delle bielle di calcestruzzo e delle staffe, uguagliando  $V_{Rsd}$  (resistenza di calcolo a "taglio trazione", formula 4.1.18 NTC2008) e  $V_{Rcd}$  resistenza di calcolo a "taglio compressione", formula 4.1.19 NTC2008):



$$\cot \theta = \sqrt{\frac{b_w * \alpha_c * f'_{cd}}{\frac{A_{sw}}{s} * f_{yd} * \sin \alpha}} - 1$$

Se il valore di  $\cot \theta$  è compreso tra 1 e 2,5, il taglio resistente è calcolato come il  $\text{MIN}(V_{Rd,C}; V_{Rd,S})$ .

Se il valore di  $\cot \theta$  è maggiore di 2,5, significa che il collasso avviene lato acciaio con bielle compresse integre. In questo caso il taglio resistente è calcolato con la formula del "taglio trazione" con  $\cot \theta$  pari a 2,5.

$b_w$  è la larghezza minima della sezione;

$f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 * f_{cd}$ );

$\alpha_c$  è un coefficiente amplificativo pari a:

- 1, per membrane non compresse;
- $1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ , per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$ ;
- 1,25, per  $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$ ;
- $2,5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ , per  $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$ ;

$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$f_{cd}$  è la resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo.

La normativa italiana corrente prevede un infittimento del passo delle staffe agli appoggi: la prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- Un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (in classe di duttilità basso, come nel caso considerato);
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Questa limitazione è valida per il tratto di zona critica, ovvero una lunghezza pari all'altezza della trave.

Il progetto del 1976 prevedeva una staffatura delle travi uniforme su tutti gli elementi:  $\Phi 6$  passo 20 cm; ovviamente le prescrizioni precedenti non sono rispettate.

Nei paragrafi seguenti sono esplicitate le verifiche a taglio per le travi confluenti nei nodi della pilastrata più sollecitata.



### 5.1.2.1 Trave 46

La trave numero 46 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
PC	46	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2[KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.2 Trave 47

La trave numero 47 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
PC	47	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.3 Trave 139

La trave numero 139 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
PR	139	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2[KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.4 Trave 140

La trave numero 140 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
PR	140	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.5 Trave 230

La trave numero 230 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P1	230	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.6 Trave 231

La trave numero 231 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P1	231	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO





### 5.1.2.7 Trave 322

La trave numero 322 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P2	322	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.8 Trave 323

La trave numero 323 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P2	323	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.9 Trave 414

La trave numero 414 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P3	414	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.10 Trave 415

La trave numero 415 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P3	415	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ <sub>2</sub> [KN/m]	2,79
ψ <sub>2</sub>	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.11 Trave 506

La trave numero 506 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P4	506	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2[KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.12 Trave 507

La trave numero 47 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P4	507	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.13 Trave 598

La trave numero 598 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P5	598	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.14 Trave 599

La trave numero 599 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P5	599	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO





### 5.1.2.15 Trave 690

La trave numero 690 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P6	690	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.16 Trave 691

La trave numero 691 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P6	691	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.17 Trave 782

La trave numero 782 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P7	782	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.18 Trave 783

La trave numero 783 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P7	783	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.19 Trave 874

La trave numero 874 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P8	874	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.20 Trave 875

La trave numero 875 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P8	875	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.21 Trave 966

La trave numero 966 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P9	966	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2 [KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.22 Trave 967

La trave numero 967 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P9	967	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO





### 5.1.2.23 Trave 1058

La trave numero 1058 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P10	1058	750	240	2420	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
109,36				103,18			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	30,73
Q [KN/m]	10,1
Q*ψ2[KN/m]	3,03
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-47,87	-71,91
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	36,18	52,28

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Sena	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18	104,53	10000	ERRATO	CORRETTO



### 5.1.2.24 Trave 1059

La trave numero 1059 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P10	1059	750	240	4950	210	750	2	2	6	200	14	113,04

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
35,65	-35,65	-36,75	36,75	35,65	-35,65	-36,75	36,75
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
69,28	69,28	69,28	69,28	76,18	76,18	76,18	76,18
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
104,93	33,62	32,53	106,02	111,83	40,53	39,43	112,93
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
111,83				112,93			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	27,99
Q [KN/m]	9,3
Q*ψ2 [KN/m]	2,79
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-113,51	-26,60	-102,96
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
78,94	90,15	62,97

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctgα	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	3,90	2,5	111,83	112,93	104,53	10000	ERRATO	ERRATO



### 5.1.2.25 Trave 1150

La trave numero 1150 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P11	1150	250	400	2420	370	250	1	2	8	200	14	100,48

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
96,19	-96,19	-92,58	92,58	96,19	-96,19	-92,58	92,58
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
15,79	15,79	15,79	15,79	16,77	16,77	16,77	16,77
TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT.AA [KN]	TOT. CC [KN]
111,98	-80,40	-76,78	108,37	112,96	-79,42	-75,80	109,35
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
112,96				109,35			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	13,05
Q [KN/m]	2,7
Q*ψ2 [KN/m]	0,81
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-171,10	-46,65	-112,20
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
111,83	31,58	61,68

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctga	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	2,00	2,00163478	112,96	109,35	131,09	235,91	CORRETTO	CORRETTO



### 5.1.2.26 Trave 1151

La trave numero 1151 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Frame	Base [mm]	Altezza [mm]	Lunghezza <sup>a</sup> [mm]	d [mm]	bw [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]
P11	1151	250	400	4950	370	250	1	2	8	200	14	100,48

Il taglio agente sovra resistente è stato calcolato attraverso i quattro casi descritti in precedenza:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
57,16	-57,16	-53,05	53,05	57,16	-57,16	-53,05	53,05
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]	Ved AA [KN]	Ved CC [KN]
32,30	32,30	32,30	32,30	34,30	34,30	34,30	34,30
TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]	TOT. AA [KN]	TOT. CC [KN]
89,45	-24,86	-20,75	85,35	91,46	-22,85	-18,75	87,35
Ved*AA [KN]				Ved*CC [KN]			
91,46				87,35			

I carichi e i momenti resistenti utilizzati sono i seguenti:

Carichi	
G [KN/m]	13,05
Q [KN/m]	2,7
Q*ψ2 [KN/m]	0,81
ψ2	0,3

Mrd AA Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Sup. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Sup. (Con N=0) [KN]
-171,10	-46,63	-150,76
Mrd AA Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd BB Inf. (Con N=0) [KN]	Mrd CC Inf. (Con N=0) [KN]
111,83	131,67	111,82

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sulla trave:

α staffe [°]	Senα	Cosa	Ctga	ac	Ctgθ	Ctgθ Reale	Ved*AA [KN]	Ved*CC [KN]	Vrs [KN]	Vrc [KN]	Verifica	
											Sez. AA	Sez. CC
90	1	0	0	1	2,00	2,00163478	91,46	87,35	131,09	235,91	CORRETTO	CORRETTO

## 5.2 Verifiche Pilastrri

### 5.2.1 Verifiche Pressoflessione

Ogni pilastro è soggetto a due azioni molto importanti che ne compromettono la resistenza: l'azione assiale  $N$  e i momenti applicati in sommità e alla base.

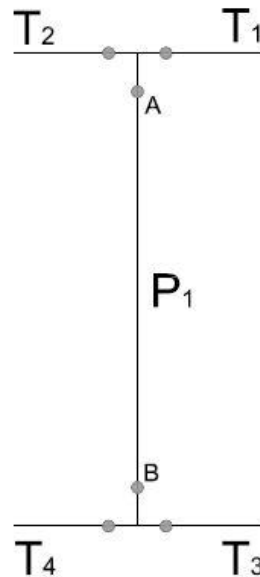


Figura 45 Pilastro tipo

Ogni elemento risulta quindi soggetto ad una pressoflessione deviata; il pilastro risulta verificato se è rispettata la seguente relazione:

$$\left( \frac{M_{Ed,X}}{M_{Rd,X}(N)} \right)^\alpha + \left( \frac{M_{Ed,Y}}{M_{Rd,Y}(N)} \right)^\alpha \leq 1$$

Dove:

$M_{Rd,X}(N)$ ,  $M_{Rd,Y}(N)$  sono in momenti resistenti in direzione  $x$  ed  $y$  calcolati in funzione dell'azione assiale  $N$ ;

$M_{Ed,X}$ ,  $M_{Ed,Y}$  sono i momenti agenti ricavati dall'analisi agli elementi finiti tramite il software SAP2000;

$\alpha$  è un coefficiente amplificativo che è pari a 1 in classe di duttilità bassa (cioè nel caso preso in esame).

Ovviamente se il pilastro fosse simmetrico sia per quanto riguarda la sezione che per quanto riguarda i ferri di armatura  $M_{Rd,X}(N)$  e  $M_{Rd,Y}(N)$  sarebbero uguali.



Gli effetti torsionali accidentali, dovuti alle incertezze di localizzazione delle masse, vengono valutati amplificando le azioni sollecitanti di ogni elemento verticale tramite il fattore  $\delta$  ricavato dalle N.T.C. '08 - § 7.3.3.2.:

$$\delta = 1 + 0,6 * \frac{x}{L_e}$$

Dove:

X è la distanza dell'elemento resistente verticale dal baricentro geometrico di piano, misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica considerata;

$L_e$  è la distanza tra i due elementi resistenti più lontani, misurata allo stesso modo di x.

Dx	Dy	Lx	Ly	$\delta_y$	$\delta_x$
7,69	5,15	29	34,8	1,16	1,09



Nei paragrafi seguenti sono esplicitate le verifiche per le colonne della pilastrata più sollecitata.

### 5.2.1.1 Pilastro 8

Il pilastro numero 8 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
PT	8	1000	250	2840
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	5	0	1005
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	5	0	1005
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	6	0	1206

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
80,82	351,52

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-2888,09	-2888091	14,46	123,76	-0,38	456,43	0,13	CORRETTO
SLU1	-2865,02	-2865023	-29,38	125,26	-0,05	460,93	0,26	CORRETTO
SLU2	-2712,26	-2712259	13,36	134,66	-0,34	488,58	0,11	CORRETTO
SLU2	-2689,19	-2689191	-27,15	136,00	-0,04	492,46	0,22	CORRETTO
SLU3	-2704,27	-2704274	13,36	135,12	-0,34	489,95	0,11	CORRETTO
SLU3	-2681,21	-2681206	-27,15	136,46	-0,04	493,78	0,22	CORRETTO



SIS1X SLV	-1731,42	-1731419	17,57	179,20	165,15	577,37	0,44	CORRETTO
SIS1X SLV	-1713,67	-1713674	-13,90	179,84	73,72	577,01	0,23	CORRETTO
SIS1X SLV	-2001,95	-2001954	0,50	168,95	-165,60	577,48	0,34	CORRETTO
SIS1X SLV	-1984,21	-1984209	-22,83	169,66	-73,77	577,82	0,29	CORRETTO
SIS2X SLV	-1731,42	-1731419	17,57	179,20	165,15	577,37	0,44	CORRETTO
SIS2X SLV	-1713,67	-1713674	-13,90	179,84	73,72	577,01	0,23	CORRETTO
SIS2X SLV	-2001,95	-2001954	0,50	168,95	-165,60	577,48	0,34	CORRETTO
SIS2X SLV	-1984,21	-1984209	-22,83	169,66	-73,77	577,82	0,29	CORRETTO
SIS3X SLV	-1731,42	-1731419	17,57	179,20	165,15	577,37	0,44	CORRETTO
SIS3X SLV	-1713,67	-1713674	-13,90	179,84	73,72	577,01	0,23	CORRETTO
SIS3X SLV	-2001,95	-2001954	0,50	168,95	-165,60	577,48	0,34	CORRETTO
SIS3X SLV	-1984,21	-1984209	-22,83	169,66	-73,77	577,82	0,29	CORRETTO
SIS4X SLV	-1731,42	-1731419	17,57	179,20	165,15	577,37	0,44	CORRETTO
SIS4X SLV	-1713,67	-1713674	-13,90	179,84	73,72	577,01	0,23	CORRETTO
SIS4X SLV	-2001,95	-2001954	0,50	168,95	-165,60	577,48	0,34	CORRETTO
SIS4X SLV	-1984,21	-1984209	-22,83	169,66	-73,77	577,82	0,29	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1678,23	-1678232	24,81	181,11	64,07	576,19	0,28	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1660,49	-1660488	-10,96	181,74	25,26	575,70	0,12	CORRETTO
SIS1Y SLV	-2055,14	-2055140	-6,74	166,80	-64,52	572,68	0,17	CORRETTO
SIS1Y SLV	-2037,40	-2037395	-25,77	167,53	-25,31	574,30	0,22	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1678,23	-1678232	24,81	181,11	64,07	576,19	0,28	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1660,49	-1660488	-10,96	181,74	25,26	575,70	0,12	CORRETTO
SIS2Y SLV	-2055,14	-2055140	-6,74	166,80	-64,52	572,68	0,17	CORRETTO
SIS2Y SLV	-2037,40	-2037395	-25,77	167,53	-25,31	574,30	0,22	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1678,23	-1678232	24,81	181,11	64,07	576,19	0,28	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1660,49	-1660488	-10,96	181,74	25,26	575,70	0,12	CORRETTO
SIS3Y SLV	-2055,14	-2055140	-6,74	166,80	-64,52	572,68	0,17	CORRETTO
SIS3Y SLV	-2037,40	-2037395	-25,77	167,53	-25,31	574,30	0,22	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1678,23	-1678232	24,81	181,11	64,07	576,19	0,28	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1660,49	-1660488	-10,96	181,74	25,26	575,70	0,12	CORRETTO
SIS4Y SLV	-2055,14	-2055140	-6,74	166,80	-64,52	572,68	0,17	CORRETTO
SIS4Y SLV	-2037,40	-2037395	-25,77	167,53	-25,31	574,30	0,22	CORRETTO





### 5.2.1.2 Pilastro 101

Il pilastro numero 101 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
PR	101	950	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	2	0	864
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	2	0	864
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	6	0	0	924

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
69,98	292,77

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-2637,80	-2637798	37,36	118,62	0,03	424,60	0,34	CORRETTO
SLU1	-2613,88	-2613877	-36,47	120,08	0,26	429,02	0,33	CORRETTO
SLU2	-2478,78	-2478778	34,49	127,91	0,04	452,28	0,29	CORRETTO
SLU2	-2454,86	-2454857	-33,64	129,22	0,25	456,10	0,28	CORRETTO
SLU3	-2470,81	-2470811	34,50	128,35	0,04	453,57	0,29	CORRETTO
SLU3	-2446,89	-2446890	-33,65	129,65	0,25	457,36	0,28	CORRETTO
SIS1X SLV	-1573,26	-1573258	32,34	166,08	73,78	526,43	0,37	CORRETTO
SIS1X SLV	-1554,86	-1554857	-14,91	166,31	51,82	525,90	0,21	CORRETTO
SIS1X SLV	-1838,94	-1838942	14,27	156,81	-73,70	528,25	0,26	CORRETTO



SIS1X SLV	-1820,54	-1820541	-30,50	157,49	-51,48	528,46	0,32	CORRETTO
SIS2X SLV	-1573,26	-1573258	32,34	166,08	73,78	526,43	0,37	CORRETTO
SIS2X SLV	-1554,86	-1554857	-14,91	166,31	51,82	525,90	0,21	CORRETTO
SIS2X SLV	-1838,94	-1838942	14,27	156,81	-73,70	528,25	0,26	CORRETTO
SIS2X SLV	-1820,54	-1820541	-30,50	157,49	-51,48	528,46	0,32	CORRETTO
SIS3X SLV	-1573,26	-1573258	32,34	166,08	73,78	526,43	0,37	CORRETTO
SIS3X SLV	-1554,86	-1554857	-14,91	166,31	51,82	525,90	0,21	CORRETTO
SIS3X SLV	-1838,94	-1838942	14,27	156,81	-73,70	528,25	0,26	CORRETTO
SIS3X SLV	-1820,54	-1820541	-30,50	157,49	-51,48	528,46	0,32	CORRETTO
SIS4X SLV	-1573,26	-1573258	32,34	166,08	73,78	526,43	0,37	CORRETTO
SIS4X SLV	-1554,86	-1554857	-14,91	166,31	51,82	525,90	0,21	CORRETTO
SIS4X SLV	-1838,94	-1838942	14,27	156,81	-73,70	528,25	0,26	CORRETTO
SIS4X SLV	-1820,54	-1820541	-30,50	157,49	-51,48	528,46	0,32	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1525,06	-1525062	42,50	166,08	25,27	524,97	0,33	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1506,66	-1506661	-7,31	165,92	16,89	524,34	0,09	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1887,14	-1887138	4,11	155,01	-25,19	525,68	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1868,74	-1868737	-38,10	155,70	-16,54	527,36	0,30	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1525,06	-1525062	42,50	166,08	25,27	524,97	0,33	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1506,66	-1506661	-7,31	165,92	16,89	524,34	0,09	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1887,14	-1887138	4,11	155,01	-25,19	525,68	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1868,74	-1868737	-38,10	155,70	-16,54	527,36	0,30	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1525,06	-1525062	42,50	166,08	25,27	524,97	0,33	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1506,66	-1506661	-7,31	165,92	16,89	524,34	0,09	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1887,14	-1887138	4,11	155,01	-25,19	525,68	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1868,74	-1868737	-38,10	155,70	-16,54	527,36	0,30	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1525,06	-1525062	42,50	166,08	25,27	524,97	0,33	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1506,66	-1506661	-7,31	165,92	16,89	524,34	0,09	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1887,14	-1887138	4,11	155,01	-25,19	525,68	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1868,74	-1868737	-38,10	155,70	-16,54	527,36	0,30	CORRETTO



### 5.2.1.3 Pilastro 192

Il pilastro numero 192 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P1	192	900	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	2	0	710
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	2	0	710
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	616

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
58,15	232,17

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-2387,07	-2387065	35,04	112,34	0,28	392,81	0,34	CORRETTO
SLU1	-2364,40	-2364403	-36,53	113,63	0,06	396,80	0,35	CORRETTO
SLU2	-2244,62	-2244618	32,29	120,06	0,27	416,60	0,29	CORRETTO
SLU2	-2221,96	-2221956	-33,64	121,20	0,05	420,09	0,30	CORRETTO
SLU3	-2236,69	-2236687	32,29	120,46	0,27	417,83	0,29	CORRETTO
SLU3	-2214,03	-2214025	-33,65	121,60	0,05	421,30	0,30	CORRETTO
SIS1X SLV	-1416,67	-1416674	31,57	149,00	52,35	477,16	0,36	CORRETTO
SIS1X SLV	-1399,24	-1399241	-13,13	148,80	34,96	476,49	0,18	CORRETTO
SIS1X SLV	-1672,87	-1672866	11,92	143,58	-51,95	480,96	0,22	CORRETTO



SIS1X SLV	-1655,43	-1655433	-32,14	144,16	-34,91	481,06	0,33	CORRETTO
SIS2X SLV	-1416,67	-1416674	31,57	149,00	52,35	477,16	0,36	CORRETTO
SIS2X SLV	-1399,24	-1399241	-13,13	148,80	34,96	476,49	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-1672,87	-1672866	11,92	143,58	-51,95	480,96	0,22	CORRETTO
SIS2X SLV	-1655,43	-1655433	-32,14	144,16	-34,91	481,06	0,33	CORRETTO
SIS3X SLV	-1416,67	-1416674	31,57	149,00	52,35	477,16	0,36	CORRETTO
SIS3X SLV	-1399,24	-1399241	-13,13	148,80	34,96	476,49	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-1672,87	-1672866	11,92	143,58	-51,95	480,96	0,22	CORRETTO
SIS3X SLV	-1655,43	-1655433	-32,14	144,16	-34,91	481,06	0,33	CORRETTO
SIS4X SLV	-1416,67	-1416674	31,57	149,00	52,35	477,16	0,36	CORRETTO
SIS4X SLV	-1399,24	-1399241	-13,13	148,80	34,96	476,49	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-1672,87	-1672866	11,92	143,58	-51,95	480,96	0,22	CORRETTO
SIS4X SLV	-1655,43	-1655433	-32,14	144,16	-34,91	481,06	0,33	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1374,97	-1374974	45,50	148,48	17,12	475,50	0,38	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1357,54	-1357541	-1,18	148,22	11,31	474,70	0,04	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1714,57	-1714566	-2,01	142,18	-16,71	480,41	0,06	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1697,13	-1697133	-44,09	142,77	-11,26	480,68	0,36	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1374,97	-1374974	45,50	148,48	17,12	475,50	0,38	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1357,54	-1357541	-1,18	148,22	11,31	474,70	0,04	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1714,57	-1714566	-2,01	142,18	-16,71	480,41	0,06	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1697,13	-1697133	-44,09	142,77	-11,26	480,68	0,36	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1374,97	-1374974	45,50	148,48	17,12	475,50	0,38	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1357,54	-1357541	-1,18	148,22	11,31	474,70	0,04	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1714,57	-1714566	-2,01	142,18	-16,71	480,41	0,06	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1697,13	-1697133	-44,09	142,77	-11,26	480,68	0,36	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1374,97	-1374974	45,50	148,48	17,12	475,50	0,38	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1357,54	-1357541	-1,18	148,22	11,31	474,70	0,04	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1714,57	-1714566	-2,01	142,18	-16,71	480,41	0,06	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1697,13	-1697133	-44,09	142,77	-11,26	480,68	0,36	CORRETTO



#### 5.2.1.4 Pilastro 284

Il pilastro numero 284 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P2	284	800	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	2	0	710
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	2	0	710
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	2	0	402
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	616

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
57,61	204,39

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-2136,59	-2136590	35,31	103,86	0,08	320,67	0,37	CORRETTO
SLU1	-2116,45	-2116446	-36,99	105,00	0,10	323,80	0,38	CORRETTO
SLU2	-2010,61	-2010609	32,49	110,75	0,08	339,22	0,32	CORRETTO
SLU2	-1990,47	-1990465	-34,03	111,79	0,09	341,99	0,33	CORRETTO
SLU3	-2002,73	-2002733	32,50	111,16	0,08	340,31	0,32	CORRETTO
SLU3	-1982,59	-1982589	-34,04	112,19	0,09	343,05	0,33	CORRETTO
SIS1X SLV	-1262,30	-1262302	32,18	138,34	35,26	389,01	0,36	CORRETTO
SIS1X SLV	-1246,81	-1246807	-12,38	138,17	21,24	388,49	0,16	CORRETTO
SIS1X SLV	-1504,67	-1504670	11,48	132,45	-35,14	391,93	0,20	CORRETTO



SIS1X SLV	-1489,18	-1489175	-33,33	133,00	-21,13	392,06	0,34	CORRETTO
SIS2X SLV	-1262,30	-1262302	32,18	138,34	35,26	389,01	0,36	CORRETTO
SIS2X SLV	-1246,81	-1246807	-12,38	138,17	21,24	388,49	0,16	CORRETTO
SIS2X SLV	-1504,67	-1504670	11,48	132,45	-35,14	391,93	0,20	CORRETTO
SIS2X SLV	-1489,18	-1489175	-33,33	133,00	-21,13	392,06	0,34	CORRETTO
SIS3X SLV	-1262,30	-1262302	32,18	138,34	35,26	389,01	0,36	CORRETTO
SIS3X SLV	-1246,81	-1246807	-12,38	138,17	21,24	388,49	0,16	CORRETTO
SIS3X SLV	-1504,67	-1504670	11,48	132,45	-35,14	391,93	0,20	CORRETTO
SIS3X SLV	-1489,18	-1489175	-33,33	133,00	-21,13	392,06	0,34	CORRETTO
SIS4X SLV	-1262,30	-1262302	32,18	138,34	35,26	389,01	0,36	CORRETTO
SIS4X SLV	-1246,81	-1246807	-12,38	138,17	21,24	388,49	0,16	CORRETTO
SIS4X SLV	-1504,67	-1504670	11,48	132,45	-35,14	391,93	0,20	CORRETTO
SIS4X SLV	-1489,18	-1489175	-33,33	133,00	-21,13	392,06	0,34	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1227,63	-1227633	47,92	137,93	11,45	387,82	0,41	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1212,14	-1212137	2,24	137,70	6,77	387,22	0,04	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1539,34	-1539340	-4,26	131,20	-11,32	391,08	0,07	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1523,85	-1523845	-47,94	131,76	-6,66	391,74	0,42	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1227,63	-1227633	47,92	137,93	11,45	387,82	0,41	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1212,14	-1212137	2,24	137,70	6,77	387,22	0,04	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1539,34	-1539340	-4,26	131,20	-11,32	391,08	0,07	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1523,85	-1523845	-47,94	131,76	-6,66	391,74	0,42	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1227,63	-1227633	47,92	137,93	11,45	387,82	0,41	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1212,14	-1212137	2,24	137,70	6,77	387,22	0,04	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1539,34	-1539340	-4,26	131,20	-11,32	391,08	0,07	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1523,85	-1523845	-47,94	131,76	-6,66	391,74	0,42	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1227,63	-1227633	47,92	137,93	11,45	387,82	0,41	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1212,14	-1212137	2,24	137,70	6,77	387,22	0,04	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1539,34	-1539340	-4,26	131,20	-11,32	391,08	0,07	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1523,85	-1523845	-47,94	131,76	-6,66	391,74	0,42	CORRETTO



### 5.2.1.5 Pilastro 376

Il pilastro numero 376 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P3	376	700	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	616
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	616
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	4	0	0	616

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
50,02	153,06

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA $\leq 1$	
SLU1	-1889,67	-1889665	35,28	89,38	0,05	235,89	0,43	CORRETTO
SLU1	-1872,04	-1872039	-36,84	90,40	-0,09	238,19	0,44	CORRETTO
SLU2	-1779,95	-1779954	32,44	95,50	0,07	249,46	0,37	CORRETTO
SLU2	-1762,33	-1762328	-33,88	96,43	-0,10	251,48	0,38	CORRETTO
SLU3	-1772,14	-1772137	32,44	95,91	0,07	250,36	0,37	CORRETTO
SLU3	-1754,51	-1754511	-33,88	96,83	-0,10	252,36	0,38	CORRETTO
SIS1X SLV	-1112,01	-1112012	32,54	120,74	21,42	285,94	0,38	CORRETTO
SIS1X SLV	-1098,45	-1098453	-11,79	120,60	14,91	285,57	0,17	CORRETTO
SIS1X SLV	-1337,14	-1337136	10,98	114,80	-21,29	288,00	0,19	CORRETTO



SIS1X SLV	-1323,58	-1323577	-33,65	115,28	-15,07	288,12	0,38	CORRETTO
SIS2X SLV	-1112,01	-1112012	32,54	120,74	21,42	285,94	0,38	CORRETTO
SIS2X SLV	-1098,45	-1098453	-11,79	120,60	14,91	285,57	0,17	CORRETTO
SIS2X SLV	-1337,14	-1337136	10,98	114,80	-21,29	288,00	0,19	CORRETTO
SIS2X SLV	-1323,58	-1323577	-33,65	115,28	-15,07	288,12	0,38	CORRETTO
SIS3X SLV	-1112,01	-1112012	32,54	120,74	21,42	285,94	0,38	CORRETTO
SIS3X SLV	-1098,45	-1098453	-11,79	120,60	14,91	285,57	0,17	CORRETTO
SIS3X SLV	-1337,14	-1337136	10,98	114,80	-21,29	288,00	0,19	CORRETTO
SIS3X SLV	-1323,58	-1323577	-33,65	115,28	-15,07	288,12	0,38	CORRETTO
SIS4X SLV	-1112,01	-1112012	32,54	120,74	21,42	285,94	0,38	CORRETTO
SIS4X SLV	-1098,45	-1098453	-11,79	120,60	14,91	285,57	0,17	CORRETTO
SIS4X SLV	-1337,14	-1337136	10,98	114,80	-21,29	288,00	0,19	CORRETTO
SIS4X SLV	-1323,58	-1323577	-33,65	115,28	-15,07	288,12	0,38	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1084,13	-1084133	48,81	120,42	6,81	285,15	0,47	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1070,57	-1070574	3,80	120,24	4,59	284,73	0,05	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1365,02	-1365015	-5,29	113,78	-6,69	286,55	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1351,46	-1351456	-49,23	114,28	-4,75	287,46	0,49	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1084,13	-1084133	48,81	120,42	6,81	285,15	0,47	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1070,57	-1070574	3,80	120,24	4,59	284,73	0,05	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1365,02	-1365015	-5,29	113,78	-6,69	286,55	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1351,46	-1351456	-49,23	114,28	-4,75	287,46	0,49	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1084,13	-1084133	48,81	120,42	6,81	285,15	0,47	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1070,57	-1070574	3,80	120,24	4,59	284,73	0,05	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1365,02	-1365015	-5,29	113,78	-6,69	286,55	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1351,46	-1351456	-49,23	114,28	-4,75	287,46	0,49	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1084,13	-1084133	48,81	120,42	6,81	285,15	0,47	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1070,57	-1070574	3,80	120,24	4,59	284,73	0,05	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1365,02	-1365015	-5,29	113,78	-6,69	286,55	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1351,46	-1351456	-49,23	114,28	-4,75	287,46	0,49	CORRETTO





### 5.2.1.6 Pilastro 468

Il pilastro numero 468 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P4	468	650	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
38,14	107,92

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-1648,40	-1648402	36,98	73,18	-0,13	211,07	0,55	CORRETTO
SLU1	-1632,04	-1632035	-38,33	74,10	0,14	213,10	0,56	CORRETTO
SLU2	-1554,65	-1554645	34,00	78,21	-0,11	222,14	0,47	CORRETTO
SLU2	-1538,28	-1538278	-35,25	79,03	0,12	223,93	0,49	CORRETTO
SLU3	-1546,89	-1546889	34,00	78,60	-0,11	223,00	0,47	CORRETTO
SLU3	-1530,52	-1530522	-35,25	79,41	0,12	224,77	0,48	CORRETTO
SIS1X SLV	-966,87	-966872	34,66	98,15	15,28	249,44	0,46	CORRETTO
SIS1X SLV	-954,28	-954282	-11,66	98,02	11,53	248,94	0,18	CORRETTO
SIS1X SLV	-1171,97	-1171972	10,93	93,73	-15,40	253,13	0,20	CORRETTO



SIS1X SLV	-1159,38	-1159382	-35,58	94,13	-11,39	253,15	0,46	CORRETTO
SIS2X SLV	-966,87	-966872	34,66	98,15	15,28	249,44	0,46	CORRETTO
SIS2X SLV	-954,28	-954282	-11,66	98,02	11,53	248,94	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-1171,97	-1171972	10,93	93,73	-15,40	253,13	0,20	CORRETTO
SIS2X SLV	-1159,38	-1159382	-35,58	94,13	-11,39	253,15	0,46	CORRETTO
SIS3X SLV	-966,87	-966872	34,66	98,15	15,28	249,44	0,46	CORRETTO
SIS3X SLV	-954,28	-954282	-11,66	98,02	11,53	248,94	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-1171,97	-1171972	10,93	93,73	-15,40	253,13	0,20	CORRETTO
SIS3X SLV	-1159,38	-1159382	-35,58	94,13	-11,39	253,15	0,46	CORRETTO
SIS4X SLV	-966,87	-966872	34,66	98,15	15,28	249,44	0,46	CORRETTO
SIS4X SLV	-954,28	-954282	-11,66	98,02	11,53	248,94	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-1171,97	-1171972	10,93	93,73	-15,40	253,13	0,20	CORRETTO
SIS4X SLV	-1159,38	-1159382	-35,58	94,13	-11,39	253,15	0,46	CORRETTO
SIS1Y SLV	-945,19	-945191	51,28	97,90	4,71	248,58	0,59	CORRETTO
SIS1Y SLV	-932,60	-932601	4,52	97,73	3,73	248,03	0,07	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1193,65	-1193653	-5,69	93,02	-4,83	253,02	0,09	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1181,06	-1181063	-51,77	93,43	-3,58	253,09	0,62	CORRETTO
SIS2Y SLV	-945,19	-945191	51,28	97,90	4,71	248,58	0,59	CORRETTO
SIS2Y SLV	-932,60	-932601	4,52	97,73	3,73	248,03	0,07	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1193,65	-1193653	-5,69	93,02	-4,83	253,02	0,09	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1181,06	-1181063	-51,77	93,43	-3,58	253,09	0,62	CORRETTO
SIS3Y SLV	-945,19	-945191	51,28	97,90	4,71	248,58	0,59	CORRETTO
SIS3Y SLV	-932,60	-932601	4,52	97,73	3,73	248,03	0,07	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1193,65	-1193653	-5,69	93,02	-4,83	253,02	0,09	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1181,06	-1181063	-51,77	93,43	-3,58	253,09	0,62	CORRETTO
SIS4Y SLV	-945,19	-945191	51,28	97,90	4,71	248,58	0,59	CORRETTO
SIS4Y SLV	-932,60	-932601	4,52	97,73	3,73	248,03	0,07	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1193,65	-1193653	-5,69	93,02	-4,83	253,02	0,09	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1181,06	-1181063	-51,77	93,43	-3,58	253,09	0,62	CORRETTO



### 5.2.1.7 Pilastro 560

Il pilastro numero 560 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P5	560	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-1412,32	-1412324	37,53	83,43	0,05	195,79	0,49	CORRETTO
SLU1	-1397,22	-1397216	-38,55	84,12	-0,03	197,26	0,50	CORRETTO
SLU2	-1334,20	-1334198	34,51	86,86	0,07	203,07	0,43	CORRETTO
SLU2	-1319,09	-1319090	-35,45	87,49	-0,04	204,40	0,44	CORRETTO
SLU3	-1326,49	-1326490	34,50	87,18	0,07	203,75	0,43	CORRETTO
SLU3	-1311,38	-1311382	-35,44	87,80	-0,04	205,05	0,44	CORRETTO
SIS1X SLV	-826,20	-826197	35,79	96,36	11,71	214,36	0,47	CORRETTO
SIS1X SLV	-814,58	-814576	-11,08	96,07	9,09	213,81	0,17	CORRETTO
SIS1X SLV	-1009,02	-1009023	10,44	98,24	-11,58	219,78	0,18	CORRETTO



SIS1X SLV	-997,40	-997401	-36,42	98,58	-9,17	219,63	0,45	CORRETTO
SIS2X SLV	-826,20	-826197	35,79	96,36	11,71	214,36	0,47	CORRETTO
SIS2X SLV	-814,58	-814576	-11,08	96,07	9,09	213,81	0,17	CORRETTO
SIS2X SLV	-1009,02	-1009023	10,44	98,24	-11,58	219,78	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-997,40	-997401	-36,42	98,58	-9,17	219,63	0,45	CORRETTO
SIS3X SLV	-826,20	-826197	35,79	96,36	11,71	214,36	0,47	CORRETTO
SIS3X SLV	-814,58	-814576	-11,08	96,07	9,09	213,81	0,17	CORRETTO
SIS3X SLV	-1009,02	-1009023	10,44	98,24	-11,58	219,78	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-997,40	-997401	-36,42	98,58	-9,17	219,63	0,45	CORRETTO
SIS4X SLV	-826,20	-826197	35,79	96,36	11,71	214,36	0,47	CORRETTO
SIS4X SLV	-814,58	-814576	-11,08	96,07	9,09	213,81	0,17	CORRETTO
SIS4X SLV	-1009,02	-1009023	10,44	98,24	-11,58	219,78	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-997,40	-997401	-36,42	98,58	-9,17	219,63	0,45	CORRETTO
SIS1Y SLV	-810,03	-810033	51,99	95,94	3,71	213,60	0,61	CORRETTO
SIS1Y SLV	-798,41	-798411	4,78	95,62	2,93	213,03	0,07	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1025,19	-1025187	-5,76	97,76	-3,58	219,97	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-1013,57	-1013566	-52,27	98,10	-3,01	219,84	0,60	CORRETTO
SIS2Y SLV	-810,03	-810033	51,99	95,94	3,71	213,60	0,61	CORRETTO
SIS2Y SLV	-798,41	-798411	4,78	95,62	2,93	213,03	0,07	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1025,19	-1025187	-5,76	97,76	-3,58	219,97	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-1013,57	-1013566	-52,27	98,10	-3,01	219,84	0,60	CORRETTO
SIS3Y SLV	-810,03	-810033	51,99	95,94	3,71	213,60	0,61	CORRETTO
SIS3Y SLV	-798,41	-798411	4,78	95,62	2,93	213,03	0,07	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1025,19	-1025187	-5,76	97,76	-3,58	219,97	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-1013,57	-1013566	-52,27	98,10	-3,01	219,84	0,60	CORRETTO
SIS4Y SLV	-810,03	-810033	51,99	95,94	3,71	213,60	0,61	CORRETTO
SIS4Y SLV	-798,41	-798411	4,78	95,62	2,93	213,03	0,07	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1025,19	-1025187	-5,76	97,76	-3,58	219,97	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-1013,57	-1013566	-52,27	98,10	-3,01	219,84	0,60	CORRETTO



### 5.2.1.8 Pilastro 652

Il pilastro numero 652 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P6	652	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-1182,31	-1182309	40,08	92,68	-0,13	215,15	0,47	CORRETTO
SLU1	-1167,20	-1167201	-40,61	93,20	0,12	216,22	0,48	CORRETTO
SLU2	-1119,44	-1119439	36,86	94,80	-0,11	219,46	0,42	CORRETTO
SLU2	-1104,33	-1104331	-37,35	95,30	0,11	220,09	0,43	CORRETTO
SLU3	-1111,77	-1111769	36,85	95,06	-0,11	219,96	0,42	CORRETTO
SLU3	-1096,66	-1096661	-37,34	95,54	0,11	220,13	0,43	CORRETTO
SIS1X SLV	-690,39	-690390	38,66	91,84	9,51	206,83	0,51	CORRETTO
SIS1X SLV	-678,77	-678768	-11,13	91,35	8,24	206,07	0,18	CORRETTO
SIS1X SLV	-849,06	-849058	10,72	96,91	-9,62	215,36	0,17	CORRETTO



SIS1X SLV	-837,44	-837436	-38,90	96,64	-8,12	214,85	0,48	CORRETTO
SIS2X SLV	-690,39	-690390	38,66	91,84	9,51	206,83	0,51	CORRETTO
SIS2X SLV	-678,77	-678768	-11,13	91,35	8,24	206,07	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-849,06	-849058	10,72	96,91	-9,62	215,36	0,17	CORRETTO
SIS2X SLV	-837,44	-837436	-38,90	96,64	-8,12	214,85	0,48	CORRETTO
SIS3X SLV	-690,39	-690390	38,66	91,84	9,51	206,83	0,51	CORRETTO
SIS3X SLV	-678,77	-678768	-11,13	91,35	8,24	206,07	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-849,06	-849058	10,72	96,91	-9,62	215,36	0,17	CORRETTO
SIS3X SLV	-837,44	-837436	-38,90	96,64	-8,12	214,85	0,48	CORRETTO
SIS4X SLV	-690,39	-690390	38,66	91,84	9,51	206,83	0,51	CORRETTO
SIS4X SLV	-678,77	-678768	-11,13	91,35	8,24	206,07	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-849,06	-849058	10,72	96,91	-9,62	215,36	0,17	CORRETTO
SIS4X SLV	-837,44	-837436	-38,90	96,64	-8,12	214,85	0,48	CORRETTO
SIS1Y SLV	-679,12	-679123	55,08	91,36	3,00	206,10	0,67	CORRETTO
SIS1Y SLV	-667,50	-667502	4,93	90,85	2,84	205,33	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-860,32	-860324	-5,70	97,15	-3,11	215,81	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-848,70	-848702	-54,96	96,90	-2,72	215,34	0,63	CORRETTO
SIS2Y SLV	-679,12	-679123	55,08	91,36	3,00	206,10	0,67	CORRETTO
SIS2Y SLV	-667,50	-667502	4,93	90,85	2,84	205,33	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-860,32	-860324	-5,70	97,15	-3,11	215,81	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-848,70	-848702	-54,96	96,90	-2,72	215,34	0,63	CORRETTO
SIS3Y SLV	-679,12	-679123	55,08	91,36	3,00	206,10	0,67	CORRETTO
SIS3Y SLV	-667,50	-667502	4,93	90,85	2,84	205,33	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-860,32	-860324	-5,70	97,15	-3,11	215,81	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-848,70	-848702	-54,96	96,90	-2,72	215,34	0,63	CORRETTO
SIS4Y SLV	-679,12	-679123	55,08	91,36	3,00	206,10	0,67	CORRETTO
SIS4Y SLV	-667,50	-667502	4,93	90,85	2,84	205,33	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-860,32	-860324	-5,70	97,15	-3,11	215,81	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-848,70	-848702	-54,96	96,90	-2,72	215,34	0,63	CORRETTO



### 5.2.1.9 Pilastro 744

Il pilastro numero 744 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P7	744	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-956,51	-956513	41,45	98,62	0,01	218,85	0,46	CORRETTO
SLU1	-941,41	-941405	-41,89	98,46	0,10	218,48	0,46	CORRETTO
SLU2	-908,60	-908603	38,14	98,03	0,03	217,54	0,42	CORRETTO
SLU2	-893,50	-893495	-38,55	97,78	0,08	217,05	0,43	CORRETTO
SLU3	-900,95	-900945	38,12	97,91	0,03	217,29	0,42	CORRETTO
SLU3	-885,84	-885837	-38,52	97,65	0,08	216,78	0,43	CORRETTO
SIS1X SLV	-558,05	-558051	40,32	85,28	8,61	197,35	0,57	CORRETTO
SIS1X SLV	-546,43	-546429	-11,05	84,60	6,37	196,44	0,18	CORRETTO
SIS1X SLV	-690,85	-690852	10,75	91,86	-8,54	206,86	0,18	CORRETTO



SIS1X SLV	-679,23	-679231	-40,57	91,37	-6,30	206,10	0,52	CORRETTO
SIS2X SLV	-558,05	-558051	40,32	85,28	8,61	197,35	0,57	CORRETTO
SIS2X SLV	-546,43	-546429	-11,05	84,60	6,37	196,44	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-690,85	-690852	10,75	91,86	-8,54	206,86	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-679,23	-679231	-40,57	91,37	-6,30	206,10	0,52	CORRETTO
SIS3X SLV	-558,05	-558051	40,32	85,28	8,61	197,35	0,57	CORRETTO
SIS3X SLV	-546,43	-546429	-11,05	84,60	6,37	196,44	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-690,85	-690852	10,75	91,86	-8,54	206,86	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-679,23	-679231	-40,57	91,37	-6,30	206,10	0,52	CORRETTO
SIS4X SLV	-558,05	-558051	40,32	85,28	8,61	197,35	0,57	CORRETTO
SIS4X SLV	-546,43	-546429	-11,05	84,60	6,37	196,44	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-690,85	-690852	10,75	91,86	-8,54	206,86	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-679,23	-679231	-40,57	91,37	-6,30	206,10	0,52	CORRETTO
SIS1Y SLV	-551,18	-551184	56,48	84,88	2,87	196,82	0,74	CORRETTO
SIS1Y SLV	-539,56	-539563	4,90	84,20	2,26	195,90	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-697,72	-697719	-5,41	92,14	-2,80	207,30	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-686,10	-686097	-56,52	91,66	-2,19	206,55	0,68	CORRETTO
SIS2Y SLV	-551,18	-551184	56,48	84,88	2,87	196,82	0,74	CORRETTO
SIS2Y SLV	-539,56	-539563	4,90	84,20	2,26	195,90	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-697,72	-697719	-5,41	92,14	-2,80	207,30	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-686,10	-686097	-56,52	91,66	-2,19	206,55	0,68	CORRETTO
SIS3Y SLV	-551,18	-551184	56,48	84,88	2,87	196,82	0,74	CORRETTO
SIS3Y SLV	-539,56	-539563	4,90	84,20	2,26	195,90	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-697,72	-697719	-5,41	92,14	-2,80	207,30	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-686,10	-686097	-56,52	91,66	-2,19	206,55	0,68	CORRETTO
SIS4Y SLV	-551,18	-551184	56,48	84,88	2,87	196,82	0,74	CORRETTO
SIS4Y SLV	-539,56	-539563	4,90	84,20	2,26	195,90	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-697,72	-697719	-5,41	92,14	-2,80	207,30	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-686,10	-686097	-56,52	91,66	-2,19	206,55	0,68	CORRETTO





### 5.2.1.10 Pilastro 836

Il pilastro numero 836 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P8	836	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-734,15	-734146	42,56	93,54	-0,06	209,53	0,50	CORRETTO
SLU1	-719,04	-719038	-42,90	92,98	0,13	208,63	0,50	CORRETTO
SLU2	-700,94	-700942	39,17	92,27	-0,04	207,50	0,46	CORRETTO
SLU2	-685,83	-685834	-39,48	91,65	0,10	206,54	0,47	CORRETTO
SLU3	-693,28	-693284	39,13	91,96	-0,04	207,02	0,46	CORRETTO
SLU3	-678,18	-678176	-39,45	91,32	0,11	206,03	0,47	CORRETTO
SIS1X SLV	-428,43	-428425	41,52	76,73	6,74	186,05	0,63	CORRETTO
SIS1X SLV	-416,80	-416803	-11,10	75,81	4,21	184,39	0,19	CORRETTO
SIS1X SLV	-534,18	-534184	10,92	83,87	-6,76	195,47	0,18	CORRETTO



SIS1X SLV	-522,56	-522563	-41,75	83,16	-4,09	194,54	0,57	CORRETTO
SIS2X SLV	-428,43	-428425	41,52	76,73	6,74	186,05	0,63	CORRETTO
SIS2X SLV	-416,80	-416803	-11,10	75,81	4,21	184,39	0,19	CORRETTO
SIS2X SLV	-534,18	-534184	10,92	83,87	-6,76	195,47	0,18	CORRETTO
SIS2X SLV	-522,56	-522563	-41,75	83,16	-4,09	194,54	0,57	CORRETTO
SIS3X SLV	-428,43	-428425	41,52	76,73	6,74	186,05	0,63	CORRETTO
SIS3X SLV	-416,80	-416803	-11,10	75,81	4,21	184,39	0,19	CORRETTO
SIS3X SLV	-534,18	-534184	10,92	83,87	-6,76	195,47	0,18	CORRETTO
SIS3X SLV	-522,56	-522563	-41,75	83,16	-4,09	194,54	0,57	CORRETTO
SIS4X SLV	-428,43	-428425	41,52	76,73	6,74	186,05	0,63	CORRETTO
SIS4X SLV	-416,80	-416803	-11,10	75,81	4,21	184,39	0,19	CORRETTO
SIS4X SLV	-534,18	-534184	10,92	83,87	-6,76	195,47	0,18	CORRETTO
SIS4X SLV	-522,56	-522563	-41,75	83,16	-4,09	194,54	0,57	CORRETTO
SIS1Y SLV	-425,37	-425369	57,35	76,49	2,28	185,62	0,83	CORRETTO
SIS1Y SLV	-413,75	-413747	4,63	75,57	1,62	183,95	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-537,24	-537240	-4,91	84,06	-2,30	195,72	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-525,62	-525619	-57,48	83,35	-1,50	194,79	0,76	CORRETTO
SIS2Y SLV	-425,37	-425369	57,35	76,49	2,28	185,62	0,83	CORRETTO
SIS2Y SLV	-413,75	-413747	4,63	75,57	1,62	183,95	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-537,24	-537240	-4,91	84,06	-2,30	195,72	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-525,62	-525619	-57,48	83,35	-1,50	194,79	0,76	CORRETTO
SIS3Y SLV	-425,37	-425369	57,35	76,49	2,28	185,62	0,83	CORRETTO
SIS3Y SLV	-413,75	-413747	4,63	75,57	1,62	183,95	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-537,24	-537240	-4,91	84,06	-2,30	195,72	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-525,62	-525619	-57,48	83,35	-1,50	194,79	0,76	CORRETTO
SIS4Y SLV	-425,37	-425369	57,35	76,49	2,28	185,62	0,83	CORRETTO
SIS4Y SLV	-413,75	-413747	4,63	75,57	1,62	183,95	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-537,24	-537240	-4,91	84,06	-2,30	195,72	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-525,62	-525619	-57,48	83,35	-1,50	194,79	0,76	CORRETTO



### 5.2.1.11 Pilastro 928

Il pilastro numero 928 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P9	928	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-514,31	-514308	43,25	82,65	0,01	193,88	0,57	CORRETTO
SLU1	-499,20	-499200	-43,39	81,68	0,11	192,65	0,58	CORRETTO
SLU2	-495,68	-495679	39,84	81,46	0,02	192,36	0,53	CORRETTO
SLU2	-480,57	-480571	-40,01	80,46	0,09	191,11	0,54	CORRETTO
SLU3	-487,98	-487983	39,78	80,95	0,03	191,72	0,54	CORRETTO
SLU3	-472,88	-472875	-39,93	79,94	0,08	190,47	0,54	CORRETTO
SIS1X SLV	-300,75	-300752	42,15	66,07	4,56	165,72	0,73	CORRETTO
SIS1X SLV	-289,13	-289131	-11,18	65,05	1,92	163,63	0,20	CORRETTO
SIS1X SLV	-378,75	-378752	11,15	72,72	-4,48	178,70	0,20	CORRETTO



SIS1X SLV	-367,13	-367130	-42,33	71,75	-1,85	176,88	0,65	CORRETTO
SIS2X SLV	-300,75	-300752	42,15	66,07	4,56	165,72	0,73	CORRETTO
SIS2X SLV	-289,13	-289131	-11,18	65,05	1,92	163,63	0,20	CORRETTO
SIS2X SLV	-378,75	-378752	11,15	72,72	-4,48	178,70	0,20	CORRETTO
SIS2X SLV	-367,13	-367130	-42,33	71,75	-1,85	176,88	0,65	CORRETTO
SIS3X SLV	-300,75	-300752	42,15	66,07	4,56	165,72	0,73	CORRETTO
SIS3X SLV	-289,13	-289131	-11,18	65,05	1,92	163,63	0,20	CORRETTO
SIS3X SLV	-378,75	-378752	11,15	72,72	-4,48	178,70	0,20	CORRETTO
SIS3X SLV	-367,13	-367130	-42,33	71,75	-1,85	176,88	0,65	CORRETTO
SIS4X SLV	-300,75	-300752	42,15	66,07	4,56	165,72	0,73	CORRETTO
SIS4X SLV	-289,13	-289131	-11,18	65,05	1,92	163,63	0,20	CORRETTO
SIS4X SLV	-378,75	-378752	11,15	72,72	-4,48	178,70	0,20	CORRETTO
SIS4X SLV	-367,13	-367130	-42,33	71,75	-1,85	176,88	0,65	CORRETTO
SIS1Y SLV	-300,82	-300821	57,41	66,08	1,65	165,73	0,96	CORRETTO
SIS1Y SLV	-289,20	-289199	4,11	65,06	0,88	163,64	0,08	CORRETTO
SIS1Y SLV	-378,68	-378683	-4,11	72,71	-1,57	178,69	0,07	CORRETTO
SIS1Y SLV	-367,06	-367062	-57,62	71,75	-0,82	176,87	0,88	CORRETTO
SIS2Y SLV	-300,82	-300821	57,41	66,08	1,65	165,73	0,96	CORRETTO
SIS2Y SLV	-289,20	-289199	4,11	65,06	0,88	163,64	0,08	CORRETTO
SIS2Y SLV	-378,68	-378683	-4,11	72,71	-1,57	178,69	0,07	CORRETTO
SIS2Y SLV	-367,06	-367062	-57,62	71,75	-0,82	176,87	0,88	CORRETTO
SIS3Y SLV	-300,82	-300821	57,41	66,08	1,65	165,73	0,96	CORRETTO
SIS3Y SLV	-289,20	-289199	4,11	65,06	0,88	163,64	0,08	CORRETTO
SIS3Y SLV	-378,68	-378683	-4,11	72,71	-1,57	178,69	0,07	CORRETTO
SIS3Y SLV	-367,06	-367062	-57,62	71,75	-0,82	176,87	0,88	CORRETTO
SIS4Y SLV	-300,82	-300821	57,41	66,08	1,65	165,73	0,96	CORRETTO
SIS4Y SLV	-289,20	-289199	4,11	65,06	0,88	163,64	0,08	CORRETTO
SIS4Y SLV	-378,68	-378683	-4,11	72,71	-1,57	178,69	0,07	CORRETTO
SIS4Y SLV	-367,06	-367062	-57,62	71,75	-0,82	176,87	0,88	CORRETTO



### 5.2.1.12 Pilastro 1020

Il pilastro numero 1020 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P10	1020	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-296,22	-296217	43,87	65,67	-0,17	164,91	0,73	CORRETTO
SLU1	-281,11	-281109	-44,33	64,34	0,32	162,17	0,75	CORRETTO
SLU2	-292,03	-292033	40,31	65,31	-0,13	164,15	0,67	CORRETTO
SLU2	-276,93	-276925	-40,57	63,97	0,28	161,40	0,69	CORRETTO
SLU3	-284,30	-284297	40,32	64,63	-0,14	162,76	0,68	CORRETTO
SLU3	-269,19	-269189	-40,66	63,28	0,29	159,96	0,70	CORRETTO
SIS1X SLV	-174,28	-174276	42,20	54,59	2,00	140,91	0,86	CORRETTO
SIS1X SLV	-162,66	-162655	-12,20	53,50	2,44	138,40	0,27	CORRETTO
SIS1X SLV	-224,31	-224306	11,80	59,22	-2,16	151,27	0,23	CORRETTO



SIS1X SLV	-212,69	-212685	-42,25	58,15	-2,05	148,94	0,81	CORRETTO
SIS2X SLV	-174,28	-174276	42,20	54,59	2,00	140,91	0,86	CORRETTO
SIS2X SLV	-162,66	-162655	-12,20	53,50	2,44	138,40	0,27	CORRETTO
SIS2X SLV	-224,31	-224306	11,80	59,22	-2,16	151,27	0,23	CORRETTO
SIS2X SLV	-212,69	-212685	-42,25	58,15	-2,05	148,94	0,81	CORRETTO
SIS3X SLV	-174,28	-174276	42,20	54,59	2,00	140,91	0,86	CORRETTO
SIS3X SLV	-162,66	-162655	-12,20	53,50	2,44	138,40	0,27	CORRETTO
SIS3X SLV	-224,31	-224306	11,80	59,22	-2,16	151,27	0,23	CORRETTO
SIS3X SLV	-212,69	-212685	-42,25	58,15	-2,05	148,94	0,81	CORRETTO
SIS4X SLV	-174,28	-174276	42,20	54,59	2,00	140,91	0,86	CORRETTO
SIS4X SLV	-162,66	-162655	-12,20	53,50	2,44	138,40	0,27	CORRETTO
SIS4X SLV	-224,31	-224306	11,80	59,22	-2,16	151,27	0,23	CORRETTO
SIS4X SLV	-212,69	-212685	-42,25	58,15	-2,05	148,94	0,81	CORRETTO
SIS1Y SLV	-176,74	-176737	56,54	54,82	0,77	141,44	1,13	ERRATO
SIS1Y SLV	-165,12	-165115	2,06	53,73	1,25	138,94	0,05	CORRETTO
SIS1Y SLV	-221,85	-221845	-2,54	58,99	-0,93	150,78	0,05	CORRETTO
SIS1Y SLV	-210,22	-210224	-56,51	57,92	-0,85	148,43	1,07	ERRATO
SIS2Y SLV	-176,74	-176737	56,54	54,82	0,77	141,44	1,13	ERRATO
SIS2Y SLV	-165,12	-165115	2,06	53,73	1,25	138,94	0,05	CORRETTO
SIS2Y SLV	-221,85	-221845	-2,54	58,99	-0,93	150,78	0,05	CORRETTO
SIS2Y SLV	-210,22	-210224	-56,51	57,92	-0,85	148,43	1,07	ERRATO
SIS3Y SLV	-176,74	-176737	56,54	54,82	0,77	141,44	1,13	ERRATO
SIS3Y SLV	-165,12	-165115	2,06	53,73	1,25	138,94	0,05	CORRETTO
SIS3Y SLV	-221,85	-221845	-2,54	58,99	-0,93	150,78	0,05	CORRETTO
SIS3Y SLV	-210,22	-210224	-56,51	57,92	-0,85	148,43	1,07	ERRATO
SIS4Y SLV	-176,74	-176737	56,54	54,82	0,77	141,44	1,13	ERRATO
SIS4Y SLV	-165,12	-165115	2,06	53,73	1,25	138,94	0,05	CORRETTO
SIS4Y SLV	-221,85	-221845	-2,54	58,99	-0,93	150,78	0,05	CORRETTO
SIS4Y SLV	-210,22	-210224	-56,51	57,92	-0,85	148,43	1,07	ERRATO



### 5.2.1.13 Pilastro 1112

Il pilastro numero 1112 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	n.ro Frame	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	Lunghezza [mm]
P11	1112	600	250	3100
n.ro Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. AA [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	3	0	0	462
n.ro Ferri di Parete Mrx				Arm. Inf. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	0	0	0	0
n.ro Ferri Inferiori Mry				Arm. Sup. BB [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri Superiori Mry				Arm. Inf. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308
n.ro Ferri di Parete Mry				Arm. Sup. CC [mmq]
φ10	φ12	φ14	φ16	
0	2	0	0	308

Il copriferro è pari a 3 cm.

I momenti resistenti nelle due direzioni sono i seguenti:

MrdX (Con N=0) [KNm]	MrdY (Con N=0) [KNm]
37,91	98,90

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a momento flettente svolte sul pilastro:

COMB.	N [KN]	N*1000 [MN]	Med X [KNm]	Mrd X [KNm]	Med Y [KNm]	Mrd Y [KNm]	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-78,22	-78217	42,51	45,47	0,38	118,97	1,02	ERRATO
SLU1	-63,11	-63109	-40,73	44,02	0,39	115,27	1,01	ERRATO
SLU2	-88,66	-88660	39,81	46,48	0,34	121,48	0,94	CORRETTO
SLU2	-73,55	-73551	-39,27	45,03	0,30	117,84	0,95	CORRETTO
SLU3	-80,76	-80762	39,36	45,72	0,36	119,58	0,94	CORRETTO
SLU3	-65,65	-65654	-38,18	44,26	0,32	115,90	0,94	CORRETTO
SIS1X SLV	-48,41	-48411	43,60	42,60	1,78	111,50	1,13	ERRATO
SIS1X SLV	-36,79	-36789	-5,50	41,48	0,99	108,50	0,15	CORRETTO
SIS1X SLV	-69,43	-69432	9,18	44,63	-1,26	116,83	0,24	CORRETTO



SIS1X SLV	-57,81	-57810	-45,83	43,51	-0,65	113,93	1,15	ERRATO
SIS2X SLV	-48,41	-48411	43,60	42,60	1,78	111,50	1,13	ERRATO
SIS2X SLV	-36,79	-36789	-5,50	41,48	0,99	108,50	0,15	CORRETTO
SIS2X SLV	-69,43	-69432	9,18	44,63	-1,26	116,83	0,24	CORRETTO
SIS2X SLV	-57,81	-57810	-45,83	43,51	-0,65	113,93	1,15	ERRATO
SIS3X SLV	-48,41	-48411	43,60	42,60	1,78	111,50	1,13	ERRATO
SIS3X SLV	-36,79	-36789	-5,50	41,48	0,99	108,50	0,15	CORRETTO
SIS3X SLV	-69,43	-69432	9,18	44,63	-1,26	116,83	0,24	CORRETTO
SIS3X SLV	-57,81	-57810	-45,83	43,51	-0,65	113,93	1,15	ERRATO
SIS4X SLV	-48,41	-48411	43,60	42,60	1,78	111,50	1,13	ERRATO
SIS4X SLV	-36,79	-36789	-5,50	41,48	0,99	108,50	0,15	CORRETTO
SIS4X SLV	-69,43	-69432	9,18	44,63	-1,26	116,83	0,24	CORRETTO
SIS4X SLV	-57,81	-57810	-45,83	43,51	-0,65	113,93	1,15	ERRATO
SIS1Y SLV	-52,54	-52537	59,17	43,00	1,05	112,57	1,51	ERRATO
SIS1Y SLV	-40,92	-40915	12,77	41,88	0,50	109,57	0,34	CORRETTO
SIS1Y SLV	-65,31	-65306	-6,39	44,23	-0,52	115,81	0,16	CORRETTO
SIS1Y SLV	-53,68	-53684	-64,10	43,11	-0,16	112,86	1,62	ERRATO
SIS2Y SLV	-52,54	-52537	59,17	43,00	1,05	112,57	1,51	ERRATO
SIS2Y SLV	-40,92	-40915	12,77	41,88	0,50	109,57	0,34	CORRETTO
SIS2Y SLV	-65,31	-65306	-6,39	44,23	-0,52	115,81	0,16	CORRETTO
SIS2Y SLV	-53,68	-53684	-64,10	43,11	-0,16	112,86	1,62	ERRATO
SIS3Y SLV	-52,54	-52537	59,17	43,00	1,05	112,57	1,51	ERRATO
SIS3Y SLV	-40,92	-40915	12,77	41,88	0,50	109,57	0,34	CORRETTO
SIS3Y SLV	-65,31	-65306	-6,39	44,23	-0,52	115,81	0,16	CORRETTO
SIS3Y SLV	-53,68	-53684	-64,10	43,11	-0,16	112,86	1,62	ERRATO
SIS4Y SLV	-52,54	-52537	59,17	43,00	1,05	112,57	1,51	ERRATO
SIS4Y SLV	-40,92	-40915	12,77	41,88	0,50	109,57	0,34	CORRETTO
SIS4Y SLV	-65,31	-65306	-6,39	44,23	-0,52	115,81	0,16	CORRETTO
SIS4Y SLV	-53,68	-53684	-64,10	43,11	-0,16	112,86	1,62	ERRATO





## 5.2.2 Verifiche Taglio

La verifica di resistenza a taglio di un elemento è soddisfatta se:

$$V_{Rd} > V_{Ed}^*$$

Dove:

$V_{Rd}$  è il taglio resistente di calcolo;

$V_{Ed}^*$  è il taglio agente sovraresistente, che non è ricavato dall'analisi agli elementi finiti tramite il software SAP2000, ma è calcolato nel modo seguente:

$$V_{Ed}^* = \left( \frac{M_{Rd,sup} + M_{Rd,inf}}{l_{pil}} \right)$$

Dove:

$M_{Rd,sup}$  è il momento resistente della sezione superiore del pilastro;

$M_{Rd,inf}$  è il momento resistente della sezione inferiore del pilastro;

$l_{pil}$  è l'altezza netta del pilastro.

Il taglio resistente è calcolato nel modo seguente:

$$V_{Rd} = \text{MIN}(V_{Rd,C}; V_{Rd,S})$$

Dove:

$V_{Rd,C}$  è il taglio resistente a compressione, in riferimento al calcestruzzo d'anima;

$V_{Rd,S}$  è il taglio resistente a trazione, in riferimento all'armatura trasversale.

Queste azioni sono calcolate nel modo seguente:

$$V_{Rd,C} = 0,9 * d * b_w * \alpha_c * f'_{cd} * \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)}$$

$$V_{Rd,S} = 0,9 * d * \frac{A_{sw}}{s} * f_{yd} * (\cot \alpha + \cot \theta) * \sin \alpha$$

Dove:

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale;

$s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;

$f_{yd}$  è la resistenza di calcolo dell'acciaio d'armatura;

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse del pilastro;

$\theta$  è l'angolo di inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse del pilastro, determinato attraverso la seguente relazione, che deriva dall'imporre il cedimento simultaneo delle bielle di calcestruzzo e delle staffe, uguagliando  $V_{Rsd}$  (resistenza di calcolo a "taglio trazione", formula 4.1.18 NTC2008) e  $V_{Rcd}$  resistenza di calcolo a "taglio compressione", formula 4.1.19 NTC2008):



$$\cot \theta = \sqrt{\frac{b_w * \alpha_c * f'_{cd}}{\frac{A_{sw}}{s} * f_{yd} * \sin \alpha}} - 1$$

Se il valore di  $\cot \theta$  è compreso tra 1 e 2,5, il taglio resistente è calcolato come il  $\text{MIN}(V_{Rd,C}; V_{Rd,S})$ .

Se il valore di  $\cot \theta$  è maggiore di 2,5, significa che il collasso avviene lato acciaio con bielle compresse integre. In questo caso il taglio resistente è calcolato con la formula del "taglio trazione" con  $\cot \theta$  pari a 2,5.

$b_w$  è la larghezza minima della sezione;

$f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 * f_{cd}$ );

$\alpha_c$  è un coefficiente amplificativo pari a:

- 1, per membrane non compresse;
- $1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ , per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$ ;
- 1,25, per  $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$ ;
- $2,5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ , per  $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$ ;

$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$f_{cd}$  è la resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo.



Nei paragrafi seguenti sono esplicitate le verifiche a taglio per le colonne della pilastrata più sollecitata.

### 5.2.2.1 Pilastro 8

Il pilastro numero 8 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
PC	8	207	957	1000	250	2	2	6	125	14	113,04	2840

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,90	2,5	109,36	103,18

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrds [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	610,22	1000	1220,45	164,86	610,22	80,82	351,52	56,91	247,55	CORRETTO	CORRETTO

### 5.2.2.2 Pilastro 101

Il pilastro numero 101 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
PR	101	207	907	950	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	4,25	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrds [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	578,34	1000	1156,68	164,86	578,34	69,98	292,77	45,15	188,88	CORRETTO	CORRETTO



### 5.2.2.3 Pilastro 192

Il pilastro numero 192 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P1	192	207	857	900	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	4,13	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrds [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	546,46	1000	1092,92	164,86	546,46	58,15	232,17	37,51	149,79	CORRETTO	CORRETTO

### 5.2.2.4 Pilastro 284

Il pilastro numero 284 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P2	284	207	757	800	250	2	2	6	125	14	P2	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,88	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrds [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	482,70	1000	965,39	164,86	482,70	57,61	204,39	37,17	131,87	CORRETTO	CORRETTO



### 5.2.2.5 Pilastro 376

Il pilastro numero 376 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P3	376	207	657	700	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,61	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrds [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	418,93	1000	837,86	164,86	418,93	50,02	153,06	32,27	98,75	CORRETTO	CORRETTO

### 5.2.2.6 Pilastro 468

Il pilastro numero 468 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P4	468	207	607	650	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,47	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrds [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	387,05	1000	774,10	164,86	387,05	43,59	123,99	28,12	80,00	CORRETTO	CORRETTO



### 5.2.2.7 Pilastro 560

Il pilastro numero 560 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P5	560	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO

### 5.2.2.8 Pilastro 652

Il pilastro numero 652 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P6	652	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO



### 5.2.2.9 Pilastro 744

Il pilastro numero 744 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P7	744	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO

### 5.2.2.10 Pilastro 836

Il pilastro numero 836 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P8	836	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrds [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO



### 5.2.2.11 Pilastro 928

Il pilastro numero 928 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P9	928	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrdsd [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO

### 5.2.2.12 Pilastro 1020

Il pilastro numero 1020 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P10	1020	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrdsd [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO





### 5.2.2.13 Pilastro 1112

Il pilastro numero 101 presenta le seguenti caratteristiche geometriche e di armatura:

Piano	Framme	dx [mm]	dy [mm]	Dim A (x) [mm]	Dim B (y) [mm]	n.ro staffe	n.ro braccia	φ staffe	Passo staffe [mm]	φ longitud.	Asw [mmq]	Altezza [mm]
P11	1112	207	557	600	250	2	2	6	125	14	113,04	3100

Il copriferro è pari a 30 mm.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le grandezze utilizzate per calcolare la Ctgθ:

α staffe [°]	Senα	Cosα	Ctgα	ac	Ctgθ X	Ctgθ Y	Ctgθ Reale X	Ctgθ Reale Y
90	1	0	0	1	3,32	2,00	2,5	2,00

Nella tabella seguente sono riportate tutte le verifiche a taglio svolte sul pilastro:

Vrsd [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
X	Y	X	Y							X	Y
164,86	355,17	1000	710,33	164,86	355,17	37,91	98,90	24,46	63,81	CORRETTO	CORRETTO

## 5.3 Verifiche Nodi Travi-Pilastro

La gerarchia delle resistenze impone che le cerniere plastiche si debbano formare prima alle estremità delle travi e solo successivamente alle estremità dei pilastri. Affinché questo accada è necessario che le colonne resistano ai momenti resistenti delle travature. Tale condizione si consegue qualora, per ogni nodo trave-pilastro ed ogni direzione e verso dell'azione sismica, la resistenza complessiva dei pilastri sia maggiore della resistenza complessiva delle travi amplificata del coefficiente  $\gamma_{Rd}$ , in accordo con la formula:

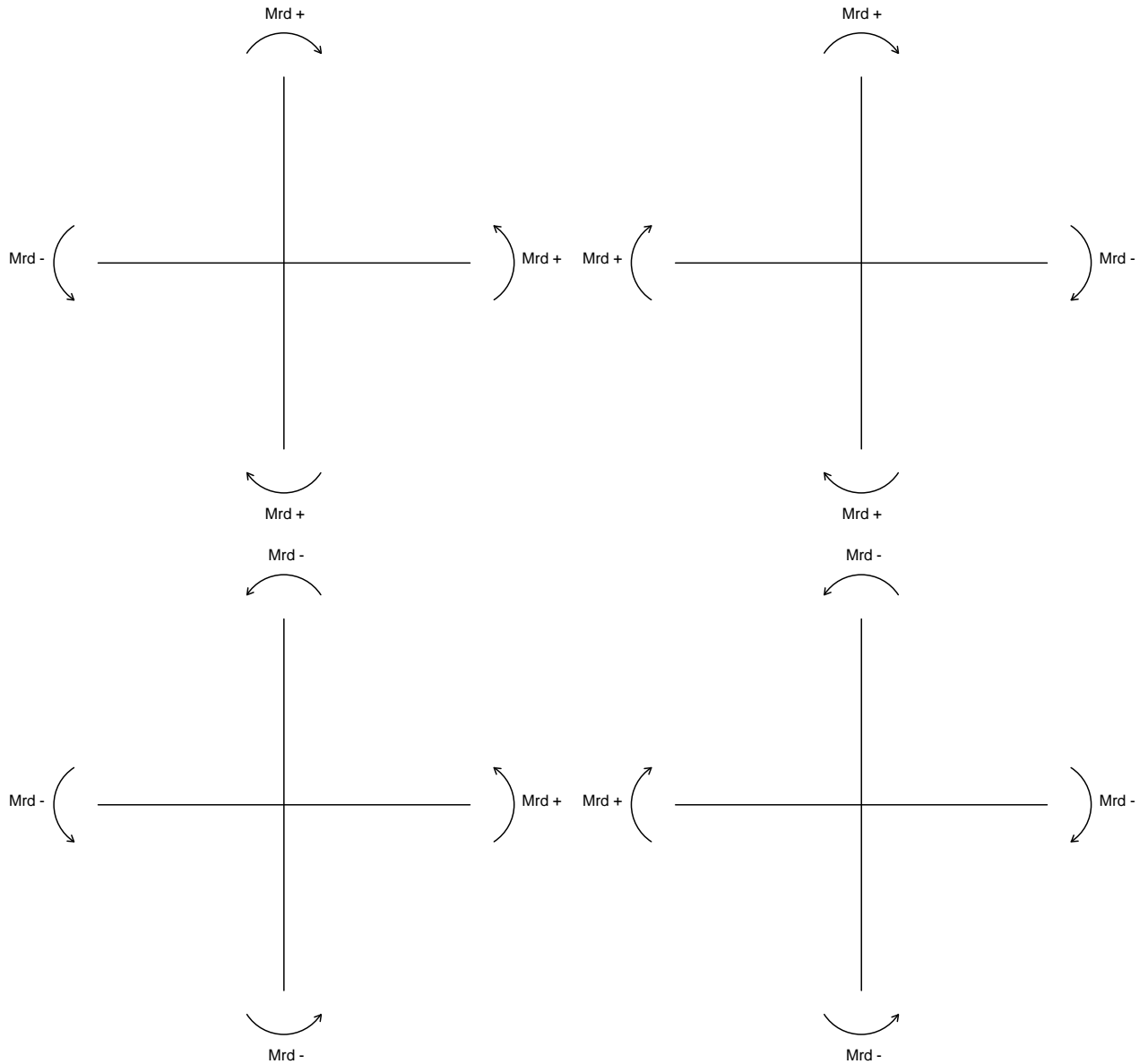
$$\sum M_{Rd,Pilastro} \geq \sum \gamma_{Rd} * M_{Rd,Trave} \text{ Se i Momenti sono concordi}$$

$$\sum M_{Rd,Pilastro Inf.} \geq \sum \gamma_{Rd} * (M_{Rd,Trave} + M_{Rd,Pilastro Sup.}) \text{ Se i Momenti sono discordi}$$

Essendo presenti combinazione sismiche in cui i momenti sono concordi e combinazioni in cui i momenti sono discordi, è necessario effettuare per ogni nodo entrambe le verifiche.

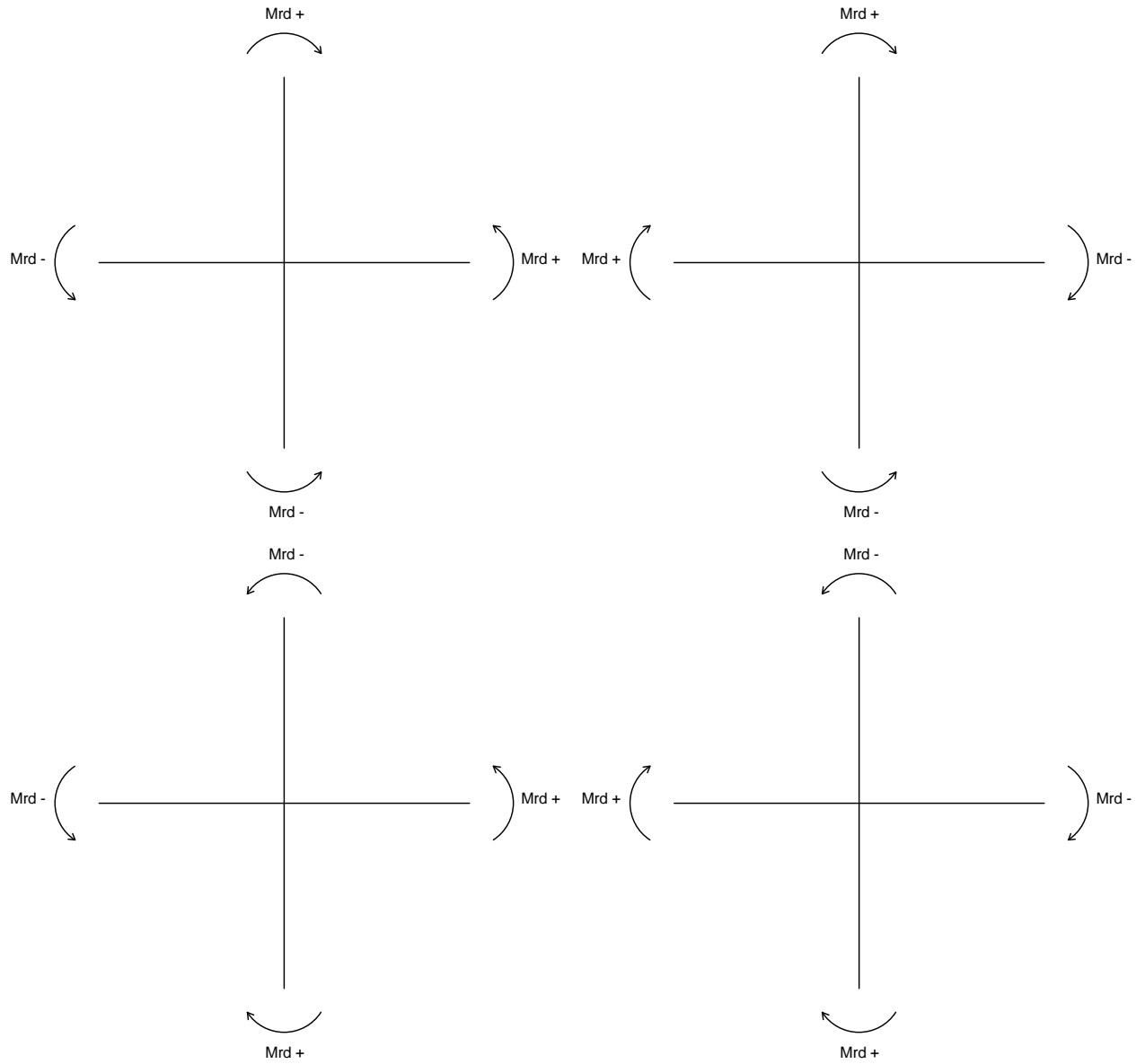
Gli schemi da seguire nel caso di un pilastro tipo sono i seguenti:

### MOMENTI CONCORDI



**Figura 46** Possibili combinazioni dei momenti concordi

### MOMENTI DISCORDI



**Figura 47** Possibili combinazioni dei momenti discordi



Nei paragrafi seguenti sono esplicitate le verifiche dei nodi travi-colonna della pilastrata più sollecitata.

### 5.3.1 Nodo Travi Pilastro PT

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
8	101	46	47
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
80,82	80,82	351,52	351,52
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
69,98	69,98	292,77	292,77
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	150,80	211,69	ERRATO
2	150,80	211,69	ERRATO
3	150,80	211,69	ERRATO
4	150,80	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	80,82	288,67	ERRATO
2	80,82	288,67	ERRATO
3	80,82	288,67	ERRATO
4	80,82	288,67	ERRATO



### 5.3.2 Nodo Travi Pilastro PR

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
101	192	139	140
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
69,98	69,98	292,77	292,77
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
58,15	58,15	232,17	232,17
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	128,13	211,69	ERRATO
2	128,13	211,69	ERRATO
3	128,13	211,69	ERRATO
4	128,13	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	69,98	275,65	ERRATO
2	69,98	275,65	ERRATO
3	69,98	275,65	ERRATO
4	69,98	275,65	ERRATO



### 5.3.3 Nodo Travi Pilastro P1

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
192	284	230	231
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
58,15	58,15	232,17	232,17
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
57,61	57,61	204,39	204,39
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	115,76	211,69	ERRATO
2	115,76	211,69	ERRATO
3	115,76	211,69	ERRATO
4	115,76	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	58,15	275,06	ERRATO
2	58,15	275,06	ERRATO
3	58,15	275,06	ERRATO
4	58,15	275,06	ERRATO



### 5.3.4 Nodo Travi Pilastro P2

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
284	376	322	323
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
57,61	57,61	204,39	204,39
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
50,02	50,02	153,06	153,06
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	107,63	211,69	ERRATO
2	107,63	211,69	ERRATO
3	107,63	211,69	ERRATO
4	107,63	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	57,61	266,71	ERRATO
2	57,61	266,71	ERRATO
3	57,61	266,71	ERRATO
4	57,61	266,71	ERRATO



### 5.3.5 Nodo Travi Pilastro P3

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
376	468	414	415
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
50,02	50,02	153,06	153,06
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
38,14	38,14	107,92	107,92
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	88,16	211,69	ERRATO
2	88,16	211,69	ERRATO
3	88,16	211,69	ERRATO
4	88,16	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	50,02	253,64	ERRATO
2	50,02	253,64	ERRATO
3	50,02	253,64	ERRATO
4	50,02	253,64	ERRATO





### 5.3.6 Nodo Travi Pilastro P4

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
468	560	506	507
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
38,14	38,14	107,92	107,92
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	76,05	211,69	ERRATO
2	76,05	211,69	ERRATO
3	76,05	211,69	ERRATO
4	76,05	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	38,14	253,39	ERRATO
2	38,14	253,39	ERRATO
3	38,14	253,39	ERRATO
4	38,14	253,39	ERRATO



### 5.3.7 Nodo Travi Pilastro P5

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
560	652	598	599
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	75,82	211,69	ERRATO
2	75,82	211,69	ERRATO
3	75,82	211,69	ERRATO
4	75,82	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	253,39	ERRATO
2	37,91	253,39	ERRATO
3	37,91	253,39	ERRATO
4	37,91	253,39	ERRATO



### 5.3.8 Nodo Travi Pilastro P6

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
652	744	690	691
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	75,82	211,69	ERRATO
2	75,82	211,69	ERRATO
3	75,82	211,69	ERRATO
4	75,82	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	253,39	ERRATO
2	37,91	253,39	ERRATO
3	37,91	253,39	ERRATO
4	37,91	253,39	ERRATO



### 5.3.9 Nodo Travi Pilastro P7

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
744	836	782	783
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	75,82	211,69	ERRATO
2	75,82	211,69	ERRATO
3	75,82	211,69	ERRATO
4	75,82	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	253,39	ERRATO
2	37,91	253,39	ERRATO
3	37,91	253,39	ERRATO
4	37,91	253,39	ERRATO



### 5.3.10 Nodo Travi Pilastro P8

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
836	928	874	875
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	75,82	211,69	ERRATO
2	75,82	211,69	ERRATO
3	75,82	211,69	ERRATO
4	75,82	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	253,39	ERRATO
2	37,91	253,39	ERRATO
3	37,91	253,39	ERRATO
4	37,91	253,39	ERRATO



5.3.11 Nodo Travi Pilastro P9

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
928	1020	966	967
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	75,82	211,69	ERRATO
2	75,82	211,69	ERRATO
3	75,82	211,69	ERRATO
4	75,82	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	253,39	ERRATO
2	37,91	253,39	ERRATO
3	37,91	253,39	ERRATO
4	37,91	253,39	ERRATO



5.3.12 Nodo Travi Pilastro P10

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
1020	1112	1058	1059
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
78,94	-113,51	78,94	-113,51
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	75,82	211,69	ERRATO
2	75,82	211,69	ERRATO
3	75,82	211,69	ERRATO
4	75,82	211,69	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	253,39	ERRATO
2	37,91	253,39	ERRATO
3	37,91	253,39	ERRATO
4	37,91	253,39	ERRATO



### 5.3.13 Nodo Travi Pilastro P11

n.ro Frame			
Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.
1112	/	1150	1152
Sezioni Pilastri Inferiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
37,91	37,91	98,90	98,90
Sezioni Pilastri Superiori			
Mrd + X [KNm]	Mrd - X [KNm]	Mrd + Y [KNm]	Mrd - Y [KNm]
/	/	/	/
Sezione AA Trave Sinistra		Sezione AA Trave Destra	
Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]	Mrd + [KNm]	Mrd - [KNm]
111,83	-171,10	111,83	-171,10
Momenti Concordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	311,22	ERRATO
2	37,91	311,22	ERRATO
3	37,91	311,22	ERRATO
4	37,91	311,22	ERRATO
Momenti Discordi			
COMBINAZIONE	$\sum MC, Rd$ [KNm]	$\sum MT, Rd$ [KNm]	VERIFICA
1	37,91	311,22	ERRATO
2	37,91	311,22	ERRATO
3	37,91	311,22	ERRATO
4	37,91	311,22	ERRATO





## 5.4 Ripilogo Verifiche

Di seguito è riportato un riepilogo delle verifiche svolte sugli elementi strutturali:

### 5.4.1 Riepilogo Verifiche Pilastrri

#### 5.4.1.1 Pressoflessione

PRESSO FLESSIONE		PIANO													
		PT		PR		P1		P2		P3		P4		P5	
		FRAME 8		FRAME 101		FRAME 192		FRAME 284		FRAME 376		FRAME 468		FRAME 560	
COMBINAZIONE		0 m	2,84 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m
1	SLU 1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



PRESSO FLESSIONE		PIANO											
		P6		P7		P8		P9		P10		P11	
		FRAME 652		FRAME 744		FRAME 836		FRAME 928		FRAME 1020		FRAME 1112	
COMBINAZIONE		0 m	2,84 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m	0 m	3,1 m
1	SLU 1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO

### 5.4.1.2 Taglio

TAGLIO	PIANO													
	PT		PR		P1		P2		P3		P4		P5	
	FRAME 8		FRAME 101		FRAME 192		FRAME 284		FRAME 376		FRAME 468		FRAME 560	
DIREZIONE	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
VERIFICA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

TAGLIO	PIANO											
	P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	FRAME 652		FRAME 744		FRAME 836		FRAME 928		FRAME 1020		FRAME 1112	
DIREZIONE	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
VERIFICA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



## 5.4.2 Riepilogo Verifiche Travi

### 5.4.2.1 Momento Flettente

MOMENTO FLETTENTE		TRAVI														
		FRAME 46			FRAME 47			FRAME 139			FRAME 140			FRAME 230		
COMBINAZIONE		AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC
1	SLU 1	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

MOMENTO FLETTENTE		TRAVI														
		FRAME 231			FRAME 322			FRAME 323			FRAME 414			FRAME 415		
COMBINAZIONE		AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC
1	SLU 1	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

MOMENTO FLETTENTE		TRAVI														
		FRAME 506			FRAME 507			FRAME 598			FRAME 599			FRAME 690		
COMBINAZIONE		AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC
1	SLU 1	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

MOMENTO FLETTENTE		TRAVI														
		FRAME 691			FRAME 782			FRAME 783			FRAME 874			FRAME 875		
COMBINAZIONE		AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC
1	SLU 1	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

MOMENTO FLETTENTE	COMBINAZIONE	TRAVI																	
		FRAME 966			FRAME 967			FRAME 1058			FRAME 1059			FRAME 1150			FRAME 1151		
		AA	BB	CC	AA	BB	AA	BB	CC	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC
1	SLU 1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SLU 2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SLU 3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SISMA X1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SISMA X2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SISMA X3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SISMA X4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SISMA Y1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
14	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SISMA Y2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17	SISMA Y3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
18	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
19	SISMA Y4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



### 5.4.2.2 Taglio

TAGLIO	TRAVI													
	FRAME 46		FRAME 47		FRAME 139		FRAME 140		FRAME 230		FRAME 231		FRAME 322	
DIREZIONE	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
VERIFICA	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO

TAGLIO	TRAVI													
	FRAME 323		FRAME 414		FRAME 415		FRAME 506		FRAME 507		FRAME 598		FRAME 599	
DIREZIONE	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
VERIFICA	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO

TAGLIO	TRAVI													
	FRAME 690		FRAME 691		FRAME 782		FRAME 783		FRAME 874		FRAME 874		FRAME 966	
DIREZIONE	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
VERIFICA	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO

TAGLIO	TRAVI									
	FRAME 967		FRAME 1058		FRAME 1059		FRAME 1150		FRAME 1151	
DIREZIONE	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
VERIFICA	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI

### 5.4.3 Riepilogo Verifiche Nodi Travi-Pilastro

VERIFICA AI NODI	PIANO													
	PT		PR		P1		P2		P3		P4		P5	
	FRAME 8		FRAME 101		FRAME 192		FRAME 284		FRAME 376		FRAME 468		FRAME 560	
COMB.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.
1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO



VERIFICA AI NODI	PIANO											
	P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	FRAME 652		FRAME 744		FRAME 836		FRAME 928		FRAME 1020		FRAME 1112	
COMB.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.	CONC.	DISC.
1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Come è possibile notare nelle tabelle di riepilogo, per quanto riguarda le verifiche a momento flettente, le travature presentano pochissimi problemi: solo alcune combinazioni statiche ai piani inferiori risultano non soddisfatte. Presentano invece diversi problemi le verifiche a taglio: le staffe, infatti, possiedono un diametro molto ridotto ( $\Phi 6$ ) e sono disposte a passo molto ampio (250 mm).

La situazione dei pilastri è, invece, diametralmente opposta: le verifiche a taglio risultano tutte soddisfatte. I problemi sono presenti nelle verifiche a pressoflessione agli ultimi due piani. Infatti, in quelle posizioni, le colonne ricevono poca azione assiale, per cui i momenti resistenti nelle due direzioni diminuiscono. Inoltre, ai piani superiori, le sezioni sono nettamente inferiori, in termini di rigidità, rispetto a quelle alla base dell'edificio.

La situazione in assoluto peggiore si riscontra nelle verifiche al Capacity Design ai nodi, sia nel caso di Momenti Concordi che nel caso di Momenti Discordi: nessuna verifica, infatti, risulta soddisfatta. In realtà la normativa prescrive questo tipo di verifica solo per edifici di nuova costruzione e non per costruzioni esistenti; per cui la situazione non desta particolare preoccupazione.

L'edificio, nella sua totalità, non presenta una situazione di malessere così estesa come si supponeva, principalmente a causa della strana forma, prima di dare inizio alle operazioni di verifica. E' necessario, però, svolgere un'azione di controllo più generale ed estesa. Eventualmente si potranno considerare alcuni interventi di rinforzo, in modo da rendere pienamente soddisfatte tutte le verifiche



## 6 Analisi di Sensibilità del Fattore di Struttura

Le verifiche svolte sugli elementi della pilastrata più sollecitata, riportate nel capitolo 5, si sono rivelate molto utili nel comprendere il comportamento dell'edificio.

Le verifiche a taglio e a momento flettente nelle travi sono quasi totalmente soddisfatte; risultano essere, invece, parzialmente insoddisfatte le verifiche a pressoflessione nei pilastri, per quanto concerne alcune combinazioni sismiche degli ultimi due piani, e la verifica a capacity design di bilancio ai nodi, per ciò che concerne la casistica sia dei momenti discordi che concordi.

Sebbene questi risultati siano indice di un comportamento globalmente accettabile dell'edificio si è deciso di estendere il campo delle verifiche in maniera molto più ampia, per comprendere, più approfonditamente, il comportamento generale della struttura. Infatti, molto spesso, il pilastro in fondazione che presenta i momenti agenti più elevati e l'azione assiale minore, può non essere il più sollecitato. E' per questo motivo che è necessario controllare ogni colonna.

In particolare, è stato deciso di concentrare l'attenzione sulla verifica a pressoflessione. Essa è ritenuta la più significativa fra tutte: i pilastri, infatti, sono gli elementi gerarchicamente più importanti.

In secondo luogo, si è deciso di valutare quale sia l'influenza del fattore di struttura  $q$  sull'andamento di tali verifiche; fin da subito si è notato quanto tale fattore incida sui risultati. Del resto, tutto ciò trova spiegazione nel fatto che il fattore  $q$  è un indice di quanto la struttura sia in grado di assorbire le azioni sismiche attraverso la sua duttilità: ad un suo aumento corrisponde una diminuzione delle azioni agenti, e quindi un aumento del numero di verifiche soddisfatte. Questo comporta, però anche, un aumento dei danni all'edificio in caso di sisma.

Dunque si è scelto di verificare a pressoflessione deviata tutti i pilastri di tutti i piani dell'edificio secondo cinque valori diversi di  $q$ : 1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 – 3,0. Tale scala di valori è stata scelta in funzione del campo di variazione del fattore  $q$  per edifici esistenti in c.a., come stabilito nel paragrafo C8.7.2.4 della Circolare di applicazione delle NTC 2008. La circolare stabilisce che, per costruzioni esistenti in c.a.,  $q$  possa variare tra 1,5 e 3; si è scelto tuttavia di analizzare anche il valore uno perché ritenuto significativo per lo scopo.





## 6.1 Descrizione del Foglio di Calcolo per le Verifiche

### 6.1.1 Funzione VsezRettSLU

Le verifiche da svolgere su ogni elemento dell'edificio esaminato sono le seguenti:

- Verifica a pressoflessione per tutti i pilastri della costruzione;
- Verifica a taglio per tutti i pilastri della costruzione;
- Verifica a momento flettente delle travi confluenti nella pilastrata più sollecitata;
- Verifica a taglio delle travi confluenti nella pilastrata più sollecitata;
- Verifica ai nodi travi – pilastri della pilastrata più sollecitata.

Considerando tutte le combinazioni di carico previste dalla NTC08, solo per la verifica a pressoflessione della pilastrata più sollecitata è necessario il calcolo di 507 Momenti Resistenti in direzione X e 507 Momenti Resistenti in direzione Y (38 combinazioni per 13 piani per 2 direzioni). Il totale su tutto l'edificio, per le sole verifiche dei pilastri a pressoflessione, è pari a 17784. Inoltre è necessario svolgere questi calcoli per cinque batterie di dati (i cinque fattori di struttura utilizzati: 1, 1,5, 2, 2,5, 3).

Inizialmente il metodo impiegato era il seguente: attraverso il software "Verifica C.A. S.L.U." progettato dal professor Piero Gelfi si calcolano i momenti resistenti nelle direzioni X e Y inserendo volta per volta i valori di:

- Geometria della sezione;
- Quantità e posizione dei ferri di armatura;
- Cls e acciaio utilizzato (C25/30 e B450C);
- Azione assiale agente (fornita dall'analisi agli elementi finiti del software SAP2000).

Le due figure seguenti rappresentano le analisi svolte per il frame 34 (Piano PC della Pilastrata P10, la più sollecitata) nelle due direzioni:

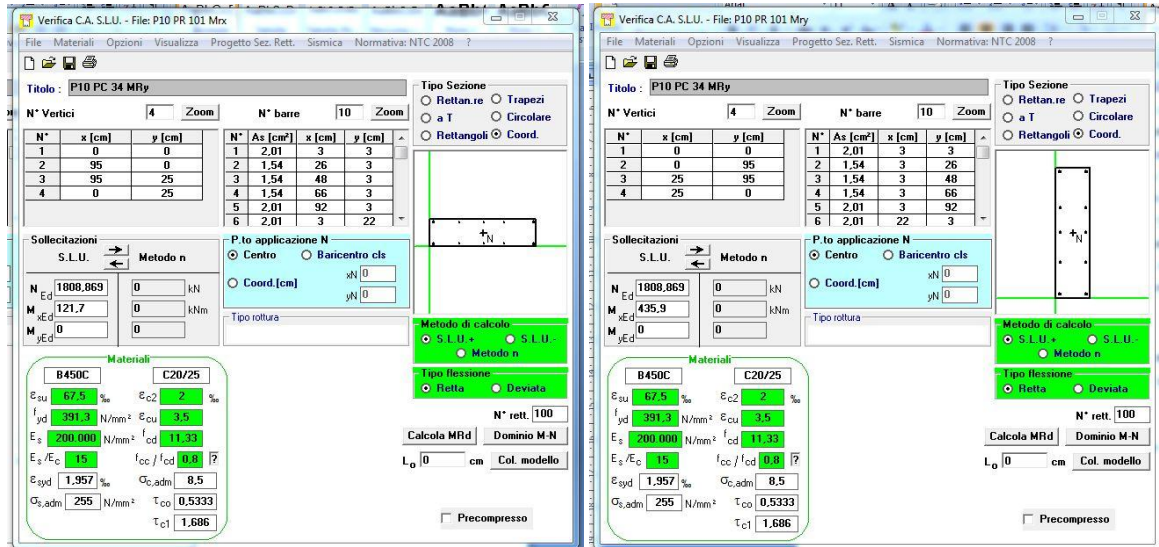


Figura 48 Calcolo dei momenti resistenti con il software V.C.A.S.L.U.

I valori calcolati sono inseriti, sempre manualmente, all'interno di un foglio Excel, in seguito parzialmente riutilizzato, che in automatico, tramite la funzione "If...Then", verifica che la seguente disequazione sia soddisfatta:

$$\left( \frac{M_{Ed,X}}{M_{Rd,X}(N)} \right)^\alpha + \left( \frac{M_{Ed,Y}}{M_{Rd,Y}(N)} \right)^\alpha \leq 1$$

Per la verifica a momento flettente delle travature la metodologia è diversa ma altrettanto lenta e macchinosa. Si inseriscono in un file Excel i valori di:

- Geometria della sezione;
- Quantità e posizione dei ferri di armatura;
- CIs e acciaio utilizzato (C25/30 e B450C);

In automatico il foglio di calcolo, attraverso delle funzioni, crea il dominio Momento – Azione Assiale, che dipende solamente da caratteristiche geometriche e dei materiali della sezione da verificare. Si inseriscono quindi i valori di momento e azione assiale agente: se i punti risultanti sono compresi nel grafico la sezione è verificata, altrimenti no.

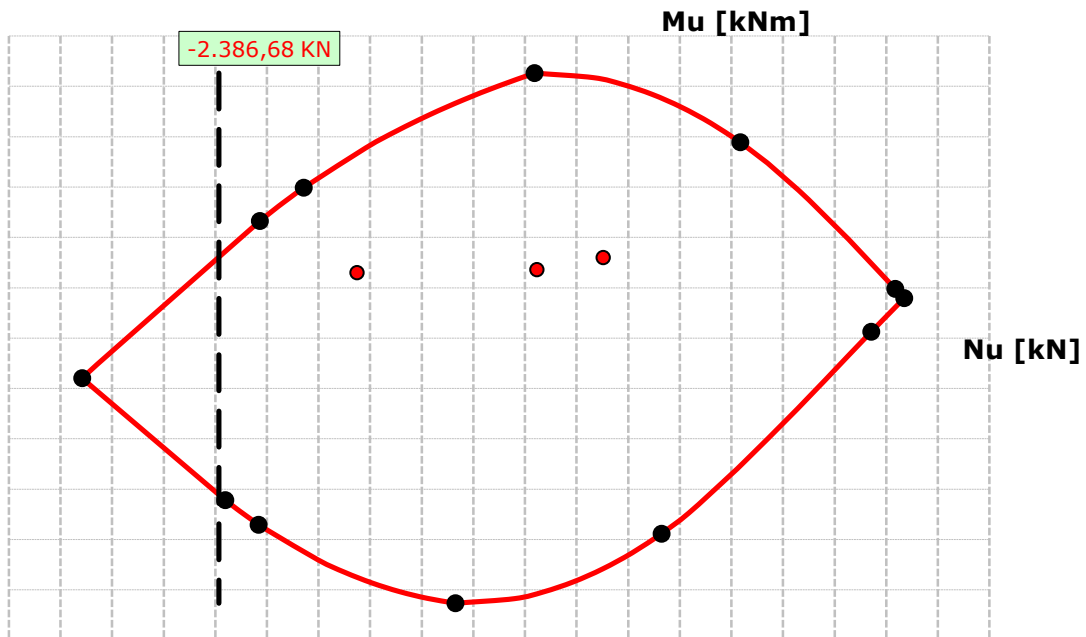


Figura 49 Diagramma momento-azione assiale

Il problema di queste metodologie è il seguente: l'impossibilità, o meglio la difficoltà, di rendere il tutto automatico. Per effettuare tutti calcoli sarebbe stato necessario moltissimo tempo.

E' stato quindi obbligatorio individuare una modalità di calcolo che permettesse di svolgere tutte le verifiche necessarie in ambiente Excel, senza utilizzare altri software esterni, in modo da velocizzare ed automatizzare il tutto.

Inizialmente sono sorti diversi problemi nella costruzione di una funzione per il calcolo del Momento Resistente in Excel. Il primo tentativo è stato effettuato modellando la formula semplificata:

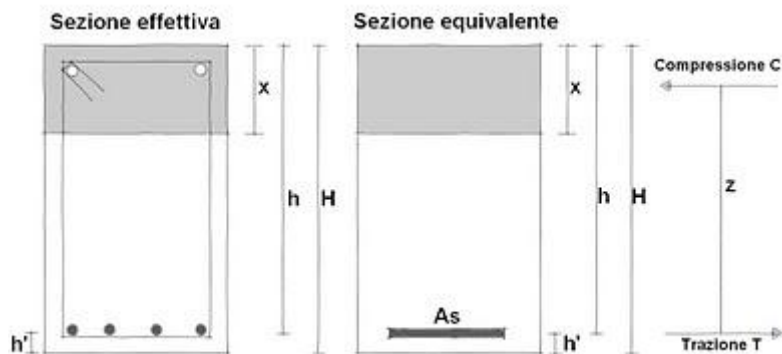


Figura 50 Calcolo del momento resistente utilizzando la formula semplificata



Per ricavare tale formula si utilizza la sezione semplificata equivalente con armatura semplice (cioè si trascura l'effetto dell'armatura compressa). Si riconosce subito la coppia come il prodotto tra il braccio (che vale all'incirca  $0,9-0,85h$ ) per la forza di trazione  $T$  o quella di compressione  $C$ . Ovviamente le forze di compressione e le forze di trazione sono tra di loro in equilibrio e quindi:

$$M_{Rd} = T * z = C * z$$

$$T = C$$

Per il calcestruzzo in compressione:

$$C = 0,8 * f_{cd} * A_{cls,compresso} = 0,8 * f_{cd} * b * x$$

Per l'acciaio in trazione:

$$T = 0,9 * f_{yd} * A_s$$

Dove:

$b$  è la larghezza della trave;

$x$  è la profondità della zona compressa;

$A_{cls,compresso} = b * x$  = area della sezione di trave compressa;

$A_s$  è l'area delle armature tese.

Se si pone  $M_{rd} = z T$  si ottiene la famosa formula:

$$M_{Rd} = 0,9 * f_{yd} * A_s * h$$

Questa metodologia di calcolo è stata scartata a causa dell'elevata approssimazione che la contraddistingue; infatti, se si vuole utilizzare questa formula nel calcolo dell' $M_{Rd}$  negativo in campata o dell' $M_{Rd}$  positivo agli appoggi, l'armatura compressa non è considerata, e questo non è accettabile, perché porta ad una considerevole diminuzione del momento resistente. Ancora peggiore è il risultato se si tenta di calcolare l' $M_{Rd}$  per una colonna nelle due direzioni  $X$  e  $Y$ : è impossibile inserire l'azione assiale agente, fondamentale nel calcolo dell' $M_{Rd}$  per i pilastri.

E' stato quindi necessario dirigersi verso una progettazione excel più complessa, creando una funzione (detta anche "Macro") in VisualBasic.

La funzione scritta è stata nominata "VsezRettSLU"; per calcolare i momenti resistenti nelle direzioni  $X$  e  $Y$  è necessario inserire i valori di:

- Geometria della sezione (base, altezza e copriferro);
- Quantità dei ferri d'armatura (inferiori, superiori e di parete);
- Azione Assiale agente (negativa se di compressione);
- Proprietà dei materiali ( $f_{cd}$  e  $f_{yd}$ );

- Flag.

Con ferri di parete si intendono le armature che, all'interno della sezione, non sono posizionate né nel lembo superiore né nel lembo inferiore:

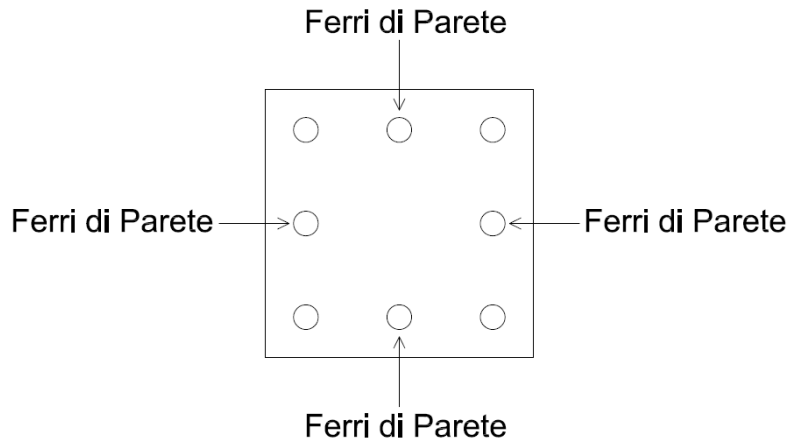


Figura 51 Illustrazione dei ferri di parete

Grazie a questa funzione possono essere calcolati diversi elementi utili; ad ogni flag, che non è nient'altro che un numero da inserire nella funzione, corrisponde un diverso elemento calcolato. Ad esempio:

flag 30: resistenza a flessione semplice POSITIVA [N\*mm] (quindi per  $N_{ed}=0$ );

flag 31: posizione asse neutro [mm] (dal bordo superiore);

flag 32: campo di rottura;

flag 33: deformazione acciaio inferiore (teso);

flag 34: tensione acciaio inferiore [MPa];

flag 35: deformazione max cls;

flag 36: tensione max cls [MPa];

flag 37: curvatura per flessione semplice positiva.

Mrd(+) per Nrd=0 - Flessione semplice positiva - fibre inferiori tese							
30	31	32	33	34	35	36	37
$M_{rd}$	$x_c$	Campo	$\epsilon_s$	$\sigma_s$	$\epsilon_c$	$\sigma_c$	$\varphi_u$
[kN*m]	[mm]		[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[m <sup>-1</sup> ]
64,68	32,32	3	20,325	391,30	-3,500	-11,33	0,1083

I flag citati sono disponibili per:

Mrd(+) per Nrd=0 - Flessione semplice positiva - fibre inferiori tese
Mrd(+) per Nrd=Ned - flessione positiva - fibre inferiori tese
Mrd(-) per Nrd=0 - Flessione semplice negativa - fibre superiori tese
Mrd(-) per Nrd=Ned - flessione negativa - fibre superiori tese



Di seguito un'immagine della funzione Excel utilizzata:

sezionale rettangolare								Ned		10	11	20	21		
B	H	c	Afinf	Afsup	AfParete	fcd	fyd	[kN]	[N]	Ns_rd	Ms_rd	Nc_rd	Mc_rd		
[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[MPa]			[kN]	[kN*m]	[kN]	[kN*m]		
300	550	30	308	308	308	14.17	391.30	-2387.1	-2387065	361.57	0.00	-2699.62	0.00		
								Ned(+)		trazione					
Mrd(+) per Nrd=0- Flessione semplice positiva - fibre inferiori tese								Mrd(+) per Nrd=Ned - flessione positiva - fibre inferiori tese							
30	31	32	33	34	35	36	37	50	51	52	53	54	55	56	57
Mrd	xc		εs	σs	εc	σc	φu	Mrd	xc		εs	σs	εc	σc	φu
[kN*m]	[mm]	Campo	[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[m <sup>-1</sup> ]	[kN*m]	[mm]	Campo	[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[m <sup>-1</sup> ]
90.29	46.73	3	35.449	391.30	-3.500	-14.17	0.0749	64.51	669.52	5	-0.689	-144.76	-3.087	-14.17	0.0046
Mrd(-) per Nrd=0- Flessione semplice negativa - fibre superiori tese								Mrd(-) per Nrd=Ned - flessione negativa - fibre superiori tese							
40	41	42	43	44	45	46	47	60	61	62	63	64	65	66	67
Mrd	xc		εs	σs	εc	σc	φu	Mrd	xc		εs	σs	εc	σc	φu
[kN*m]	[mm]	Campo	[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[m <sup>-1</sup> ]	[kN*m]	[mm]	Campo	[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[m <sup>-1</sup> ]
-90.29	46.73	8	35.449	391.30	-3.500	-14.17	-0.075	-64.51	669.52	6	-0.689	-144.76	-3.087	-14.17	-0.0046

Figura 52 Illustrazione del foglio di calcolo utilizzato

### 6.1.2 Foglio di Calcolo per Verifica dei Pilastrati a Pressoflessione

Nella prima parte del foglio di calcolo sono presenti per ogni frame, cioè per ogni pilastro, le caratteristiche geometriche e di armatura:

- Dimensione A (X);
- Dimensione B (Y);
- Altezza;
- Armatura inferiore, superiore e di parete in direzione X;
- Armatura inferiore, superiore e di parete in direzione Y;
- Copriferro;
- Proprietà dei materiali.

Sono poi elencate le 38 combinazioni da verificare, e, per ognuna di essa, è necessario esplicitare i seguenti valori:

- Azione Assiale, calcolata dal software SAP2000;
- Momento Agente in direzione X e Y, calcolati dal software SAP2000.

La funzione VsezRettSLU, in automatico, calcola i momenti resistenti nelle due direzioni, e, sempre in automatico, si verifica che la disequazione della pressoflessione deviata sia soddisfatta.

Excel calcola, inoltre, i momenti resistenti con  $N = 0$  nelle due direzioni, e il valore massimo risultante dalle verifiche svolte per ogni pilastro.

Di seguito alcune immagini del foglio Excel per la verifica di una colonna. Sono evidenziate in colore giallo le celle in cui è necessario inserire manualmente il dato parametro.



Nelle celle seguenti si inseriscono le caratteristiche geometriche delle colonne:

Piano	N° Frame	Dim A (x)	Dim B (y)	Altezza
P11	1105	300	250	2920
P11	1105	300	250	2920
P11	1105	300	250	2920
P11	1105	300	250	2920
P11	1105	300	250	2920
P11	1105	300	250	2920
P11	1105	300	250	2920

Figura 53 Caratteristiche geometriche delle sezioni dei pilastri

Nelle celle seguenti si inseriscono le armature delle colonne:

n° Ferri Inferiori Mrx				Arm. Inf. Mrx	n° Ferri Superiori Mrx				Arm. Sup. Mrx	n° Ferri Parete Mrx				Arm. Parete Mrx	r
φ12	φ14	φ16	φ18		φ12	φ14	φ16	φ18		φ12	φ14	φ16	φ18		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		
0	2	0	0	308	0	2	0	0	308	0	0	0	0		

Figura 54 Tipo e numero di armature delle sezioni dei pilastri

Inserendo l'azione assiale e i momenti agenti il file Excel determina in automatico se le verifiche sono soddisfatte o meno.

COMBINAZIONE	N	N*1000	Med X	Mrd X	Med Y	Mrd y	VERIFICA ≤ 1	
SLU1	-57,84	-57839	17,74	30,25	54,37	37,39	2,18	ERRATO
SLU1	-51,54	-51544	-20,21	29,65	-53,61	36,64	2,29	ERRATO
SLU2	-59,83	-59834	17,20	30,44	50,97	37,62	2,05	ERRATO
SLU2	-53,54	-53539	-20,15	29,84	-50,44	36,88	2,19	ERRATO
SLU3	-56,46	-56459	16,75	30,12	50,72	37,22	2,05	ERRATO
SLU3	-50,16	-50164	-19,30	29,52	-50,17	36,48	2,17	ERRATO
SIS1X SLV	-35,62	-35623	20,96	28,14	84,06	34,75	3,39	ERRATO
SIS1X SLV	-30,78	-30781	-1,84	27,68	21,49	34,17	0,74	CORRETTO
SIS1X SLV	-42,93	-42931	1,87	28,84	-14,66	35,62	0,51	CORRETTO
SIS1X SLV	-38,09	-38089	-24,52	28,38	-90,48	35,04	3,69	ERRATO
SIS2X SLV	-35,62	-35623	20,96	28,14	84,06	34,75	3,39	ERRATO
SIS2X SLV	-30,78	-30781	-1,84	27,68	21,49	34,17	0,74	CORRETTO
SIS2X SLV	-42,93	-42931	1,87	28,84	-14,66	35,62	0,51	CORRETTO
SIS2X SLV	-38,09	-38089	-24,52	28,38	-90,48	35,04	3,69	ERRATO
SIS3X SLV	-35,62	-35623	20,96	28,14	84,06	34,75	3,39	ERRATO

Figura 55 Verifica a pressoflessione dei pilastri



Nelle celle seguenti, invece, sono presenti i momenti resistenti, calcolati con azione assiale nulla, e il valore massimo risultante dalle verifiche.

MrdX (Con N=0)	MrdY (Con N=0)
24,73	30,47
VALORE MAX VERIFICA	
3,69	

Figura 56 Momenti resistenti con azione assiale nulla

### 6.1.3 Foglio di Calcolo per Verifica dei Pilastri a Taglio

La verifica dei pilastri a taglio non dipende dai valori delle azioni sollecitanti per ogni combinazione, come avviene per la verifica a pressoflessione; dipende, invece, soltanto dalle caratteristiche geometriche e dalle armature longitudinali e trasversali presenti, ovvero dai momenti resistenti.

Tali verifiche quindi sono svolte una sola volta per tutti i pilastri dei vari piani, non essendo influenzate dalla variazione del fattore  $q$ .

Per prima cosa si inseriscono nel foglio Excel i seguenti dati:

- Indicazione del piano in cui è collocato il pilastro [-];
- Designazione del n.ro di frame del pilastro [-];
- Valore del parametro “d” in direzione X e Y [mm];
- Valore del parametro “ $b_w$ ” in direzione X e Y [mm];
- Numero, numero dei braccia, diametro e passo delle staffe;
- Diametro dell’armatura longitudinale [mm];
- Angolo di inclinazione  $\alpha$  (di solito  $90^\circ$ ) delle staffe rispetto all’asse del pilastro;
- Valore del parametro  $\alpha_c$  [-];
- Proprietà dei materiali calcestruzzo e acciaio ( $f_{cd}$ ,  $f'_{cd}$ ,  $f_{yd}$ ) [N/mm<sup>2</sup>].

In base a questi dati il file Excel, seguendo le formule descritte nel paragrafo 5.2.2, calcola in automatico i tagli resistenti  $V_{Rsd}$  e  $V_{Rcd}$  per entrambe le direzioni X e Y, scegliendo in automatico il valore minore fra i due in modo da determinare il valore del taglio resistente.

Successivamente, inserendo i due valori di momento resistente per le direzioni X e Y, il file calcola in automatico il valore del taglio agente.

E' necessario specificare che, al fine di rendere i calcoli molto veloci, il file Excel è stato impostato in modo da “pescare” in automatico i dati di geometria e armatura della





sezione, nonché i parametri di momento resistente, già inseriti e calcolati per ogni pilastro nel foglio di verifica a pressoflessione deviata.

Ciò è stato possibile grazie all'inserimento di una funzione "Indice".

Una semplice funzione "If – Then" calcola, in seguito, se la verifica sia soddisfatta o meno. Di seguito alcune immagini del foglio Excel per la verifica a taglio di tutti i pilastri del piano terra: sono evidenziate in colore giallo le celle in cui inserire manualmente il dato parametro.

Nelle celle seguenti si inseriscono le caratteristiche geometriche delle colonne:

Piano	N° Frame	d [mm]		bw [mm]		n° staffe	n° bracci	φ staffe	Passo staffe	φ longitudinale	Asw	α staffe	ctgα	ac
-	-	x	y	x	y	-	-	[mm]	[mm]	[mm]	[mmq]	-	-	-
P11	1105	207	257	300	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1106	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1107	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1108	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1109	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1110	557	207	250	600	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1111	207	657	700	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1112	207	557	600	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1113	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1114	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1115	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1116	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1117	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1118	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1119	207	257	300	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1120	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1121	207	207	250	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1
P11	1122	207	257	300	250	2	2	6	150	14	113,04	90	0	1

Figura 57 Caratteristiche geometriche delle colonne

Il file Excel determina in automatico se le verifiche sono soddisfatte o meno.

Vrdsd [kN]		Vrcd [kN]		Vrd X [kN]	Vrd Y [kN]	Mcrd X [kNm]	Mcrd Y [kNm]	Ved X [kN]	Ved Y [kN]	VERIFICA	
x	y	x	y	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	X	Y
136,92	152,67	136,92	152,67	136,92	152,67	24,73	30,47	16,94	20,87	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
330,88	137,39	330,88	1000,00	330,88	137,39	98,90	37,91	69,65	26,70	CORRETTO	CORRETTO
137,39	390,29	1000,00	390,29	137,39	390,29	50,02	153,06	35,22	107,79	CORRETTO	CORRETTO
137,39	330,88	1000,00	330,88	137,39	330,88	37,91	98,90	26,70	69,65	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
136,92	152,67	136,92	152,67	136,92	152,67	24,73	30,47	17,42	21,46	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	122,97	18,31	18,31	12,54	12,54	CORRETTO	CORRETTO
136,92	152,67	136,92	152,67	136,92	152,67	24,73	30,47	17,42	21,46	CORRETTO	CORRETTO

Figura 58 Verifica a taglio dei pilastri

### 6.1.4 Foglio di Calcolo per la Verifica delle Travi a Momento Flettente

Ogni trave, come descritto nel capitolo "Verifiche", è esaminata in tre sezioni distinte:



Figura 59 Sezioni delle travature

E' quindi necessario calcolare per ogni sezione un  $M_{Rd}$  differente inserendo nel foglio excel:

- Base (X), costante per tutte le sezioni;
- Altezza B (Y) costante per tutte le sezioni;
- Lunghezza;
- Armatura inferiore e superiore per la sezione AA;
- Armatura inferiore e superiore per la sezione BB;
- Armatura inferiore e superiore per la sezione CC;
- Copriferro, costante per tutte le sezioni;
- Proprietà dei materiali.

Sono poi elencate le 19 combinazioni da verificare, e, per ognuna di essa, è necessario esplicitare i seguenti valori:

- Azione Assiale, calcolata dal software SAP2000;
- Momento Agente (inferiore o superiore), calcolato dal software SAP2000.

La funzione VsezRettSLU, in automatico, calcola i momenti resistenti superiore e inferiore, e, sempre in automatico, si verifica che il momento resistente sia superiore al momento agente.

Il problema ora è il seguente: essendo un foglio Excel molto generale il momento agente può essere sia negativo che positivo. Se l' $M_{Ed}$  è negativo la verifica deve essere svolta paragonandolo all' $M_{Rd}$  negativo e viceversa:

$$\text{Se } M_{Ed} < 0 \Rightarrow M_{Rd}^- > M_{Ed}$$

$$\text{Se } M_{Ed} > 0 \Rightarrow M_{Rd}^+ > M_{Ed}$$

Il tutto è stato scritto in Excel tramite la funzione If – Then.

Il file calcola, inoltre, i momenti resistenti inferiori e superiori con  $N = 0$  nelle tre sezioni, fondamentali per la verifica a taglio delle travi.

Nelle celle seguenti si inseriscono le caratteristiche geometriche delle travi:



Piano	N° Frame	Base (x)	Altezza (y)	Lunghezza
P4	507	750	240	4950
P4	507	750	240	4950
P4	507	750	240	4950
P4	507	750	240	4950
P4	507	750	240	4950
P4	507	750	240	4950

Figura 60 Caratteristiche geometriche delle travi

Nelle celle seguenti si inseriscono le armature delle travi:

a	n° Ferri Inferiori AA				Arm. Inf. AA	n° Ferri Superiori AA				Arm. Sup. AA	n° Ferri Inferiori BB				Arm. Inf. BB	n	φ
	φ10	φ12	φ14	φ16		φ10	φ12	φ14	φ16		φ10	φ12	φ14	φ16			
	0	4	0	3	1055	4	0	8	0	1548	0	0	4	3	1219		
	0	4	0	3	1055	4	0	8	0	1548	0	0	4	3	1219		
	0	4	0	3	1055	4	0	8	0	1548	0	0	4	3	1219		
	0	4	0	3	1055	4	0	8	0	1548	0	0	4	3	1219		
	0	4	0	3	1055	4	0	8	0	1548	0	0	4	3	1219		

Figura 61 Tipo e numero di armature delle sezioni delle travi

Inserendo l'azione assiale e i momenti agenti il file Excel determina in automatico se le verifiche sono soddisfatte o meno:

COMBINAZIONE	N	N*1000	Med AA	Mrd AA Sup.	Mrd AA Inf.	VERIFICA	Med BB	Mrd BB Sup.	Mrd BB Inf.	VERIFICA	Med CC	Mrd CC Sup.	Mrd CC Inf.	VERIFICA	M
SLU1	0	0	-117,199	-113,51	78,94	ERRATO	66,90	-26,60	90,15	CORRETTO	-93,17	-102,96	62,97	CORRETTO	
SLU2	0	0	-108,809	-113,51	78,94	CORRETTO	61,85	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,02	-102,96	62,97	CORRETTO	
SLU3	0	0	-108,757	-113,51	78,94	CORRETTO	61,85	-26,60	90,15	CORRETTO	-86,07	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS1X SLV	0	0	-64,9002	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS1X SLV	0	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS2X SLV	0	0	-64,9002	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS2X SLV	0	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS3X SLV	0	0	-64,9002	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS3X SLV	0	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS4X SLV	0	0	-64,9002	-113,51	78,94	CORRETTO	42,23	-26,60	90,15	CORRETTO	-48,94	-102,96	62,97	CORRETTO	
SIS4X SLV	0	0	-83,29	-113,51	78,94	CORRETTO	41,53	-26,60	90,15	CORRETTO	-67,56	-102,96	62,97	CORRETTO	

Figura 62 Verifica a momento flettente delle travi

### 6.1.5 Foglio di Calcolo per la Verifica delle Travi a Taglio

La verifica delle travi a taglio dipende solamente dai momenti resistenti: esse non variano, quindi, al variare di q, ma rimangono costanti; è necessario svolgerle una sola volta.

Per prima cosa si inseriscono nel foglio Excel i seguenti dati:

- Base (X), costante per tutte le sezioni;
- Altezza B (Y) costante per tutte le sezioni;
- Lunghezza;
- Copriferro;
- Numero delle staffe per sezione;

- Numero braccia delle staffe per sezione;
- Diametro e passo delle staffe;
- Angolo di inclinazione  $\alpha$  (di solito  $90^\circ$ ).

In base a questi dati il file Excel, seguendo le formule scritte nel paragrafo “Verifiche al Taglio” del capitolo “Verifiche”, calcola i tagli resistenti  $V_{Rs}$  e  $V_{Rc}$ .

Il taglio agente, invece, deve essere ricavato studiando i quattro casi riportati nello stesso paragrafo sopracitato:

4 CASI Ved* TRAVI							
CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4	
Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi		Senza Carichi	
Ved AA	Ved CC	Ved AA	Ved CC	Ved AA	Ved CC	Ved AA	Ved CC
68,51	-68,51	-62,34	62,34	68,51	-68,51	-62,34	62,34
Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi		Con Carichi	
Ved AA	Ved CC	Ved AA	Ved CC	Ved AA	Ved CC	Ved AA	Ved CC
37,18	37,18	37,18	37,18	40,85	40,85	40,85	40,85
TOT.AA	TOT. CC	TOT.AA	TOT. CC	TOT.AA	TOT. CC	TOT.AA	TOT. CC
105,69	-31,33	-25,15	99,52	109,36	-27,66	-21,49	103,18
Ved* AA				Ved* CC			
109,36				103,18			

E' interessante spiegare come è calcolato in automatico dal file il taglio agente “Senza Carichi”, ad esempio il  $V_{ed}$  AA.



Figura 63 Situazione caso 1

In questo caso il  $V_{Ed}$  è calcolato come:

$$V_{Ed} = \frac{M_{Rd}^{A-} + M_{Rd}^{C+}}{l}$$

Il foglio Excel è, però, progettato per condizioni di utilizzo generali, per cui deve funzionare in qualsiasi condizione, sia con momenti positivi che negativi. Per ogni caso è, quindi, calcolato il taglio agente “Senza Carichi” e “Con Carichi”; queste due azioni sono poi sommate algebricamente, e viene scelto il valore massimo ai due appoggi.





### 6.1.6 Foglio di Calcolo per la Verifica ai Nodi

Come già accennato per i due fogli precedenti, anche in questo caso le verifiche sono svolte una volta sola per tutti i nodi che fanno parte della pilastrata più sollecitata, poiché i parametri necessari al calcolo non variano in funzione del fattore  $q$ .

Per quanto riguarda i parametri da inserire manualmente, tale foglio risulta essere estremamente semplice e veloce in quanto “pesca” in automatico i vari momenti resistenti di travi e colonne necessari; l'unico parametro da inserire è il fattore  $\gamma_{Rd}$  con cui amplificare i momenti resistenti.

Attraverso le funzioni “Indice” il file rileva in automatico il piano in cui risulta collocato il nodo, il numero di frame di ogni elemento coinvolto, i momenti resistenti per le direzioni X e Y positivi e negativi dei due pilastri in gioco, nonché i momenti resistenti positivi e negativi delle due sezioni di appoggio della travi coinvolte.

Piano	N° Frame				Sez. Pil. Inf.				Sez. Pil. Sup.			
	Pil. Inf.	Pil. Sup.	Trave Sin.	Trave Dest.	(X) Mrd +	(X) Mrd -	(Y) Mrd +	(Y) Mrd -	(X) Mrd +	(X) Mrd -	(Y) Mrd +	(Y) Mrd -
PT	8	101	46	47	80,82	80,82	351,52	351,52	69,98	69,98	292,77	292,77
PT	8	101	46	47	80,82	80,82	351,52	351,52	69,98	69,98	292,77	292,77
PT	8	101	46	47	80,82	80,82	351,52	351,52	69,98	69,98	292,77	292,77
PT	8	101	46	47	80,82	80,82	351,52	351,52	69,98	69,98	292,77	292,77
PR	101	192	46	47	69,98	69,98	292,77	292,77	58,15	58,15	232,17	232,17
PR	101	192	46	47	69,98	69,98	292,77	292,77	58,15	58,15	232,17	232,17
PR	101	192	46	47	69,98	69,98	292,77	292,77	58,15	58,15	232,17	232,17
PR	101	192	46	47	69,98	69,98	292,77	292,77	58,15	58,15	232,17	232,17
P1	192	284	46	47	58,15	58,15	232,17	232,17	57,61	57,61	204,39	204,39
P1	192	284	46	47	58,15	58,15	232,17	232,17	57,61	57,61	204,39	204,39
P1	192	284	46	47	58,15	58,15	232,17	232,17	57,61	57,61	204,39	204,39
P1	192	284	46	47	58,15	58,15	232,17	232,17	57,61	57,61	204,39	204,39
P2	284	376	46	47	57,61	57,61	204,39	204,39	50,02	50,02	153,06	153,06
P2	284	376	46	47	57,61	57,61	204,39	204,39	50,02	50,02	153,06	153,06
P2	284	376	46	47	57,61	57,61	204,39	204,39	50,02	50,02	153,06	153,06
P2	284	376	46	47	57,61	57,61	204,39	204,39	50,02	50,02	153,06	153,06
P3	376	468	46	47	50,02	50,02	153,06	153,06	38,14	38,14	107,92	107,92
P3	376	468	46	47	50,02	50,02	153,06	153,06	38,14	38,14	107,92	107,92
P3	376	468	46	47	50,02	50,02	153,06	153,06	38,14	38,14	107,92	107,92
P3	376	468	46	47	50,02	50,02	153,06	153,06	38,14	38,14	107,92	107,92
P4	468	560	47	48	38,14	38,14	107,92	107,92	27,04	27,04	68,00	68,00

Figura 64 Definizione del numero di frame

Eseguito ciò, il file Excel calcola le otto diverse combinazioni, per ognuna delle due casistiche di momenti concordi e discordi: nel primo caso la somma dei momenti delle colonne è confrontata con la somma dei momenti delle travi opportunamente moltiplicate per il coefficiente  $\gamma_{Rd}$ ; nel secondo caso il momento della colonna inferiore è confrontato con la somma dei tre momenti di colonna superiore e travi, moltiplicati per  $\gamma_{Rd}$ .

In entrambi i casi, per il soddisfacimento della verifica, il primo termine deve risultare maggiore del secondo e ciò viene svolto dal file attraverso una semplice funzione “If – Then”.



MOMENTI CONCORDI				MOMENTI DISCORDI			
COMBINAZIONE	$\Sigma MC, Rd$	$\Sigma MT, Rd$	VERIFICA	COMBINAZIONE	$\Sigma MC, Rd$	$\Sigma MT, Rd$	VERIFICA
1	150,80	211,69	ERRATO	1	80,82	288,67	ERRATO
2	150,80	211,69	ERRATO	2	80,82	288,67	ERRATO
3	150,80	211,69	ERRATO	3	80,82	288,67	ERRATO
4	150,80	211,69	ERRATO	8	80,82	288,67	ERRATO
1	128,13	211,69	ERRATO	1	69,98	275,65	ERRATO
2	128,13	211,69	ERRATO	2	69,98	275,65	ERRATO
3	128,13	211,69	ERRATO	3	69,98	275,65	ERRATO
4	128,13	211,69	ERRATO	8	69,98	275,65	ERRATO
1	115,76	211,69	ERRATO	1	58,15	275,06	ERRATO
2	115,76	211,69	ERRATO	2	58,15	275,06	ERRATO
3	115,76	211,69	ERRATO	3	58,15	275,06	ERRATO
4	115,76	211,69	ERRATO	8	58,15	275,06	ERRATO

Figura 65 Verifica ai nodi

## 6.2 Verifiche a Pressoflessione dell'Edificio

In questo paragrafo sono inserite le verifiche a pressoflessione svolte su tutte le colonne che compongono la struttura in cemento armato dell'edificio preso in esame, per i fattori di struttura da uno a tre.

I pilastri sono gli elementi più importanti in una struttura a telaio: se uno di loro, di bordo o centrale, entra in crisi e cede, tutto l'edificio ne risente. Ad esempio se uno o più colonne del piano terra cedono, tutti i livelli superiori subiranno un crollo, dovuto alla mancanza dell'appoggio inferiore. Le travi invece sono elementi, sempre molto importanti, ma secondari: il loro cedimento, infatti, ha come conseguenze un crollo solo locale e non generale dell'edificio. E' per questi motivi che l'attenzione si è maggiormente concentrata sulle verifiche delle colonne e non delle travature.



Di seguito sono riportate le verifiche a pressoflessione per i pilastri, divise in base al fattore di struttura e al piano.

### 6.2.1 Fattore di struttura $q=1$

N.ro Pil.	PT		PR		P1		P2		P3		P4	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,28	1,00	0,31	1,09	0,41	1,49	0,46	1,63	0,62	2,14	0,80	2,57
2	0,23	0,77	0,24	0,47	0,27	0,51	0,31	0,60	0,34	0,69	0,37	0,75
3	0,15	1,04	0,16	0,70	0,16	0,82	0,20	0,98	0,25	1,18	0,28	1,36
4	0,23	0,76	0,22	0,50	0,19	0,58	0,19	0,83	0,22	1,11	0,22	1,34
5	0,21	0,76	0,23	0,56	0,25	0,80	0,30	1,19	0,30	1,28	0,34	1,59
6	0,17	0,68	0,15	0,64	0,11	0,77	0,10	0,89	0,08	0,99	0,07	1,09
7	0,05	0,94	0,04	0,58	0,04	0,53	0,04	0,53	0,03	0,54	0,03	0,59
8	0,31	0,94	0,33	0,57	0,34	0,59	0,38	0,66	0,44	0,78	0,55	0,99
9	0,01	0,65	0,01	0,29	0,02	0,31	0,04	0,34	0,05	0,38	0,07	0,45
10	0,21	0,76	0,22	0,48	0,22	0,50	0,25	0,63	0,31	0,83	0,33	1,01
11	0,21	0,66	0,25	0,37	0,29	0,44	0,33	0,59	0,44	0,76	0,49	0,91
12	0,06	0,77	0,07	0,38	0,09	0,41	0,14	0,51	0,19	0,64	0,23	0,78
13	0,02	0,64	0,03	0,30	0,03	0,33	0,05	0,36	0,05	0,42	0,08	0,49
14	0,05	0,64	0,04	0,31	0,04	0,32	0,04	0,34	0,03	0,38	0,01	0,43
15	0,46	0,78	0,04	0,57	0,04	0,62	0,04	0,81	0,03	0,90	0,01	0,97
16	0,26	0,80	0,53	0,58	0,49	0,62	0,64	0,73	0,65	0,78	0,67	0,94
17	0,07	0,73	0,32	0,43	0,35	0,51	0,46	0,56	0,41	0,65	0,51	0,86
18	0,21	0,79	0,05	0,58	0,03	0,62	0,01	0,72	0,03	0,81	0,06	0,89

N.ro Pil.	P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,90	3,04	0,95	3,05	1,09	3,53	1,24	3,78	1,44	4,08	1,74	4,40	2,29	5,75
2	0,42	0,85	0,54	1,04	0,56	1,19	0,60	1,30	0,68	1,56	0,89	1,88	0,80	4,18
3	0,30	1,41	0,34	1,64	0,34	1,85	0,36	2,02	0,41	2,21	0,49	2,42	0,85	3,61
4	0,21	1,50	0,20	1,80	0,20	2,06	0,24	2,31	0,30	2,58	0,32	2,77	1,34	4,83
5	0,39	2,09	0,41	2,45	0,42	2,53	0,47	3,13	0,49	3,30	0,64	3,38	0,88	4,35
6	0,06	1,19	0,06	1,29	0,07	1,40	0,08	1,51	0,09	1,61	0,12	1,72	0,04	2,17
7	0,02	0,64	0,02	0,69	0,02	0,75	0,03	0,82	0,03	0,91	0,03	0,96	0,07	1,57
8	0,55	1,02	0,51	1,11	0,48	1,22	0,51	1,35	0,58	1,53	0,74	1,76	0,99	2,51
9	0,11	0,64	0,12	0,73	0,12	0,85	0,14	0,98	0,14	1,14	0,18	1,31	0,40	2,21
10	0,35	1,23	0,37	1,52	0,34	1,78	0,34	2,01	0,39	2,32	0,58	2,62	0,49	3,83
11	0,53	1,01	0,59	1,24	0,54	1,48	0,56	1,70	0,60	2,00	0,77	2,09	1,25	4,56



12	0,31	0,96	0,45	1,31	0,50	1,68	0,58	1,96	0,68	2,59	0,84	3,40	1,50	4,87
13	0,12	0,57	0,17	0,77	0,23	0,91	0,28	1,04	0,32	1,33	0,38	1,52	0,73	2,31
14	0,01	0,49	0,01	0,62	0,02	0,70	0,02	0,76	0,02	0,87	0,00	0,99	0,07	1,52
15	0,01	1,12	0,01	1,15	0,02	1,22	0,02	1,22	0,02	1,33	0,00	1,49	0,07	2,33
16	0,81	0,96	0,83	1,25	0,88	1,36	0,86	1,40	0,78	1,50	0,84	1,68	1,37	2,50
17	0,76	0,87	0,95	1,09	1,06	1,23	1,08	1,34	0,89	1,56	0,86	1,89	1,26	2,75
18	0,09	1,11	0,14	1,24	0,20	1,32	0,25	1,39	0,30	1,61	0,40	1,74	0,63	2,78

### 6.2.2 Fattore di Struttura $q=1,5$

N.ro Pil.	PT		PR		P1		P2		P3		P4	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,28	0,63	0,31	0,72	0,41	0,97	0,46	1,08	0,62	1,44	0,80	1,72
2	0,23	0,53	0,24	0,35	0,27	0,37	0,31	0,43	0,34	0,49	0,37	0,53
3	0,15	0,58	0,16	0,43	0,16	0,52	0,20	0,63	0,25	0,76	0,28	0,88
4	0,23	0,46	0,22	0,33	0,19	0,39	0,19	0,53	0,22	0,70	0,22	0,84
5	0,21	0,53	0,23	0,38	0,25	0,50	0,30	0,71	0,30	0,76	0,34	0,94
6	0,17	0,43	0,15	0,43	0,11	0,50	0,10	0,57	0,08	0,63	0,07	0,68
7	0,05	0,56	0,04	0,35	0,04	0,33	0,04	0,35	0,03	0,36	0,03	0,38
8	0,31	0,65	0,33	0,43	0,34	0,44	0,38	0,49	0,44	0,58	0,55	0,73
9	0,01	0,44	0,01	0,19	0,02	0,21	0,04	0,23	0,05	0,26	0,07	0,32
10	0,21	0,51	0,22	0,36	0,22	0,36	0,25	0,46	0,31	0,59	0,33	0,67
11	0,21	0,45	0,25	0,29	0,29	0,32	0,33	0,42	0,44	0,53	0,49	0,63
12	0,06	0,50	0,07	0,26	0,09	0,28	0,14	0,36	0,19	0,44	0,23	0,54
13	0,02	0,43	0,03	0,20	0,03	0,23	0,05	0,25	0,05	0,29	0,08	0,34
14	0,05	0,43	0,04	0,21	0,04	0,23	0,04	0,24	0,03	0,26	0,01	0,29
15	0,46	0,56	0,53	0,55	0,49	0,49	0,64	0,64	0,65	0,70	0,67	0,75
16	0,26	0,53	0,32	0,41	0,35	0,45	0,46	0,53	0,41	0,58	0,51	0,72
17	0,07	0,49	0,05	0,30	0,03	0,35	0,01	0,38	0,03	0,44	0,06	0,58
18	0,21	0,53	0,23	0,42	0,22	0,44	0,27	0,51	0,28	0,58	0,28	0,64

N.ro Pil.	P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,90	2,05	0,95	2,10	1,09	2,46	1,24	2,69	1,44	2,97	1,74	3,27	2,29	4,38
2	0,42	0,58	0,54	0,70	0,56	0,80	0,60	0,89	0,68	1,11	0,89	1,40	0,80	2,96
3	0,30	0,92	0,34	1,08	0,34	1,22	0,36	1,35	0,41	1,51	0,49	1,68	0,85	2,61
4	0,21	0,94	0,20	1,12	0,20	1,29	0,24	1,47	0,30	1,68	0,32	1,84	1,34	3,48
5	0,39	1,18	0,41	1,37	0,42	1,46	0,47	1,77	0,49	1,95	0,64	2,14	0,88	2,82
6	0,06	0,74	0,06	0,81	0,07	0,88	0,08	0,96	0,09	1,05	0,12	1,14	0,04	1,47
7	0,02	0,41	0,02	0,44	0,02	0,48	0,03	0,54	0,03	0,60	0,03	0,64	0,07	1,06





8	0,49	0,72	0,47	0,80	0,46	0,88	0,49	0,98	0,57	1,13	0,74	1,32	0,99	1,90
9	0,11	0,45	0,12	0,51	0,12	0,59	0,14	0,68	0,14	0,79	0,18	0,91	0,40	1,52
10	0,35	0,80	0,37	0,96	0,34	1,12	0,34	1,27	0,39	1,49	0,58	1,75	0,49	2,41
11	0,53	0,70	0,59	0,86	0,54	1,00	0,56	1,15	0,60	1,36	0,77	1,45	1,25	3,21
12	0,31	0,67	0,45	0,93	0,50	1,12	0,58	1,30	0,68	1,70	0,84	2,27	1,50	3,33
13	0,12	0,41	0,17	0,55	0,23	0,66	0,28	0,75	0,32	0,93	0,38	1,08	0,73	1,73
14	0,01	0,33	0,01	0,41	0,02	0,47	0,02	0,51	0,02	0,58	0,00	0,66	0,07	1,02
15	0,81	0,88	0,83	0,91	0,88	0,97	0,86	0,98	0,78	1,07	0,84	1,20	1,37	1,90
16	0,76	0,76	0,95	0,96	1,06	1,06	1,08	1,09	0,89	1,18	0,86	1,32	1,26	1,98
17	0,09	0,59	0,14	0,74	0,20	0,83	0,25	0,91	0,30	1,07	0,40	1,31	0,63	1,92
18	0,31	0,78	0,29	0,86	0,28	0,90	0,21	0,94	0,20	1,08	0,13	1,17	0,44	2,00

### 6.2.3 Fattore di Struttura q=2

N.ro Pil.	PT		PR		P1		P2		P3		P4	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,28	0,48	0,31	0,57	0,41	0,76	0,46	0,86	0,62	1,14	0,80	1,38
2	0,23	0,41	0,24	0,29	0,27	0,30	0,31	0,34	0,34	0,39	0,37	0,42
3	0,15	0,42	0,16	0,34	0,16	0,40	0,20	0,48	0,25	0,59	0,28	0,68
4	0,23	0,33	0,22	0,26	0,19	0,31	0,19	0,40	0,22	0,52	0,22	0,63
5	0,21	0,42	0,23	0,33	0,25	0,40	0,30	0,55	0,30	0,58	0,34	0,72
6	0,17	0,33	0,15	0,34	0,11	0,38	0,10	0,43	0,08	0,47	0,07	0,51
7	0,05	0,41	0,04	0,26	0,04	0,25	0,04	0,27	0,03	0,28	0,03	0,29
8	0,31	0,50	0,33	0,36	0,34	0,37	0,38	0,41	0,44	0,48	0,55	0,61
9	0,01	0,33	0,01	0,15	0,02	0,16	0,04	0,18	0,05	0,21	0,07	0,25
10	0,21	0,39	0,22	0,31	0,22	0,30	0,25	0,38	0,31	0,48	0,33	0,54
11	0,21	0,35	0,25	0,26	0,29	0,29	0,33	0,34	0,44	0,44	0,49	0,52
12	0,06	0,37	0,07	0,20	0,09	0,22	0,14	0,28	0,19	0,35	0,23	0,43
13	0,02	0,32	0,03	0,16	0,03	0,17	0,05	0,19	0,05	0,22	0,08	0,26
14	0,05	0,33	0,04	0,17	0,04	0,18	0,04	0,18	0,03	0,20	0,01	0,22
15	0,46	0,46	0,53	0,55	0,49	0,49	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,67
16	0,26	0,41	0,32	0,33	0,35	0,37	0,46	0,46	0,41	0,49	0,51	0,61
17	0,07	0,37	0,05	0,23	0,03	0,27	0,01	0,29	0,03	0,33	0,06	0,44
18	0,21	0,41	0,23	0,34	0,22	0,36	0,27	0,41	0,28	0,47	0,28	0,52

N.ro Pil.	P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,90	1,63	0,95	1,69	1,09	1,99	1,24	2,20	1,44	2,45	1,74	2,74	2,29	3,69
2	0,42	0,48	0,54	0,59	0,56	0,68	0,60	0,77	0,68	0,95	0,89	1,20	0,80	2,35
3	0,30	0,72	0,34	0,84	0,34	0,95	0,36	1,05	0,41	1,18	0,49	1,34	0,85	2,11



4	0,21	0,71	0,20	0,85	0,20	0,97	0,24	1,12	0,30	1,29	0,32	1,42	1,34	2,83
5	0,39	0,89	0,41	1,02	0,42	1,09	0,47	1,31	0,49	1,46	0,64	1,65	0,88	2,14
6	0,06	0,55	0,06	0,60	0,07	0,65	0,08	0,72	0,09	0,79	0,12	0,87	0,04	1,13
7	0,02	0,31	0,02	0,33	0,02	0,36	0,03	0,40	0,03	0,45	0,03	0,48	0,07	0,81
8	0,49	0,60	0,47	0,66	0,46	0,73	0,49	0,82	0,57	0,94	0,74	1,11	0,99	1,59
9	0,11	0,36	0,12	0,40	0,12	0,46	0,14	0,53	0,14	0,61	0,18	0,72	0,40	1,17
10	0,35	0,64	0,37	0,75	0,34	0,86	0,34	0,97	0,39	1,14	0,58	1,38	0,49	1,76
11	0,53	0,57	0,59	0,69	0,54	0,80	0,56	0,92	0,60	1,09	0,77	1,17	1,25	2,60
12	0,31	0,55	0,45	0,77	0,50	0,89	0,58	1,04	0,68	1,34	0,84	1,80	1,50	2,66
13	0,12	0,32	0,17	0,44	0,23	0,53	0,28	0,61	0,32	0,75	0,38	0,87	0,73	1,43
14	0,01	0,25	0,01	0,31	0,02	0,35	0,02	0,38	0,02	0,44	0,00	0,50	0,07	0,78
15	0,81	0,81	0,83	0,83	0,88	0,88	0,86	0,86	0,78	0,93	0,84	1,06	1,37	1,69
16	0,76	0,76	0,95	0,95	1,06	1,06	1,08	1,08	0,89	1,02	0,86	1,14	1,26	1,72
17	0,09	0,45	0,14	0,57	0,20	0,64	0,25	0,71	0,30	0,84	0,40	1,04	0,63	1,53
18	0,31	0,62	0,29	0,69	0,28	0,72	0,21	0,74	0,20	0,84	0,13	0,90	0,44	1,61

#### 6.2.4 Fattore di Struttura $q=2,5$

N.ro Pil.	PT		PR		P1		P2		P3		P4	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,28	0,40	0,31	0,49	0,41	0,65	0,46	0,74	0,62	0,98	0,80	1,22
2	0,23	0,34	0,24	0,25	0,27	0,27	0,31	0,31	0,34	0,34	0,37	0,38
3	0,15	0,34	0,16	0,29	0,16	0,34	0,20	0,41	0,25	0,50	0,28	0,58
4	0,23	0,27	0,22	0,23	0,19	0,26	0,19	0,33	0,22	0,43	0,22	0,51
5	0,21	0,35	0,23	0,30	0,25	0,35	0,30	0,47	0,30	0,50	0,34	0,61
6	0,17	0,27	0,15	0,28	0,11	0,32	0,10	0,36	0,08	0,39	0,07	0,42
7	0,05	0,32	0,04	0,21	0,04	0,20	0,04	0,22	0,03	0,23	0,03	0,24
8	0,31	0,42	0,33	0,34	0,34	0,34	0,38	0,38	0,44	0,44	0,55	0,55
9	0,01	0,26	0,01	0,12	0,02	0,13	0,04	0,15	0,05	0,17	0,07	0,21
10	0,21	0,33	0,22	0,27	0,22	0,27	0,25	0,33	0,31	0,42	0,33	0,47
11	0,21	0,29	0,25	0,25	0,29	0,29	0,33	0,33	0,44	0,44	0,49	0,49
12	0,06	0,30	0,07	0,17	0,09	0,19	0,14	0,24	0,19	0,30	0,23	0,37
13	0,02	0,26	0,03	0,13	0,03	0,14	0,05	0,16	0,05	0,19	0,08	0,22
14	0,05	0,27	0,04	0,14	0,04	0,15	0,04	0,15	0,03	0,16	0,01	0,18
15	0,46	0,46	0,53	0,55	0,49	0,49	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,67
16	0,26	0,33	0,32	0,32	0,35	0,35	0,46	0,46	0,41	0,43	0,51	0,55
17	0,07	0,30	0,05	0,19	0,03	0,22	0,01	0,23	0,03	0,27	0,06	0,36
18	0,21	0,34	0,23	0,30	0,22	0,31	0,27	0,36	0,28	0,41	0,28	0,44



N.ro Pil.	P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,90	1,41	0,95	1,46	1,09	1,73	1,24	1,92	1,44	2,16	1,74	2,43	2,29	3,28
2	0,42	0,44	0,54	0,54	0,56	0,62	0,60	0,70	0,68	0,85	0,89	1,09	0,80	1,99
3	0,30	0,61	0,34	0,71	0,34	0,80	0,36	0,89	0,41	1,00	0,49	1,14	0,85	1,82
4	0,21	0,58	0,20	0,70	0,20	0,80	0,24	0,92	0,30	1,07	0,32	1,18	1,34	2,46
5	0,39	0,74	0,41	0,85	0,42	0,91	0,47	1,08	0,49	1,21	0,64	1,39	0,88	1,76
6	0,06	0,45	0,06	0,49	0,07	0,53	0,08	0,58	0,09	0,65	0,12	0,72	0,04	0,93
7	0,02	0,25	0,02	0,27	0,02	0,29	0,03	0,32	0,03	0,36	0,03	0,39	0,07	0,66
8	0,49	0,53	0,47	0,58	0,46	0,64	0,49	0,72	0,57	0,83	0,74	0,99	0,99	1,41
9	0,11	0,30	0,12	0,33	0,12	0,39	0,14	0,45	0,14	0,51	0,18	0,60	0,40	0,97
10	0,35	0,55	0,37	0,64	0,34	0,72	0,34	0,81	0,39	0,96	0,58	1,18	0,49	1,39
11	0,53	0,53	0,59	0,61	0,54	0,69	0,56	0,79	0,60	0,94	0,77	1,02	1,25	2,25
12	0,31	0,49	0,45	0,68	0,50	0,76	0,58	0,89	0,68	1,15	0,84	1,54	1,50	2,29
13	0,12	0,27	0,17	0,37	0,23	0,45	0,28	0,53	0,32	0,64	0,38	0,75	0,73	1,25
14	0,01	0,20	0,01	0,25	0,02	0,28	0,02	0,31	0,02	0,35	0,00	0,40	0,07	0,63
15	0,81	0,81	0,83	0,83	0,88	0,88	0,86	0,86	0,78	0,86	0,84	0,97	1,37	1,56
16	0,76	0,76	0,95	0,95	1,06	1,06	1,08	1,08	0,89	0,92	0,86	1,04	1,26	1,57
17	0,09	0,36	0,14	0,47	0,20	0,53	0,25	0,59	0,30	0,70	0,40	0,89	0,63	1,30
18	0,31	0,54	0,29	0,58	0,28	0,61	0,21	0,62	0,20	0,70	0,13	0,74	0,44	1,38

### 6.2.5 Fattore di Struttura q=3

N.ro Pil.	PT		PR		P1		P2		P3		P4	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,28	0,34	0,31	0,44	0,41	0,58	0,46	0,66	0,62	0,88	0,80	1,11
2	0,23	0,29	0,24	0,25	0,27	0,27	0,31	0,31	0,34	0,34	0,37	0,37
3	0,15	0,29	0,16	0,26	0,16	0,30	0,20	0,36	0,25	0,44	0,28	0,51
4	0,23	0,23	0,22	0,23	0,19	0,22	0,19	0,28	0,22	0,36	0,22	0,44
5	0,21	0,31	0,23	0,28	0,25	0,32	0,30	0,42	0,30	0,45	0,34	0,54
6	0,17	0,23	0,15	0,25	0,11	0,28	0,10	0,31	0,08	0,33	0,07	0,35
7	0,05	0,27	0,04	0,18	0,04	0,17	0,04	0,18	0,03	0,20	0,03	0,20
8	0,31	0,36	0,33	0,34	0,34	0,34	0,38	0,38	0,44	0,44	0,55	0,55
9	0,01	0,22	0,01	0,10	0,02	0,11	0,04	0,13	0,05	0,15	0,07	0,19
10	0,21	0,28	0,22	0,25	0,22	0,24	0,25	0,30	0,31	0,38	0,33	0,42
11	0,21	0,25	0,25	0,25	0,29	0,29	0,33	0,33	0,44	0,44	0,49	0,49
12	0,06	0,25	0,07	0,15	0,09	0,17	0,14	0,21	0,19	0,26	0,23	0,33
13	0,02	0,22	0,03	0,11	0,03	0,12	0,05	0,14	0,05	0,16	0,08	0,19
14	0,05	0,23	0,04	0,12	0,04	0,13	0,04	0,13	0,03	0,14	0,01	0,15
15	0,46	0,46	0,53	0,55	0,49	0,49	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,67



16	0,26	0,29	0,32	0,32	0,35	0,35	0,46	0,46	0,41	0,43	0,51	0,51
17	0,07	0,26	0,05	0,17	0,03	0,19	0,01	0,20	0,03	0,22	0,06	0,31
18	0,21	0,29	0,23	0,27	0,22	0,28	0,27	0,32	0,28	0,36	0,28	0,40

N.ro Pil.	P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11	
	Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	0,90	1,25	0,95	1,31	1,09	1,56	1,24	1,74	1,44	1,96	1,74	2,22	2,29	3,00
2	0,42	0,42	0,54	0,54	0,56	0,57	0,60	0,64	0,68	0,79	0,89	1,01	0,80	1,74
3	0,30	0,54	0,34	0,62	0,34	0,70	0,36	0,77	0,41	0,88	0,49	1,00	0,85	1,61
4	0,21	0,50	0,20	0,60	0,20	0,69	0,24	0,79	0,30	0,92	0,32	1,02	1,34	2,20
5	0,39	0,65	0,41	0,75	0,42	0,79	0,47	0,94	0,49	1,05	0,64	1,22	0,88	1,50
6	0,06	0,38	0,06	0,41	0,07	0,45	0,08	0,49	0,09	0,55	0,12	0,61	0,04	0,79
7	0,02	0,21	0,02	0,22	0,02	0,24	0,03	0,27	0,03	0,30	0,03	0,33	0,07	0,56
8	0,49	0,49	0,47	0,53	0,46	0,58	0,49	0,65	0,57	0,76	0,74	0,91	0,99	1,28
9	0,11	0,26	0,12	0,29	0,12	0,34	0,14	0,39	0,14	0,44	0,18	0,52	0,40	0,84
10	0,35	0,49	0,37	0,56	0,34	0,63	0,34	0,71	0,39	0,84	0,58	1,04	0,49	1,14
11	0,53	0,53	0,59	0,59	0,54	0,62	0,56	0,71	0,60	0,84	0,77	0,92	1,25	2,01
12	0,31	0,44	0,45	0,62	0,50	0,69	0,58	0,81	0,68	1,02	0,84	1,38	1,50	2,05
13	0,12	0,24	0,17	0,33	0,23	0,40	0,28	0,47	0,32	0,57	0,38	0,67	0,73	1,13
14	0,01	0,17	0,01	0,21	0,02	0,24	0,02	0,26	0,02	0,29	0,00	0,34	0,07	0,54
15	0,81	0,81	0,83	0,83	0,88	0,88	0,86	0,86	0,78	0,80	0,84	0,91	1,37	1,47
16	0,76	0,76	0,95	0,95	1,06	1,06	1,08	1,08	0,89	0,89	0,86	0,97	1,26	1,47
17	0,09	0,31	0,14	0,40	0,20	0,46	0,25	0,52	0,30	0,62	0,40	0,78	0,63	1,15
18	0,31	0,48	0,29	0,51	0,28	0,54	0,21	0,54	0,20	0,60	0,13	0,64	0,44	1,22



## 6.3 Analisi dei Risultati

### 6.3.1 Introduzione

Nel paragrafo precedente sono stati riportati tutti i dati ricavati dalle verifiche a pressoflessione svolte per i fattori di struttura compresi da uno a tre.

L'obiettivo di questo paragrafo è quello di riunire e analizzare i risultati delle numerose verifiche sui pilastri svolte in precedenza, più precisamente i risultati delle verifiche a pressoflessione svolte per tutte le colonne dell'edificio, variando il coefficiente di struttura  $q$  secondo cinque valori che vanno da 1 a 3 (per la precisione, secondo  $q=1$ ;  $q=1,5$ ;  $q=2$ ;  $q=2,5$ ;  $q=3$ ).

La verifica a pressoflessione deviata si articola in un totale di 38 verifiche su ogni pilastro, scomponibili in 19 per la base della colonna e 19 per la sezione di sommità della stessa; queste ultime possono ulteriormente scomporsi nelle tre combinazioni statiche allo SLU e nelle rimanenti 16 combinazioni dinamiche sismiche: 8 per la direzione X del sisma, e altre 8 per la direzione Y.

La tabella che segue può essere d'aiuto per comprendere meglio la totalità delle verifiche in gioco per uno qualsiasi dei pilastri verificati e per uno qualsiasi dei valori di  $q$  adottati:

SEZIONE	COMBINAZIONI STATICHE	COMBINAZIONI DINAMICHE
Base (0,0 m)	SLU1, SLU2, SLU3	SISMA X1 MAX, SISMA X1 MIN, SISMA X2 MAX, SISMA X2 MIN, SISMA X3 MAX, SISMA X3 MIN, SISMA X4 MAX, SISMA X4 MIN,  SISMA Y1 MAX, SISMAY1 MIN, SISMA Y2 MAX, SISMA Y2 MIN, SISMA Y3 MAX, SISMA Y3 MIN, SISMA Y4 MAX, SISMA Y4 MIN
Sommità (3,3 m)	SLU1, SLU2, SLU3	SISMA X1 MAX, SISMA X1 MIN, SISMA X2 MAX, SISMA X2 MIN, SISMA X3 MAX, SISMA X3 MIN, SISMA X4 MAX, SISMA X4 MIN,  SISMA Y1 MAX, SISMAY1 MIN, SISMA Y2 MAX, SISMA Y2 MIN, SISMA Y3 MAX, SISMA Y3 MIN, SISMA Y4 MAX, SISMA Y4 MIN

Va precisato tuttavia che, in questa fase di analisi, sono considerati i risultati delle sole combinazioni sismiche, sebbene le verifiche siano state effettuate anche per le combinazioni statiche. I motivi sono i seguenti:

- Tali combinazioni sono quelle di maggiore interesse per lo studio; questa analisi di sensibilità, infatti, si riferisce al rischio sismico: la struttura dovrebbe già, almeno in teoria, essere stata verificata in fase di progettazione rispetto ai carichi statici;
- Nella quasi totalità dei casi, si è visto che le combinazioni statiche risultano essere soddisfatte, dunque è di minor interesse valutare la distribuzione di tali dati.



Nel caso di studio, vi sono 36 pilastri per piano, per un totale di tredici piani; essendo dunque 32 le combinazioni sismiche verificate per ogni colonna, si ottiene che per ogni valore del fattore di struttura “q” adottato, vi sono un totale di combinazioni pari a:

$$32 * 36 * 13 = 14976$$

Dalla grandezza di tale valore risulta evidente, quindi, come si renda necessario l’approccio della statistica descrittiva e l’uso di curve di distribuzione dei risultati per poter effettuare un confronto.

Senza tali strumenti, sarebbe impossibile confrontare un numero così elevato di combinazioni fra loro per poter dedurre l’influenza del fattore di struttura “q” sulle verifiche degli elementi strutturali.

### **6.3.2 Cenni di Statistica Descrittiva**

La statistica descrittiva è uno strumento utile per descrivere le caratteristiche di base dei numerosi dati raccolti in uno studio, fornendo una sintesi semplice del campione e delle misure raccolte. Insieme alla semplice analisi grafica, costituisce la base iniziale di partenza di qualsiasi analisi quantitativa dei dati.

La statistica descrittiva, semplicemente, descrive ciò che si osserva o ciò che i dati evidenziano nei loro tratti essenziali, a differenza della statistica inferenziale, che tenta di raggiungere conclusioni che si estendono oltre i dati raccolti nel loro immediato e che possono essere valide e riferibili ad un contesto più ampio rispetto a quello dei dati di quel singolo studio.

Per descrivere e sintetizzare l’informazione campionaria di un fenomeno numerico di interesse, la statistica descrittiva si focalizza su tre aspetti principali:

- La descrizione e la forma della distribuzione;
- La posizione o tendenza centrale;
- La variabilità o dispersione.

Gli strumenti a disposizione sono sia di tipo grafico che numerico. In questo ultimo caso si tratta di opportuni indici di sintesi, che in unico valore esprimono una specifica caratteristica della distribuzione dei dati: la tendenza centrale, la variabilità e la forma della distribuzione.

Nel dettaglio, tali indici di sintesi si articolano, per ognuno dei tre aspetti appena citati, in:

- Indici di posizione o tendenza centrale: media, mediana, moda;



- Indici di variabilità o dispersione: varianza, deviazione standard (scarto quadratico medio), range, valore massimo;
- Indici di forma: asimmetria, indice skewness e curtosi.

### **Indici Statistici di Posizione o Tendenza Centrale**

Per quanto riguarda la mediana, essa esprime la posizione o tendenza centrale di una serie di dati; è, cioè, quel valore al di sotto del quale ricadono la metà dei dati campionari e può essere assunto quale baricentro o spartiacque della curva di distribuzione.

Sia  $n$  il numero di osservazioni del campione di dati. In base al fatto che  $n$  sia pari o dispari e che sia divisibile per 4, la mediana viene così stabilita: se  $n$  è dispari, la mediana è il valore della serie ordinata nella posizione  $(n+1)/2$ , mentre se  $n$  è pari, la mediana è la media aritmetica dei due valori della serie ordinata nelle posizioni  $n/2$  e  $n/2+1$ .

La mediana non è in teoria influenzata dalla presenza di dati anomali e per questo è detta “indicatore robusto”.

Un' alternativa è data dalla media campionaria dei valori osservati, ovvero:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La media campionaria è una sorta di “baricentro” dei dati e, a differenza della mediana, tende ad essere “trascinata” verso i dati anomali.

Anche la frequenza può essere utilizzata a scopi comparativi, per evidenziare differenze ad analogie in diverse serie di dati; un altro parametro di sintesi è rappresentato infatti dalla moda, definita come il valore più frequente in una serie di dati; tale parametro è tuttavia poco utilizzato a causa della sua scarsa significatività.

### **Indici Statistici di Variabilità o Dispersione**

La variabilità o dispersione dei dati indica il grado di “oscillazione” o variazione dei valori rispetto alla loro tendenza centrale, misurata ad esempio con la media campionaria. L'indice statistico  $s^2$ , definito come:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

è detto varianza campionaria. Dato che  $s^2$  è definito nel quadrato della unità di misura di  $X$ , per facilità di interpretazione si preferisce usare la deviazione standard o scarto quadratico medio:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Un ulteriore parametro è il Range, ovvero il campo di variazione dei dati, definito come:

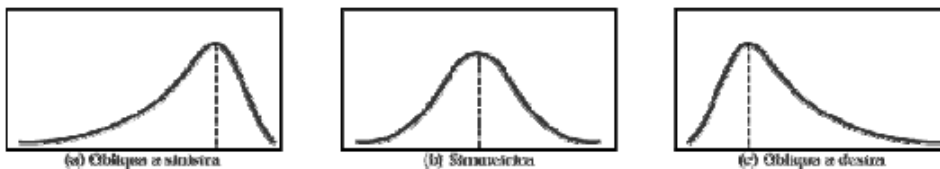
$$\text{Range} = \text{MAX} - \text{MIN}$$

Tale indice tuttavia è di scarso rilievo data la sua evidente dipendenza dalla presenza di eventuali dati anomali.

### **Indici Statistici di Forma**

Confrontando i due indici di tendenza centrale, media campionaria e mediana, è possibile trarre delle indicazioni in merito alla simmetria della distribuzione dei dati:

- media < mediana: asimmetria negativa o distribuzione obliqua a sinistra;
- media = mediana: simmetria;
- media > mediana: asimmetria positiva o distribuzione obliqua a destra.



**Figura 66** Definizione di asimmetria statistica

In termini grafici, questo significa che se l'asimmetria è positiva la maggior parte dei dati si addensano a sinistra del centro, rappresentato dalla mediana; si addensano a destra del centro se invece l'asimmetria è negativa.

### **6.3.3 Risultati**

Tutti i dati, che si riferiscono alla sola verifica a pressoflessione dei pilastri, sono stati analizzati e organizzati in tabelle e grafici, in modo da comprendere il vero comportamento dell'edificio preso in esame.

I risultati ottenuti sono stati poi suddivisi in:

- Risultati globali (evidenziando il comportamento globale dell'edificio);
- Per piano (evidenziando il comportamento locale).

Inoltre, sia nei risultati globali che nei risultati per piano, i dati ricavati sono stati ulteriormente organizzati in tabelle e grafici totali, in cui sono inseriti ragionamenti svolti su tutti i dati ottenuti, e in tabelle e grafici in cui sono inseriti solamente i valori maggiori di uno, che corrisponde al limite per cui la verifica a pressoflessione è soddisfatta.

Inoltre va sottolineato che i dati analizzati si riferiscono solo alle verifiche di combinazioni sismiche e non statiche. Questa analisi di sensibilità, infatti, si riferisce al rischio sismico: la struttura dovrebbe già, almeno in teoria, essere stata verificata, nel miglior modo possibile, rispetto ai carichi statici in fase di progettazione.





### 6.3.3.1 Risultati Globali

Innanzitutto è molto interessante osservare i grafici che si riferiscono all'andamento percentuale della totalità delle combinazioni. Ogni verifica a pressoflessione ha come risultato un valore: se questo dato è inferiore a uno (evidenziato nei grafici con una riga rossa) la verifica è soddisfatta, in caso contrario la colonna non è verificata. Tutti i risultati sono stati suddivisi in intervalli di ampiezza 0,05, e, attraverso una funzione di Excel ("Conta Se"), sono stati calcolati quanti valori sono presenti in ogni intervallo, cioè qual è il numero di combinazioni che presenta un valore di verifica compreso nell'intervallo pari a 0,05.

Tali parametri, in forma numerica o in forma percentuale sul totale delle combinazioni presenti per il dato fattore "q" (ovvero 14976, come visto in precedenza), saranno quindi collocati sull'asse Y della distribuzione.

A seconda che vengano espressi sotto forma di numero o sotto forma di percentuale si parla di:

- Frequenza assoluta: si intende il numero di unità che cadano in una determinata classe (intervallo). La frequenza assoluta somma ad n;
- Frequenza relativa: si intende la frazione (o la percentuale) di unità (rispetto al numero totale di unità) che cadano in una determinata classe (intervallo). La frequenza relativa somma ad 1 (o 100%);
- Frequenza cumulata: si intende il numero di unità che sono inferiori ad una data soglia (appartengono all'intervallo  $[-\infty, \text{soglia}]$ ). La frequenza cumulata ci dice quante osservazioni cadono fino ad una certa soglia e può essere sia assoluta sia relativa. Per costruzione, il valore della frequenza cumulata rispetto all'ultima soglia sarà il numero totale di osservazioni o il valore 100% rispettivamente per la frequenza cumulata assoluta o relativa.

Nei grafici seguenti sono riportate le percentuali di combinazioni che si trovano all'interno di un determinato intervallo. Ad esempio tra 0,5 e 0,55 sono presenti, con fattore di struttura pari a 1, il 3,3% di combinazioni sismiche rispetto al totale.

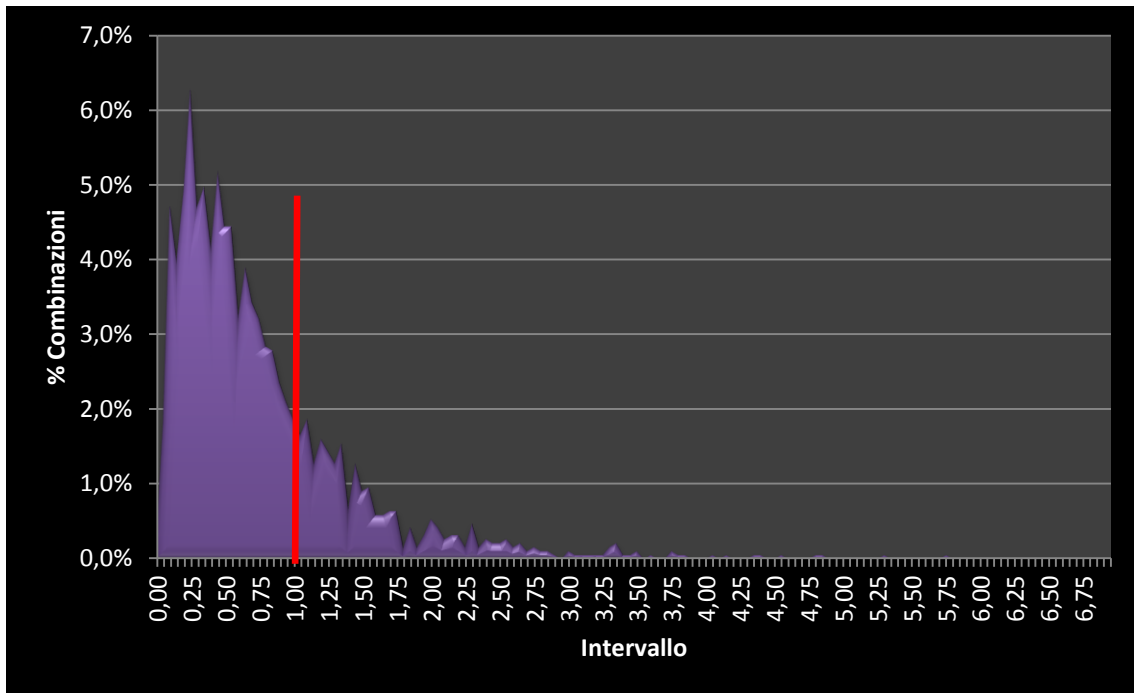


Grafico 1 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura  $q$  pari a uno

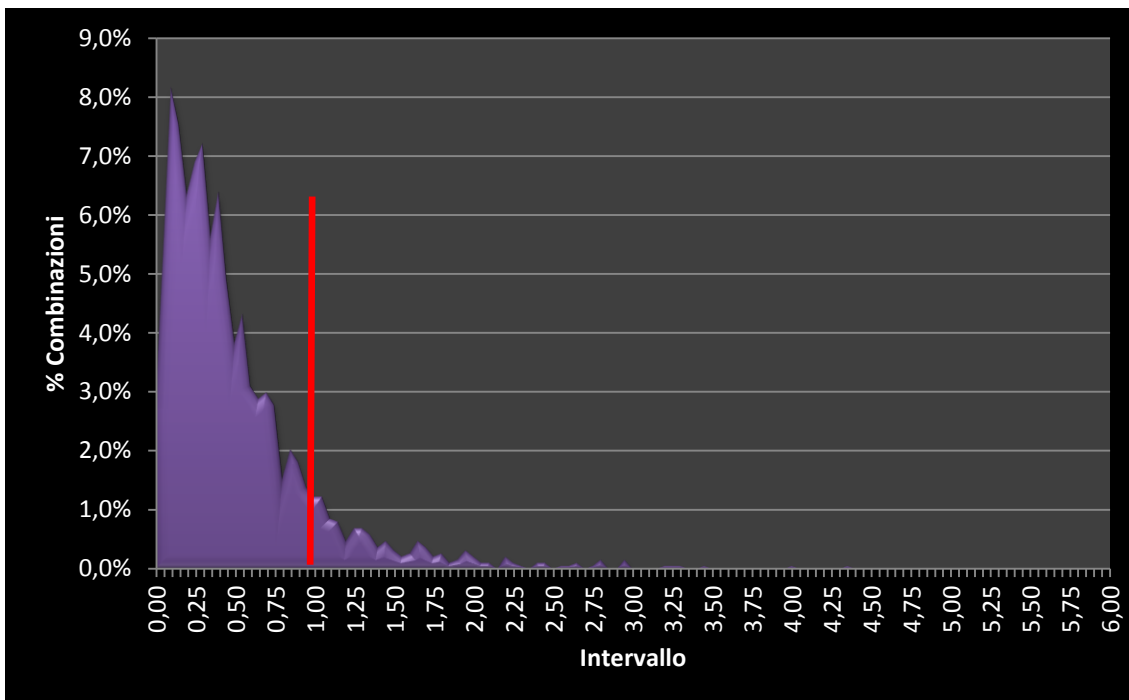


Grafico 2 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura  $q$  pari a 1,5

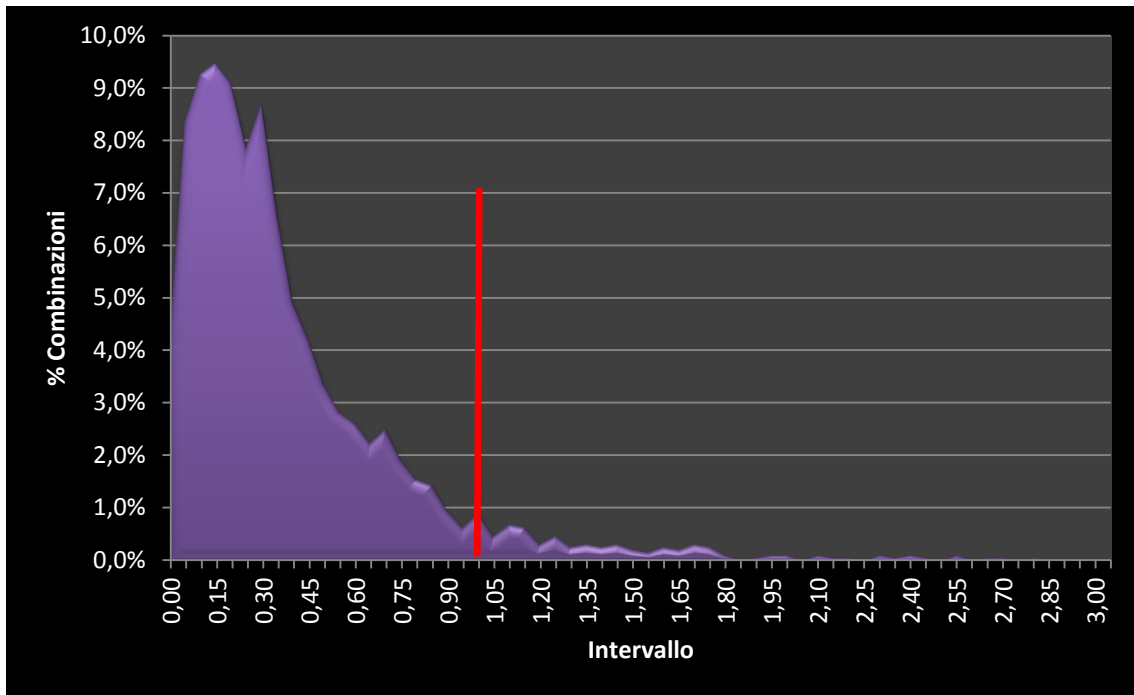


Grafico 3 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura q pari a due

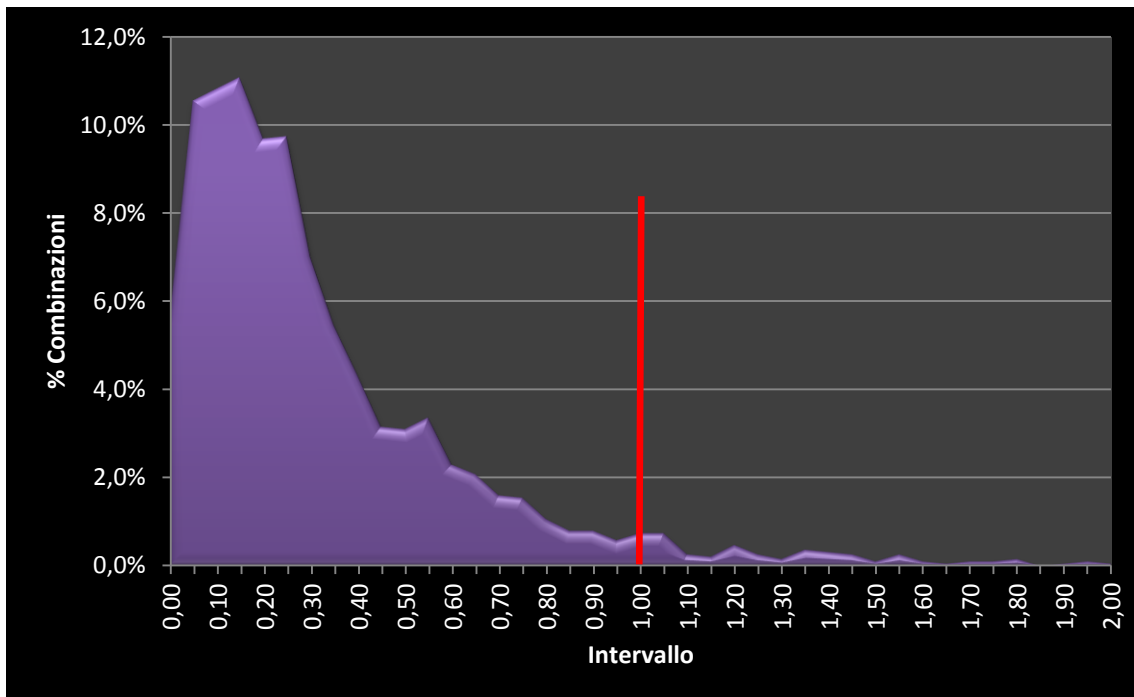
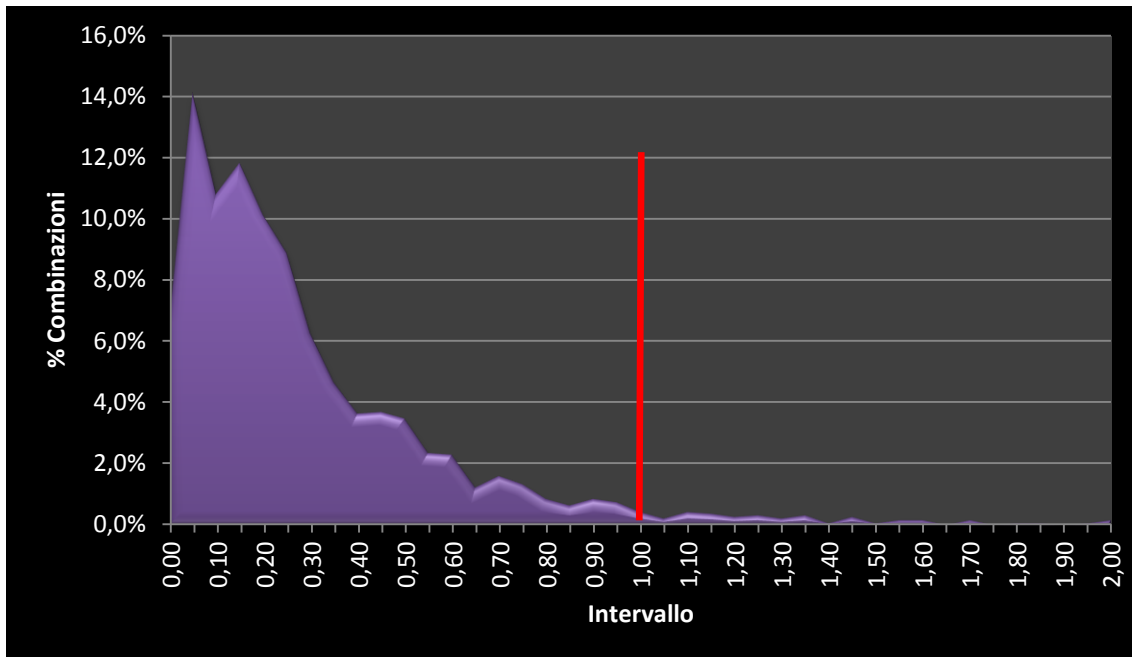


Grafico 4 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura q pari a 2,5



**Grafico 5** Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura  $q$  pari a tre

Viene evidenziata con un segmento rosso il limite di soddisfacimento della verifica (in corrispondenza del valore 1).

Fin da subito è possibile notare nelle curve il seguente andamento: più il fattore di struttura aumenta più il picco della curva aumenta di altezza e si sposta verso lo zero. Questo significa che l'edificio, aumentando il fattore di struttura, ha un comportamento migliore, cioè sono presenti meno combinazioni che, nella verifica a pressoflessione, risultano superiori a uno. Infatti si nota come la coda della curva, cioè il numero di combinazioni il cui valore di verifica risulta superiore a uno, diminuisce sensibilmente. Il numero di queste combinazioni non verificate è, con tutti i fattori di struttura considerati, abbastanza significativo: la linea rossa di demarcazione, evidenzia una quantità non trascurabile di valori di verifica maggiori di 1 anche con  $q=3$ .

Nelle tabelle seguenti sono inseriti tutti i dati di analisi statistica, di cui si è parlato nell'introduzione, sia in valore numerico che in valore percentuale.

VALORI NUMERICI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,77	0,80	0,550	48627,9	220,5	944,0	5,8	Positiva	2,24	4,11
q=1,5	0,51	0,65	0,375	94701,7	307,7	1224,0	4,4	Positiva	2,86	7,46
q=2	0,40	0,15	0,325	146406,8	382,6	1416,0	3,7	Positiva	3,34	10,60
q=2,5	0,34	0,10	0,225	192395,4	438,6	1656,0	3,3	Positiva	3,70	13,36
q=3	0,30	0,10	0,175	237317,4	487,2	2112,0	3,0	Positiva	4,04	16,79

PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,77	0,80	0,550	0,022%	1,47%	6,3%	5,8	Positiva	2,24	4,11
q=1,5	0,51	0,65	0,375	0,042%	2,05%	8,2%	4,4	Positiva	2,86	7,46
q=2	0,40	0,15	0,325	0,065%	2,55%	9,5%	3,7	Positiva	3,34	10,60
q=2,5	0,34	0,10	0,225	0,086%	2,93%	11,1%	3,3	Positiva	3,70	13,36
q=3	0,30	0,10	0,175	0,106%	3,25%	14,1%	3,0	Positiva	4,04	16,79

### Media

Si nota come la media dei risultati delle verifiche a pressoflessione diminuisce all'aumentare del fattore di struttura. La media è definita come l'ascissa corrispondente al baricentro dell'area sottesa alla curva.

L'andamento del valor medio è corretto: aumentando il fattore di struttura diminuiscono le azioni sulle colonne, e diminuiscono di conseguenza i valori risultanti dalle operazioni di verifica. Quindi, essendo la media il baricentro dell'area sottesa alla curva formata da questi valori, essa diminuisce.

L'andamento della media non è però lineare: si ha un forte salto dal valore corrispondente a q=1 al valore corrispondente a q=2. Le differenze successive sono invece basse: ciò significa che le azioni sugli elementi non variano linearmente al variare del fattore di struttura, ma si ha un forte salto solo per i valori di q compresi tra uno e due.

Il tutto è stato riassunto nel grafico seguente:



Grafico 6 Andamento della media in base al fattore di struttura

## Mediana

Anche la mediana, come la media, diminuisce all'aumentare del fattore di struttura. La mediana è definita come il valore dell'ascissa corrispondente all'ordinata della curva che divide in due parti uguali l'area sottesa alla curva stessa. A destra e a sinistra del valore della mediana si distribuiscono, quindi, in egual misura i valori che formano la curva.

Anche in questo caso la diminuzione del valore della mediana è corretto: aumentando il fattore di struttura si attenuano le azioni sulle colonne; decrescono di conseguenza i valore numerici dei dati risultanti dalle operazioni di verifica. Più i dati ricavati assumono un valore minore più il picco trasla verso lo zero; per cui l'ascissa che divide la curva in due parti uguali, cioè la mediana, diminuisce.

Il tutto è stato riassunto nel grafico seguente:

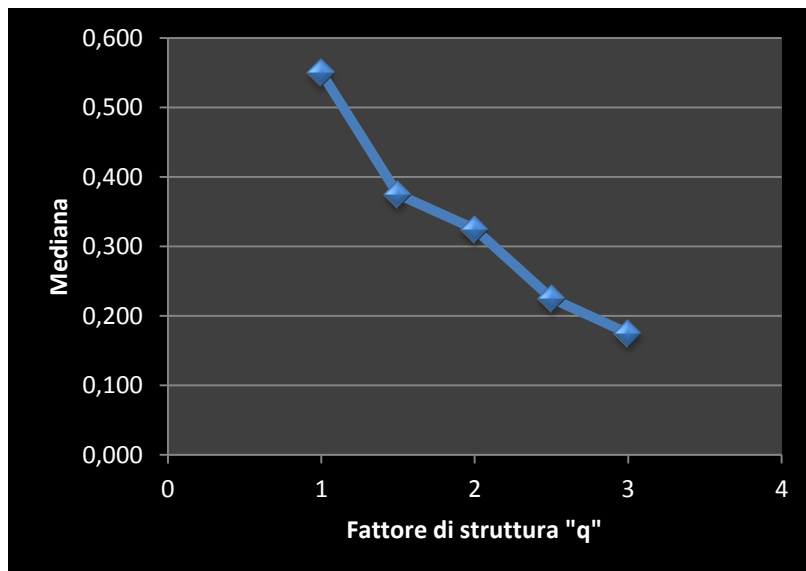


Grafico 7 Andamento della mediana in base al fattore di struttura

## Deviazione Standard e Varianza

I valori di deviazione standard e varianza, invece di diminuire aumentano. Per capire il motivo di questo andamento è necessario ricordare il significato di varianza: "fornisce una misura di quanto siano vari i valori assunti dalla variabile, ovvero di quanto si discostino dal valore atteso". In questo caso i valori della variabile sono distribuiti sull'asse delle ordinate: sono le percentuali di combinazioni che si trovano all'interno di un determinato intervallo. Il valore atteso è invece la media di tutti i valori assunti dalla variabile, per ogni fattore di struttura. Quindi più la varianza aumenta più i valori si distribuiscono lontani dal valor medio: questo significa che il picco dei risultati vicini al

valore zero aumenta, e quindi è presente un miglioramento delle condizioni dell'edificio.

Gli andamenti della Deviazione Standard e della Varianza sono riassunti nei seguenti grafici:

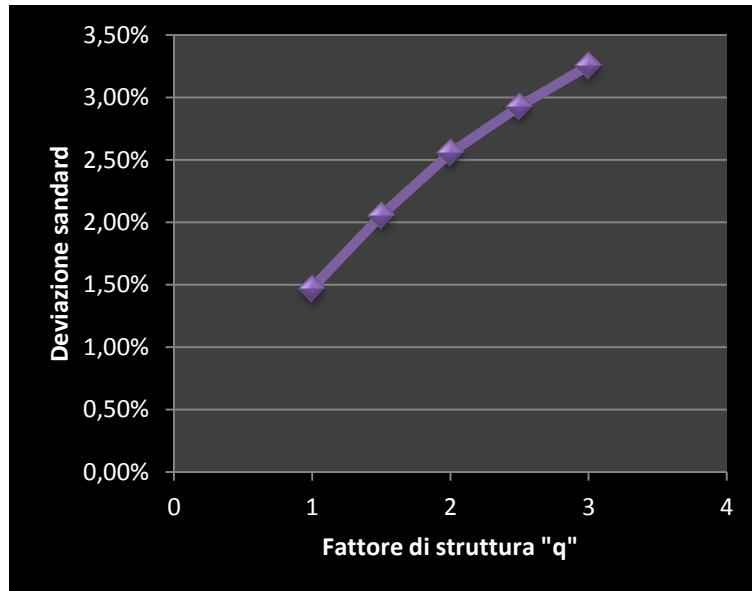


Grafico 8 Andamento della deviazione standard in base al fattore di struttura

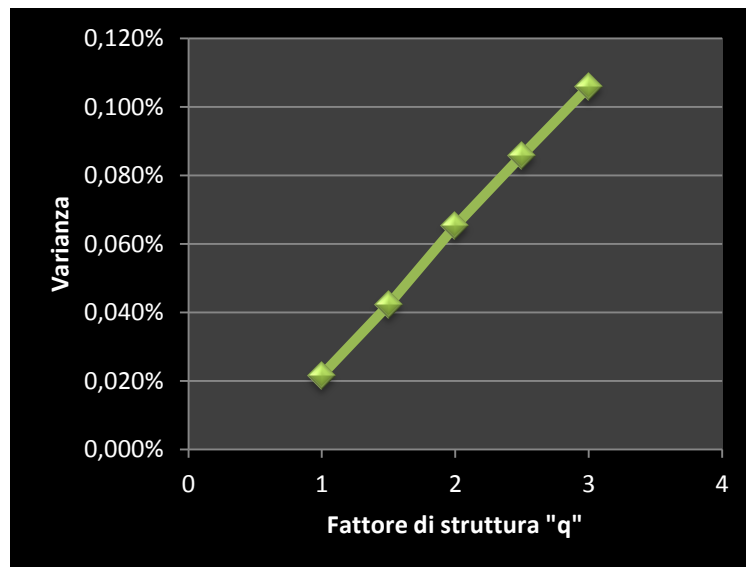
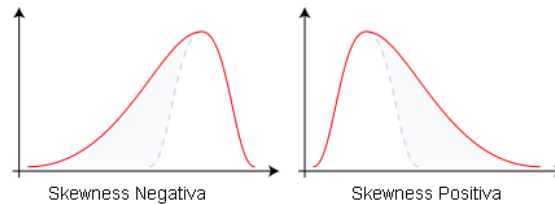


Grafico 9 Andamento della varianza in base al fattore di struttura

### Asimmetria, Skewness e Curtosi

Questi tre indici sono importanti perché esprimono il tipo di forma di una curva. Nel caso in esame l'asimmetria dei grafici è sempre positiva: ciò indica che è presente una distribuzione obliqua a destra, cioè la curva presenta la maggior parte dei valori nella

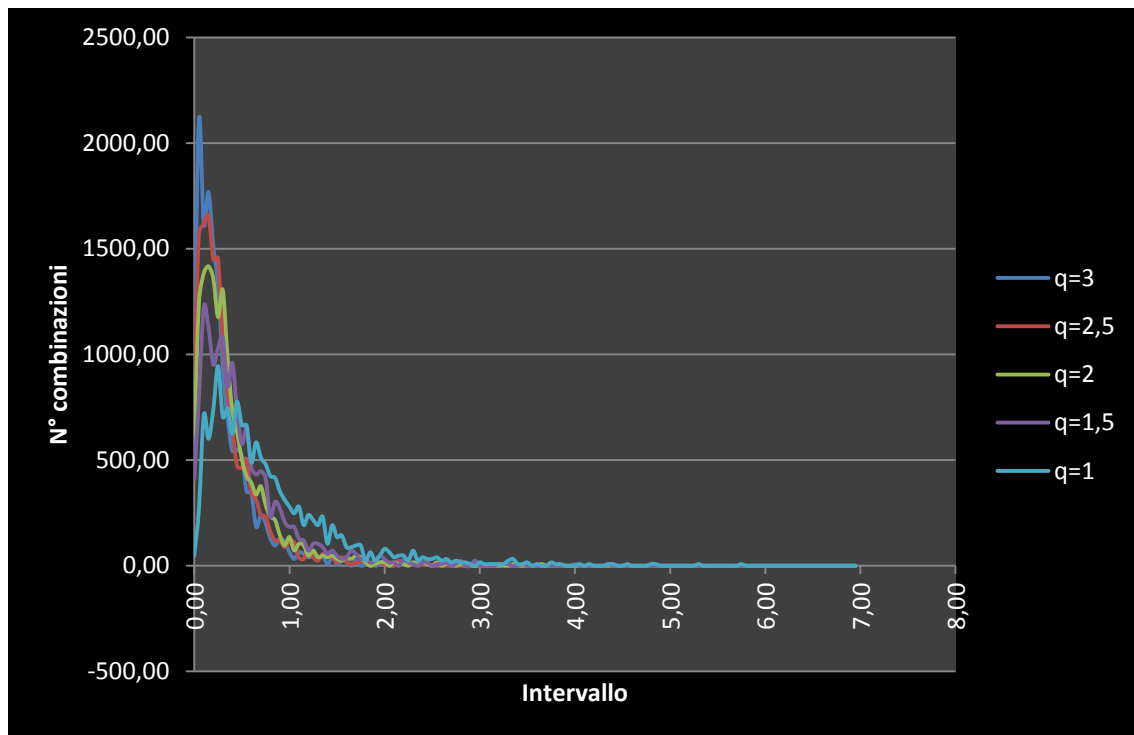
parte del grafico più vicina allo zero. La skewness invece caratterizza il grado di asimmetria di una distribuzione intorno alla propria media. Una skewness positiva indica l'orientamento verso i valori positivi (parte destra), mentre una skewness negativa verso i valori negativi (parte sinistra):



**Figura 67 Definizione di skewness**

Nel caso in esame la skewness è positiva, infatti la maggior parte dei valori si trova nella parte del grafico più vicina allo zero. L'indice di curtosi misura la "pesantezza delle code", ossia rileva quanto una distribuzione è piatta oppure appuntita: le curve appuntite, con code piccole, hanno l'indice di curtosi positivo. Nel caso in esame più  $q$  aumenta più la curtosi aumenta, e ciò è corretto, perché diminuisce la coda, cioè il numero di valori che risultano non verificati.

L'immagine seguente è molto interessante, perché riassume, in un unico grafico, l'andamento di tutti i valori delle combinazioni sismiche divise per fattore di struttura (ad ogni  $q$  corrisponde un diverso colore):



**Grafico 10** Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura





Si nota come la linea azzurra (che rappresenta il fattore di struttura pari a uno) sia la più bassa nel picco iniziale, dove sono presenti i valori numerici risultanti dalla verifica a pressoflessione più bassi, e la più alta nel resto del grafico, dove, invece, i valori risultanti sono più gravosi. La linea blu, che rappresenta il fattore di struttura pari a tre, ha invece, esattamente, un andamento opposto.

Tutte le analisi e i valori riportati in questo paragrafo si riferiscono alla totalità delle combinazioni sismiche. E' però molto interessante considerare solamente la coda della curva e focalizzare l'attenzione su di essa, cioè analizzare solamente il numero di combinazioni che la cui verifica non è soddisfatta, cioè che hanno come risultato un valore maggiore di uno.

Se nei grafici precedenti è stato possibile esaminare l'edificio in generale, attraverso lo studio di questi dati è invece possibile analizzare qual è il comportamento delle parti dell'edificio non verificate.

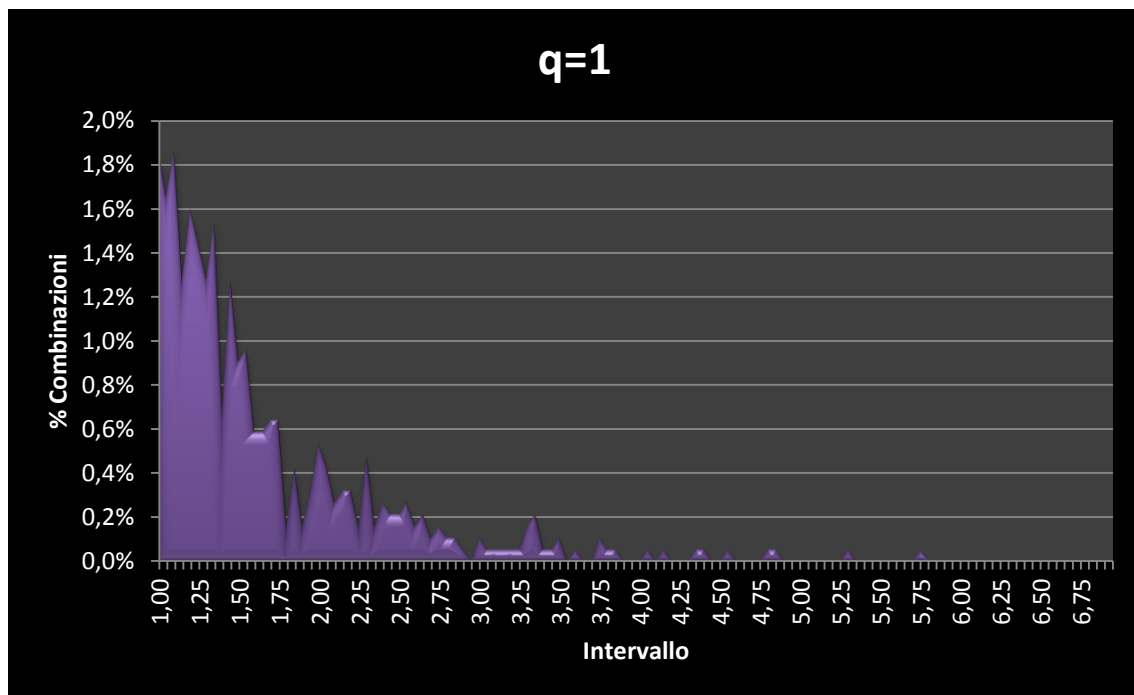


Grafico 11 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura q pari a uno

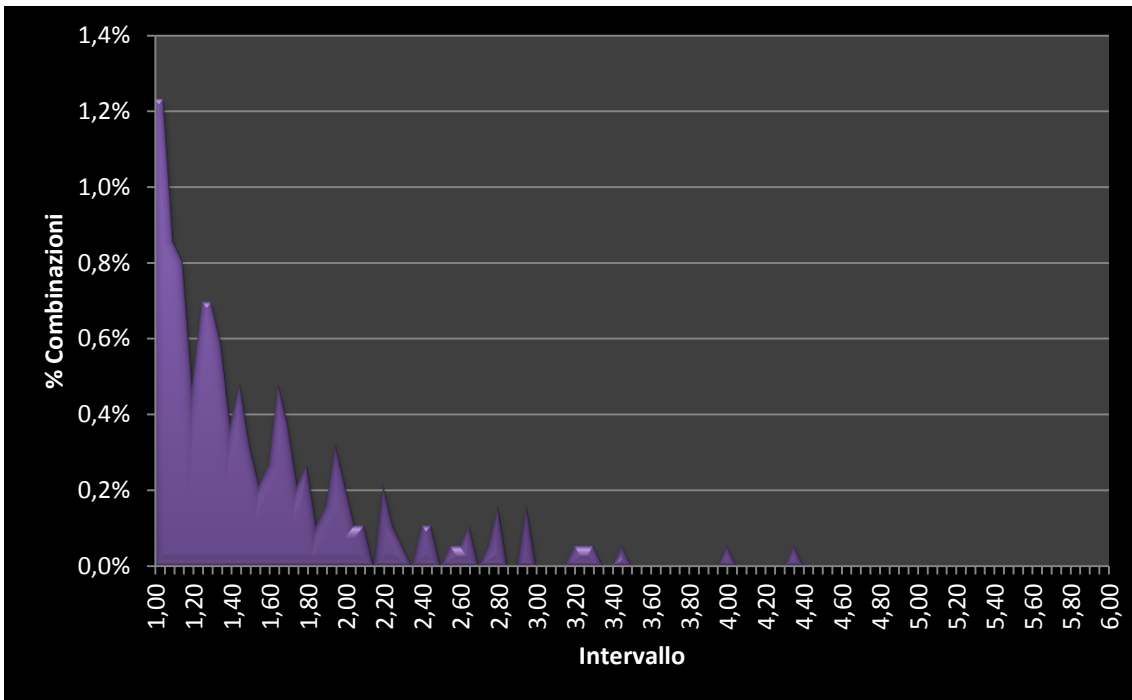


Grafico 12 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura q pari a 1,5

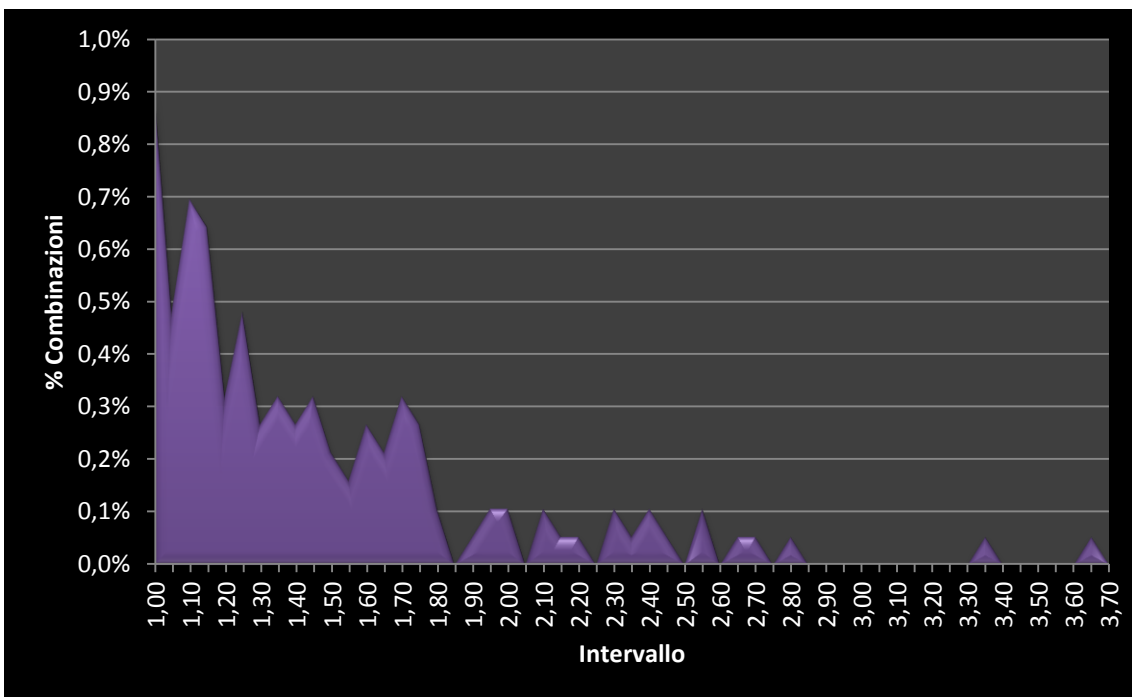


Grafico 13 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura q pari a due

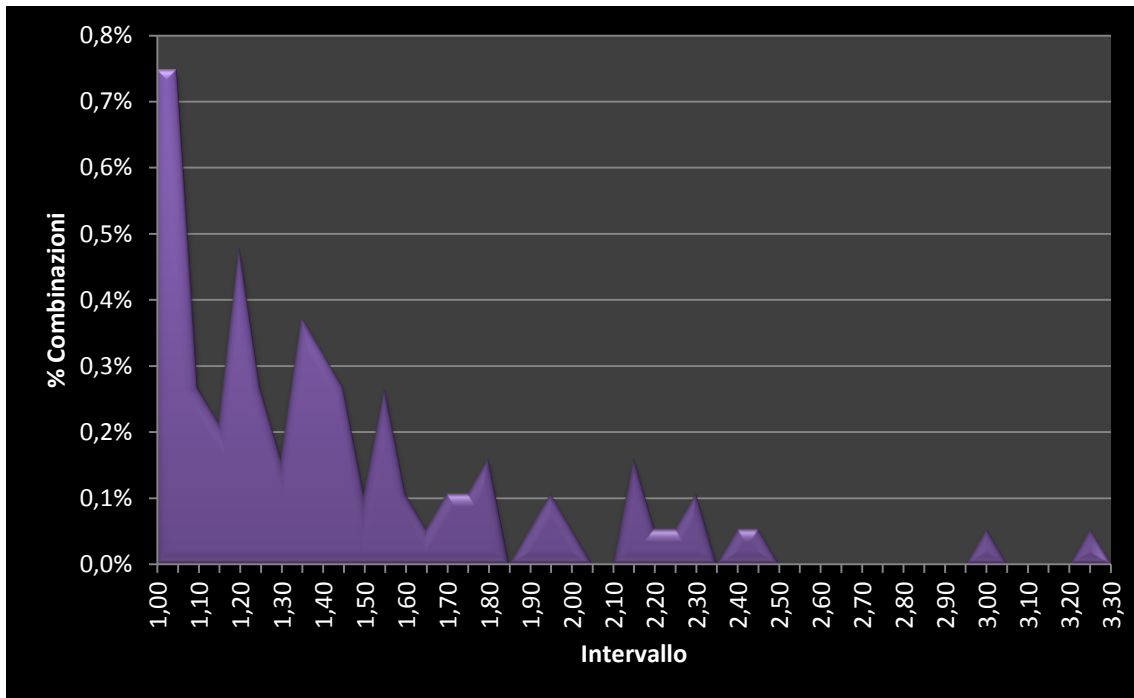


Grafico 14 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura q pari a 2,5

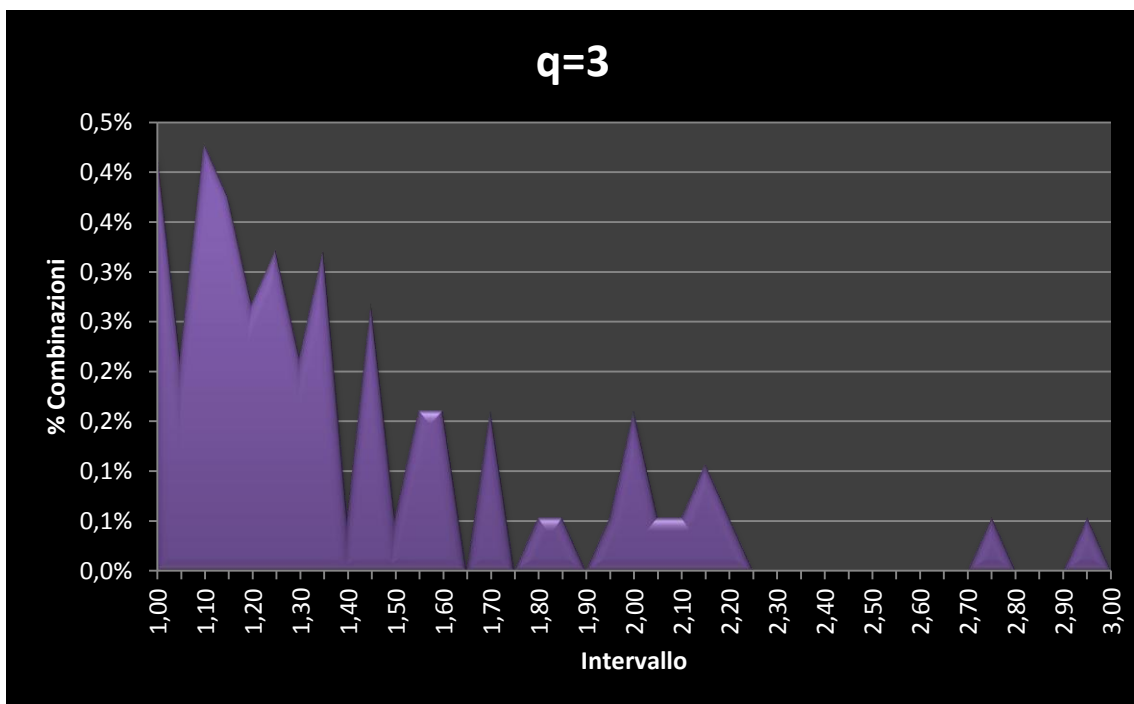


Grafico 15 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura q pari a tre

A prima vista può sembrare che con fattore di struttura pari a tre siano presenti più combinazioni non verificate rispetto al grafico con fattore di struttura pari a uno. In



realtà non è così: varia la scala sull'asse delle ordinate; si passa da un massimo del 2% ad un massimo dello 0,5%. L'andamento quindi è sempre corretto: più il fattore q aumenta più l'edificio reagisce meglio alle sollecitazioni agenti.

Si nota immediatamente che il valore massimo diminuisce: si passa da un valore di 5,8 per q = 1 ad un valore di 3 per q = 3.

E' necessario evidenziare che i valori massimi sono molto distanti dai valori medi: l'edificio presenta molte combinazioni non verificate, ma, di quest'ultime, solo pochissime si avvicinano ai valori massimi.

Un'altra considerazione molto interessante è la seguente: più aumenta il fattore di struttura più i picchi assumono valori percentuali minori, per cui la curva si appiattisce.

Anche per i soli valori non verificati sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, sia in valore numerico che in valore percentuale.

VALORI NUMERICI											
	Posizione			Dispersione				Forma			
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi	Somma >1
q=1	1,66	1,00	1,375	4739,2	68,8	280,0	5,8	Positiva	2,53	5,72	3920,00
q=1,5	1,52	1,00	1,325	1741,0	41,7	184,0	4,4	Positiva	3,14	10,69	1808,00
q=2	1,47	1,00	1,275	872,0	29,5	136,0	3,7	Positiva	3,34	12,60	1112,00
q=2,5	1,41	1,00	1,275	701,0	26,5	112,0	3,3	Positiva	3,89	17,26	832,00
q=3	1,41	1,00	1,275	378,2	19,4	64,0	3,0	Positiva	3,00	8,61	616,00

PERCENTUALI											
	Posizione			Dispersione				Forma			
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi	Somma %
q=1	1,66	1,00	1,375	0,002113%	0,460%	1,87%	5,8	Positiva	2,53	5,72	26,18%
q=1,5	1,52	1,00	1,325	0,000776%	0,279%	1,23%	4,4	Positiva	3,14	10,69	12,07%
q=2	1,47	1,00	1,275	0,000389%	0,197%	0,91%	3,7	Positiva	3,34	12,60	7,43%
q=2,5	1,41	1,00	1,275	0,000313%	0,177%	0,75%	3,3	Positiva	3,89	17,26	5,56%
q=3	1,41	1,00	1,275	0,000169%	0,130%	0,43%	3,0	Positiva	3,00	8,61	4,11%

### Media e Mediana

E' interessante sottolineare l'assenza di differenze significative tra il valor medio, e quello mediano, corrispondente al fattore di struttura q=2 e il valor medio, e mediano, corrispondente al fattore di struttura q=3. Ciò significa che l'edificio non risente particolarmente dei cambiamenti per valori del fattore di struttura da due in poi, ma il comportamento rimane pressoché costante. Ciò è valido per la media e la mediana,

ma le differenze, come si può osservare nelle tabelle precedenti, sono minime anche per i valori massimi registrati.

Gli andamenti della Mediana e della Media sono riassunti nei seguenti grafici:

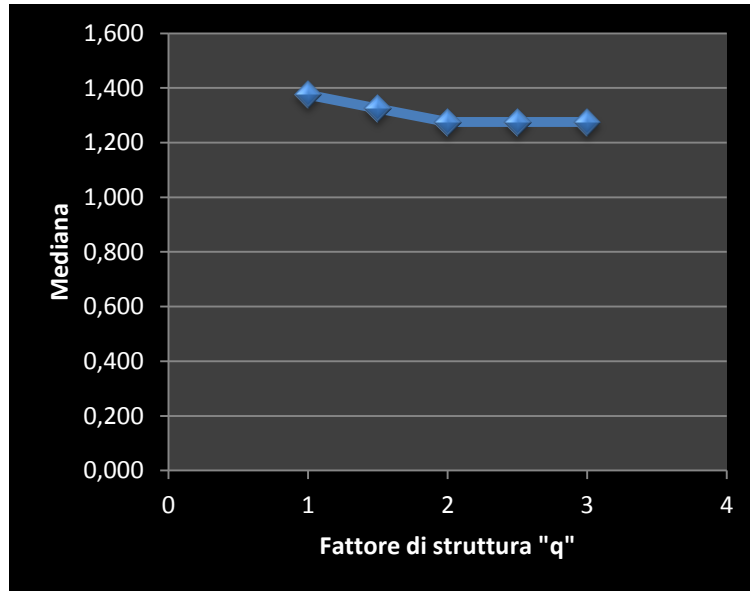


Grafico 16 Andamento della mediana delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura

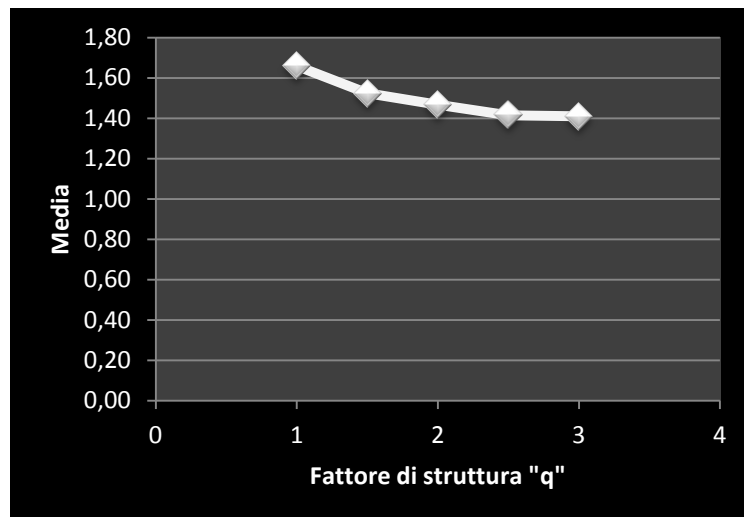


Grafico 17 Andamento della media delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura

### Deviazione Standard e Varianza

Al contrario di ciò che avviene nel caso di distribuzione globale, i valori di deviazione standard e varianza diminuiscono con l'aumentare del fattore di struttura. Il motivo è il seguente: aumentando il  $q$  diminuisce il numero totale di combinazioni non verificate,

dunque si appiattisce l'area sottesa alla curva. I valori, quindi, si discostano in maniera sempre minore rispetto al valore medio.

Gli andamenti della Deviazione Standard e della Varianza sono riassunti nei seguenti grafici:

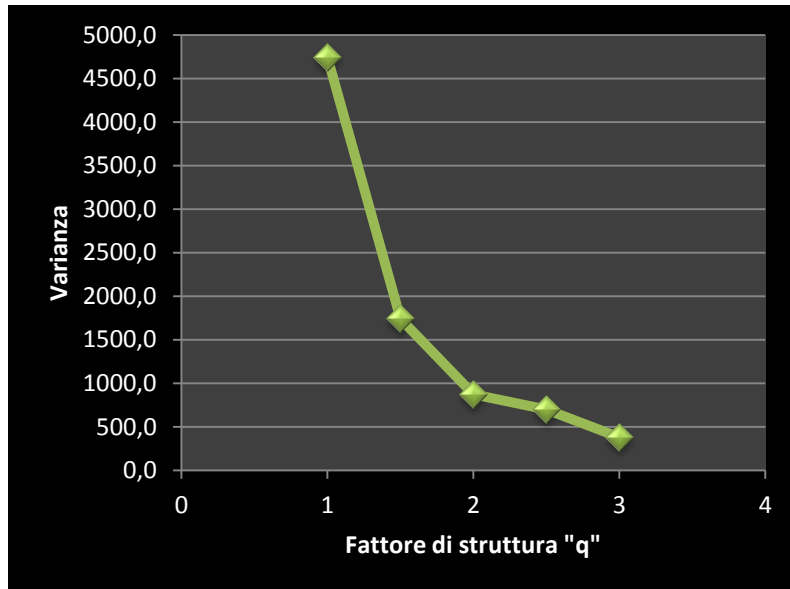


Grafico 18 Andamento della varianza delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura

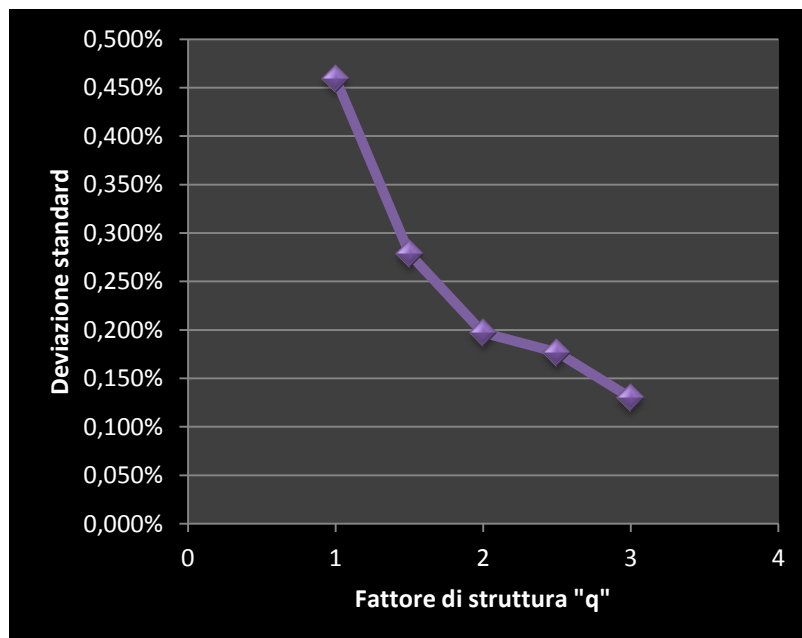


Grafico 19 Andamento della deviazione standard delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura



### Somma e Somma %

Questo indice è particolarmente significativo per capire quante combinazioni sismiche non risultano verificate variando il fattore di struttura. Il calcolo è banale: in Excel è stato sommato il numero di combinazioni che ricadono negli intervalli compresi tra 1 e 6,95 (anche se non sono mai presenti valori così elevati) ricavando in questo modo la somma totale; questo valore è stato poi diviso per il totale delle combinazioni sismiche (pari a 14976) ricavando la somma in %. Chiaramente all'aumentare di  $q$  la somma e la somma % diminuiscono. L'andamento della somma % è riassunto nel grafico:

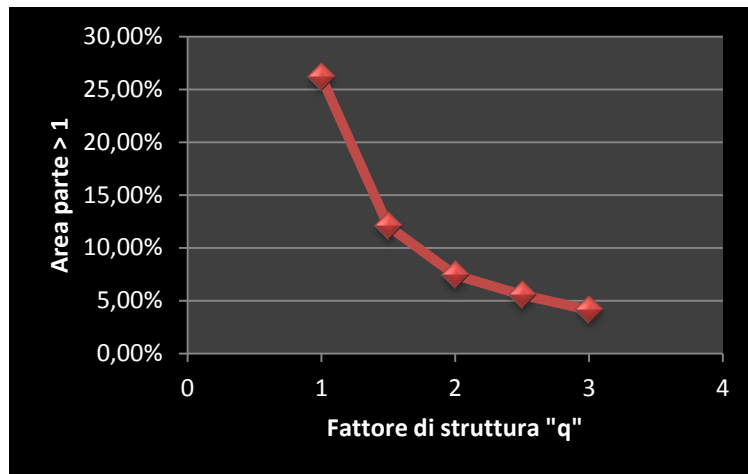


Grafico 20 Andamento della percentuale di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura

Si riassumono ora in unico grafico tutti i valori delle combinazioni sismiche divise per fattore di struttura (ad ogni  $q$  corrisponde un diverso colore):

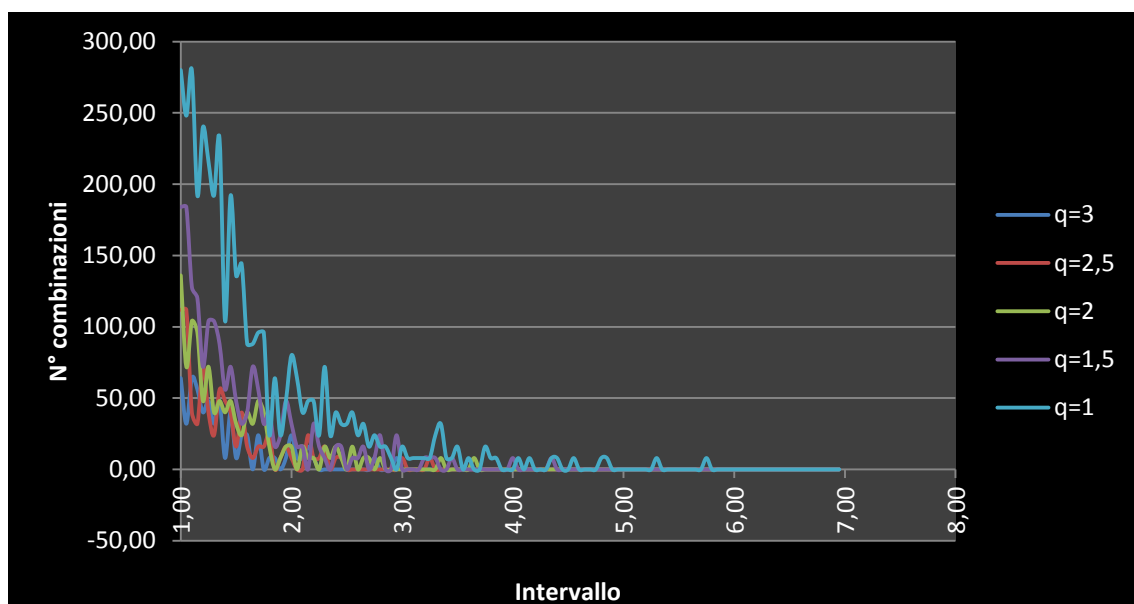


Grafico 21 Riassunto degli andamenti delle cominazioni non verificate



Il comportamento di questo grafico, che rappresenta i soli valori delle combinazioni non soddisfatte, è esattamente l'opposto rispetto al grafico degli andamenti totali: la linea azzurra è la più alta nel picco iniziale e la più lunga nella coda.

### 6.3.3.2 Risultati per Piano

Le analisi svolte fino ad ora sono molto interessanti perchè consentono di comprendere in maniera chiara il comportamento generale dell'edificio. Per spiegare invece come si comportano le colonne in alcune zone della struttura e capire dove e in che numero sono presenti i problemi maggiori, è necessario svolgere studi più approfonditi. Nel caso dell'edificio preso in esame sono stati esaminati i pilastri piano per piano (ad ogni piano sono presenti 1152 combinazioni sismiche), eseguendo gli stessi calcoli e le stesse analisi svolte in precedenza sul caso generale.

I problemi maggiori si riscontrano nei pilastri degli ultimi piani: l'azione assiale infatti in quei casi è minore. I momenti resistenti, che traggono beneficio da valori di azione assiale di compressione non troppo elevati, sono quindi minori.

Di seguito sono analizzati tutti i tredici piani:

#### 6.3.3.2.1 Piano Terra

Come descritto in precedenza i primi piani non presentano particolari problemi. Il valore massimo di verifica del piano terra, ottenuto con fattore di struttura uno, è pari a 1,04.

Nel grafico seguente sono riassunti i comportamenti delle colonne:

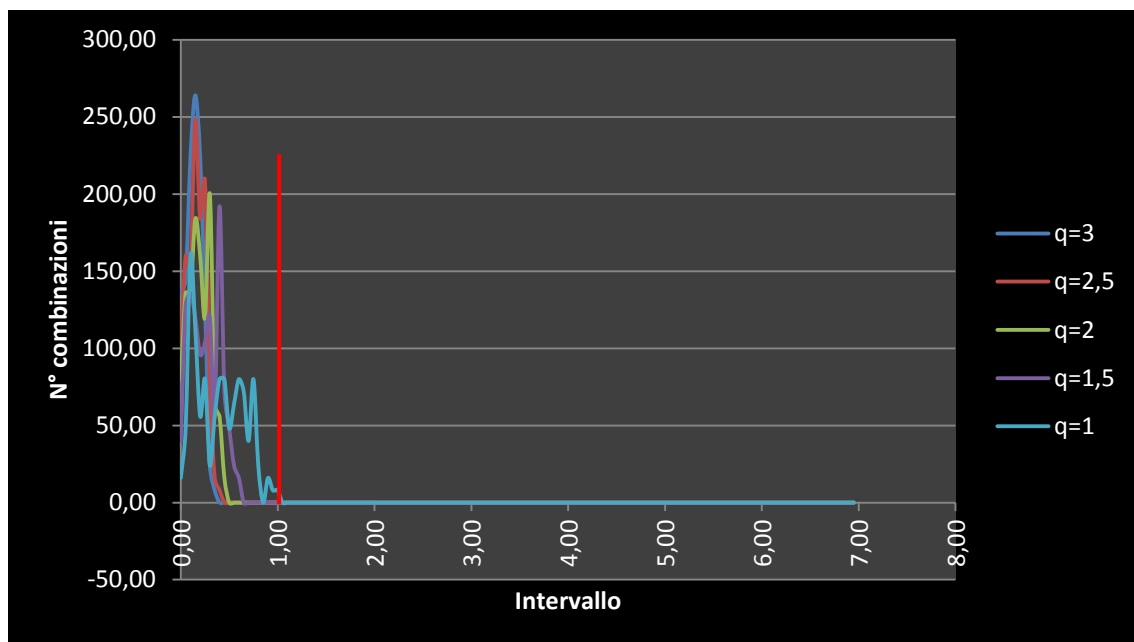


Grafico 22 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano terra





Molto interessante è conoscere il numero delle combinazioni non verificate (cioè il valore dell'area e area %):

	Somma >1	Somma %
q=1	8,00	0,69%
q=1,5	0,00	0,00%
q=2	0,00	0,00%
q=2,5	0,00	0,00%
q=3	0,00	0,00%

Si può notare come solo 8 combinazioni non sono soddisfatte e solo per il fattore di struttura pari a 1.

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

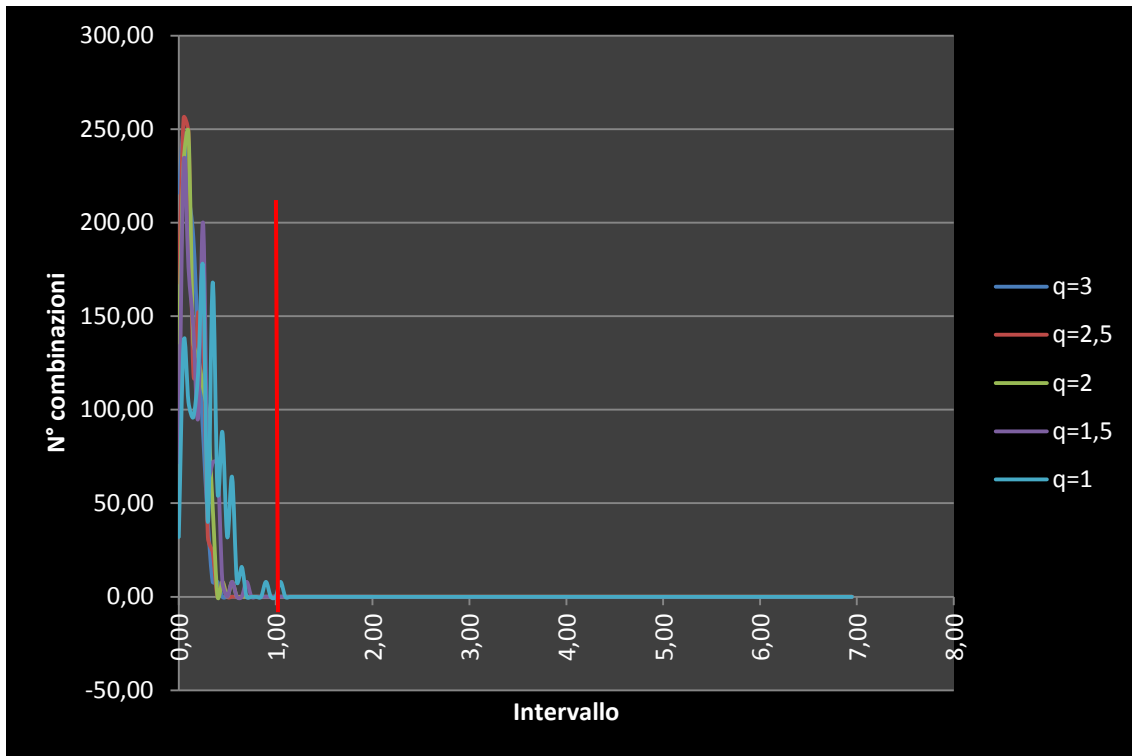
	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,39	0,80	0,375	0,046%	2,14%	13,9%	1,04	Positiva	3,53	13,77
q=1,5	0,26	0,65	0,225	0,067%	2,59%	16,7%	0,65	Positiva	4,03	16,65
q=2	0,19	0,15	0,175	0,084%	2,90%	17,4%	0,50	Positiva	4,33	18,42
q=2,5	0,16	0,10	0,125	0,105%	3,24%	21,5%	0,42	Positiva	4,86	23,59
q=3	0,14	0,10	0,125	0,118%	3,43%	22,9%	0,36	Positiva	5,10	26,04

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono. La varianza e la deviazione standard invece aumentano: anche l'analisi del piano terra ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2 Piano Rialzato

Anche il piano rialzato non presenta particolari problemi: il valore massimo di verifica, ottenuto con fattore di struttura uno, è pari a 1,09.

Nel grafico seguente sono riassunti i comportamenti delle colonne:



**Grafico 23 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano rialzato**

Anche in questo caso si nota come sono davvero pochissimi i casi di combinazioni non verificate. Il dato più preciso è fornito dai valori di area e area % riferiti alle combinazioni la cui verifica non è soddisfatta:

	Somma >1	Somma %
q=1	8,00	0,69%
q=1,5	0,00	0,00%
q=2	0,00	0,00%
q=2,5	0,00	0,00%
q=3	0,00	0,00%

Il numero di combinazioni la cui verifica non è soddisfatta non muta rispetto al PT. Ciò che varia è invece il valore massimo, che aumenta fino a 1,09.



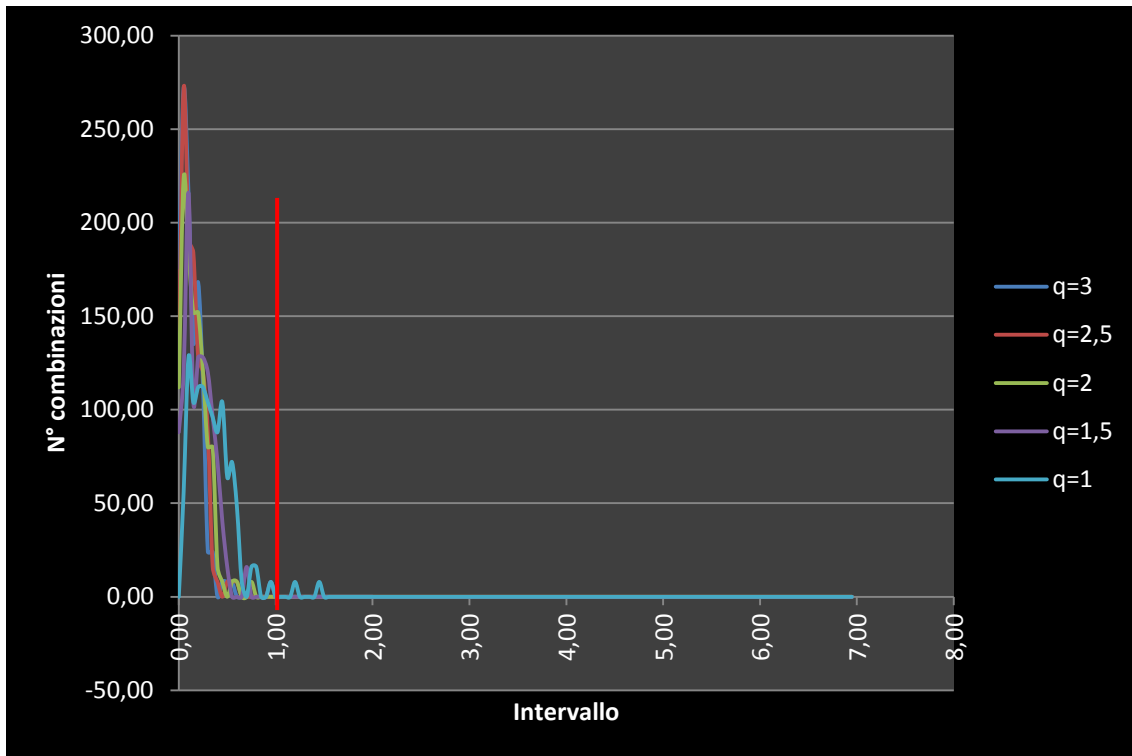
Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,27	0,80	0,225	0,066%	2,57%	15,3%	1,09	Positiva	4,12	17,19
q=1,5	0,18	0,65	0,125	0,090%	2,99%	20,1%	0,72	Positiva	4,82	24,14
q=2	0,14	0,15	0,075	0,099%	3,15%	21,5%	0,57	Positiva	4,97	25,97
q=2,5	0,12	0,10	0,075	0,112%	3,34%	22,2%	0,49	Positiva	5,11	26,61
q=3	0,11	0,10	0,075	0,114%	3,38%	21,5%	0,44	Positiva	5,03	24,80

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano rialzato ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio. E' da sottolineare che, come nel caso generale, è presente un salto molto significativo tra il valore medio e mediano, calcolati con q pari a uno, e il valore medio e mediano, calcolati con q pari a due; con i fattori di struttura successivi i valori si stabilizzano, rimanendo quasi costanti. Ciò significa che, come spiegato in precedenza, all'aumento di q le azioni agenti sulla struttura non diminuiscono linearmente.

### 6.3.3.2.3 Piano Primo

Al piano primo i problemi diventano più marcati: con fattore di struttura pari a uno il valore massimo è già 1,49. Se il fattore di struttura è pari a uno, lo spettro di risposta elastico è uguale allo spettro di progetto; anche in caso di sisma eccezionale, quindi, la struttura, se tutte le verifiche sono soddisfatte, non subirebbe alcun danno. Ciò comporta azioni sulla struttura molto gravose: per questo motivo, già al piano primo, anche con sezioni abbastanza importanti, alcune combinazioni non risultano verificate.



**Grafico 24 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano primo**

Si nota come sono presenti sia alcuni picchi vicino alla linea rossa di demarcazione, posta sul valore uno, sia alcuni picchi, delle curve riferite ai fattori  $q$  compresi tra 1,5 e 3, addossati all'asse Y: in quei casi la maggior parte delle colonne risultano verificate. Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
$q=1$	16,00	1,39%
$q=1,5$	0,00	0,00%
$q=2$	0,00	0,00%
$q=2,5$	0,00	0,00%
$q=3$	0,00	0,00%

Sostanzialmente, rispetto al piano precedente, il numero è raddoppiato, e il valore massimo è già salito a 1,49.

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.



PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,04	0,80	0,275	0,001%	0,29%	1,4%	1,49	Negativa	3,30	9,68
q=1,5	0,03	0,65	0,175	0,001%	0,34%	2,4%	0,97	Negativa	4,27	19,52
q=2	0,02	0,15	0,125	0,001%	0,37%	2,4%	0,76	Negativa	4,55	21,02
q=2,5	0,02	0,10	0,075	0,002%	0,40%	3,0%	0,65	Negativa	5,10	27,49
q=3	0,02	0,10	0,075	0,002%	0,42%	3,0%	0,58	Negativa	5,14	27,06

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano primo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio. In questo caso, però, la distanza tra i valori, ricavati utilizzando un fattore di struttura pari a uno, e i valori, ricavati utilizzando un fattore di struttura pari a tre, è minima. La differenza, invece, in termini di valori massimi è abbastanza marcata (il rapporto è circa 1/3).

#### 6.3.3.2.4 Piano Secondo

Al piano secondo i problemi diventano più marcati: con fattore di struttura pari a uno il valore massimo aumenta fino a 1,63, e, con fattore di struttura pari a 1,5, il valore massimo risulta essere non soddisfatto, cioè 1,08.

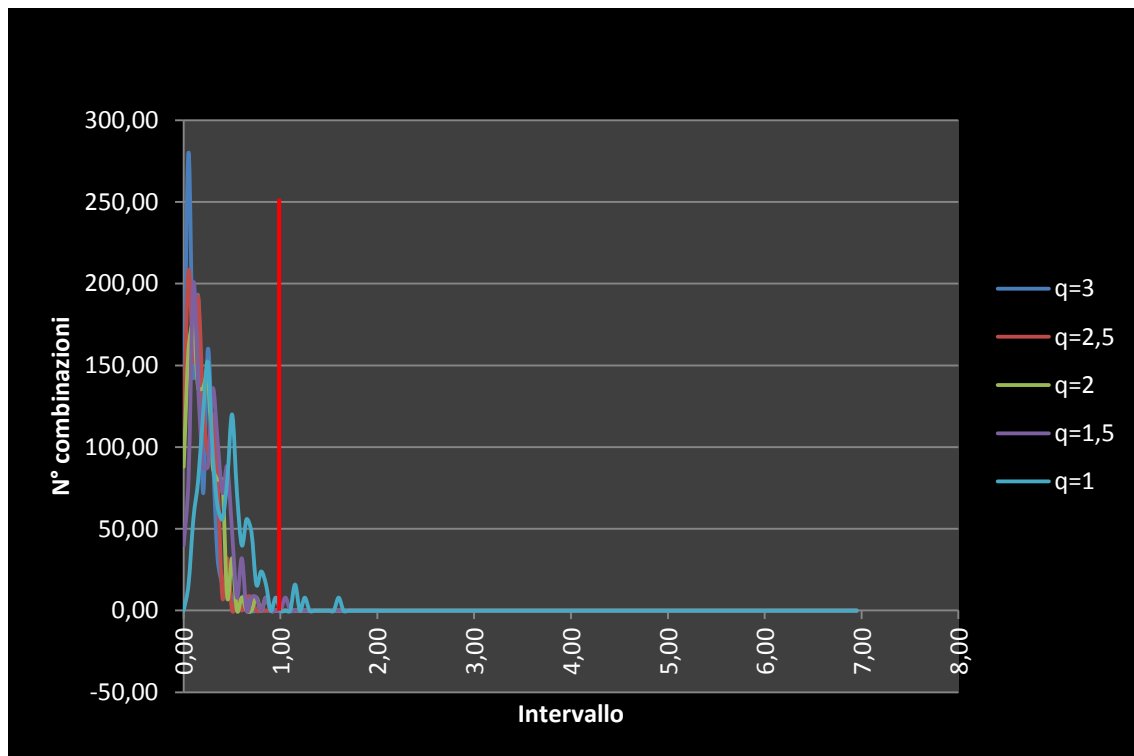


Grafico 25 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano secondo



Si nota come sono presenti sia alcuni picchi vicino alla linea rossa di demarcazione, posta sul valore uno, sia alcuni picchi, delle curve riferite ai fattori q compresi tra 1,5 e 3, addossati all'asse Y: in quei casi la maggior parte delle colonne risultano verificate. Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	32,00	2,78%
q=1,5	8,00	0,69%
q=2	0,00	0,00%
q=2,5	0,00	0,00%
q=3	0,00	0,00%

Per q=1 il numero raddoppia, mentre per q=1,5 passa da valore nullo a 8.

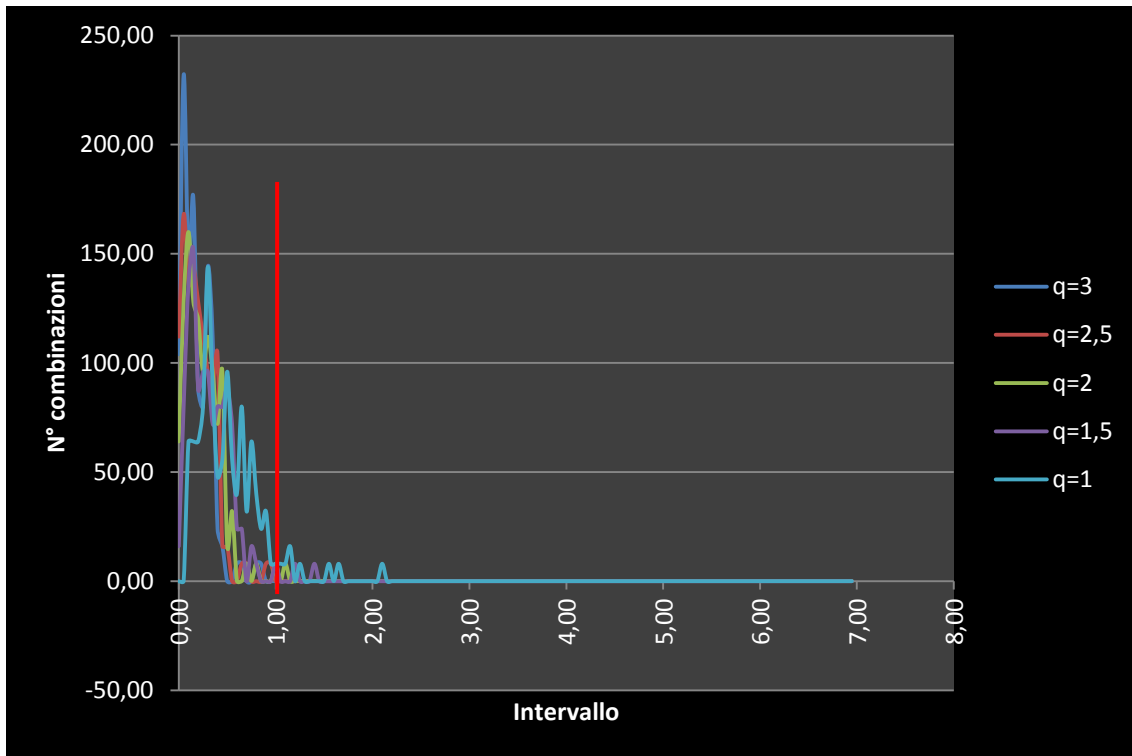
Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,05	0,80	0,325	0,001%	0,28%	1,7%	1,63	Negativa	3,60	13,45
q=1,5	0,03	0,65	0,225	0,001%	0,32%	2,2%	1,08	Negativa	4,20	19,08
q=2	0,03	0,15	0,175	0,001%	0,34%	1,9%	0,86	Negativa	4,03	15,66
q=2,5	0,02	0,10	0,125	0,001%	0,36%	2,3%	0,74	Negativa	4,43	19,74
q=3	0,02	0,10	0,125	0,002%	0,39%	3,0%	0,66	Negativa	5,29	30,43

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano secondo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio. In questo caso, però, la distanza tra i valori ricavati utilizzando un fattore di struttura pari a uno, e i valori ricavati utilizzando un fattore di struttura pari a tre è minima. La differenza, invece, in termini di valori massimi è abbastanza marcata.

### 6.3.3.2.5 Piano Terzo

Con il piano terzo il numero di verifiche che non risultano soddisfatte aumenta; anche con fattore di struttura pari a due in alcuni pilastri il valore massimo risulta superiore a uno (1,14).



**Grafico 26 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano terzo**

Si nota come sono presenti sia alcuni picchi vicino alla linea rossa di demarcazione, in continuo aumento, sia alcuni picchi, delle curve riferite ai fattori  $q$  compresi tra 1,5 e 3, addossati all'asse Y: in quei casi la maggior parte delle colonne risultano verificate. E' necessario evidenziare lo spostamento dei picchi delle linee corrispondente a  $q$  uno: ormai il valore medio è sempre più vicino al limite di soddisfacimento delle verifiche.

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
$q=1$	72,00	6,25%
$q=1,5$	24,00	2,08%
$q=2$	16,00	1,39%
$q=2,5$	0,00	0,00%
$q=3$	0,00	0,00%

Se in precedenza, nel passaggio tra un piano e l'altro, il numero di combinazioni non soddisfatte raddoppiava, in questo caso i valori sono più che raddoppiati. Raggiunta una certa altezza l'azione assiale e le sezioni diminuiscono, mentre i momenti agenti aumentano: ciò porta ad un aumento non più lineare delle combinazioni non soddisfatte.

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,06	0,80	0,425	0,001%	0,25%	1,6%	2,14	Negativa	3,32	12,03
q=1,5	0,04	0,65	0,275	0,001%	0,29%	1,7%	1,44	Negativa	3,53	12,30
q=2	0,03	0,15	0,175	0,001%	0,31%	1,7%	1,14	Negativa	3,67	12,70
q=2,5	0,03	0,10	0,175	0,001%	0,33%	1,8%	0,98	Negativa	3,82	13,59
q=3	0,02	0,10	0,125	0,001%	0,36%	2,5%	0,88	Negativa	4,64	22,46

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano terzo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio. La differenza in termini di valori massimi si fa sempre più marcata.

### 6.3.3.2.6 Piano Quarto

Al piano quarto, anche con valori di fattori di struttura pari a 2,5 e 3, le verifiche non sono più soddisfatte: i valori massimi risultano rispettivamente 1,22 e 1,11 .

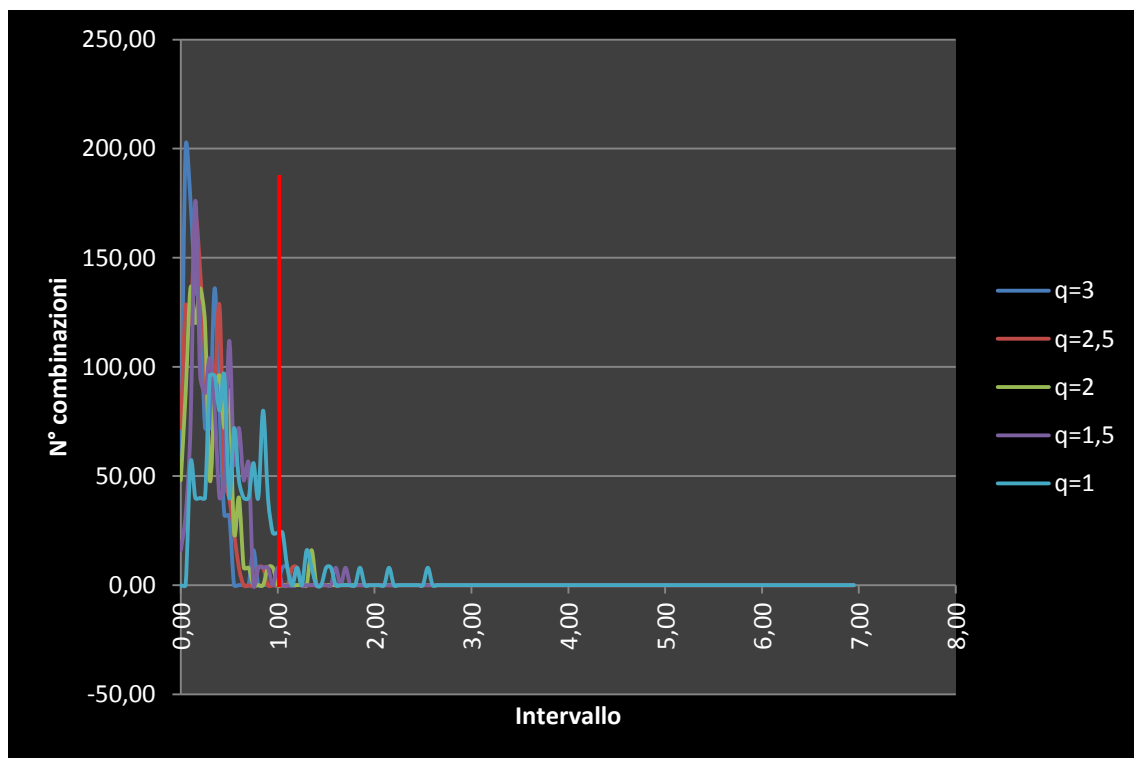


Grafico 27 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano quarto





Si nota come i picchi, in corrispondenza della linea rossa di demarcazione, posta sul valore uno, sono sempre maggiori, sia in numero che in altezza. Invece i picchi vicino all'asse Y si abbassano: ciò significa che sempre più combinazioni risultano non soddisfatte o possiedono un valore prossimo a uno.

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	128,00	11,11%
q=1,5	32,00	2,78%
q=2	16,00	1,39%
q=2,5	16,00	1,39%
q=3	16,00	1,39%

In questo passaggio di piano i valori sono aumentati circa dell'80% per q=1, mentre negli altri casi sono rimasti invariati, o hanno subito solo un piccolo aumento.

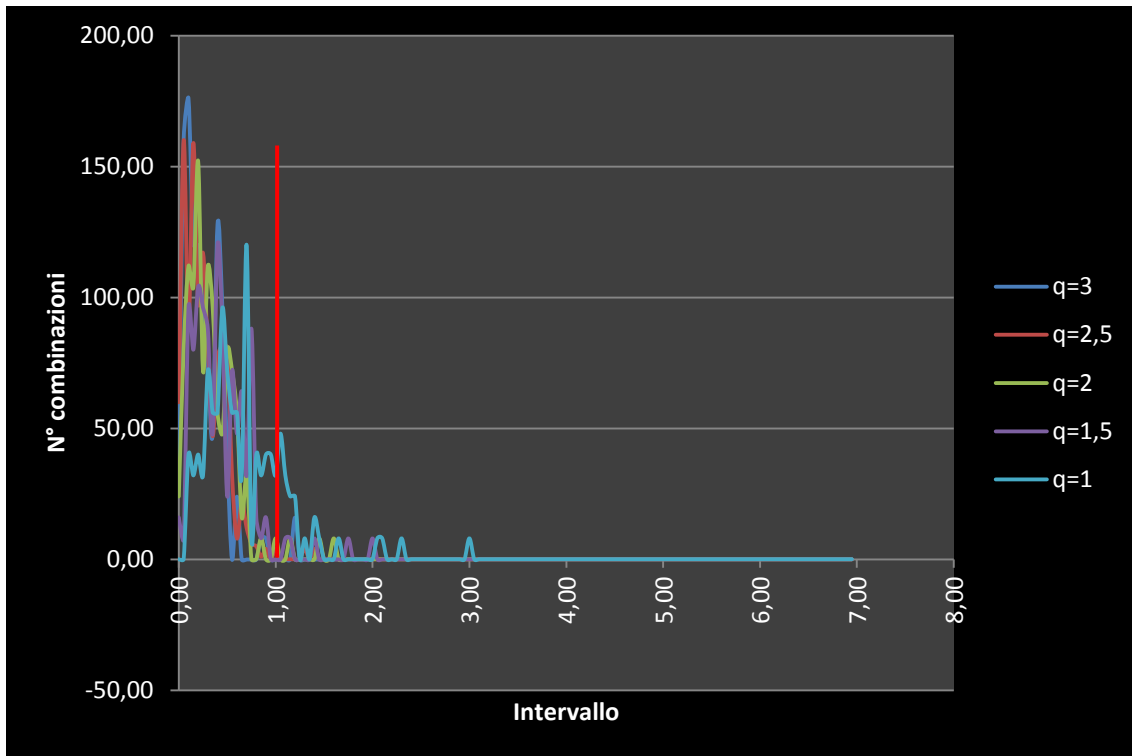
Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,06	0,80	0,425	0,001%	0,25%	1,6%	2,14	Negativa	3,32	12,03
q=1,5	0,04	0,65	0,275	0,001%	0,29%	1,7%	1,44	Negativa	3,53	12,30
q=2	0,03	0,15	0,175	0,001%	0,31%	1,7%	1,14	Negativa	3,67	12,70
q=2,5	0,03	0,10	0,175	0,001%	0,33%	1,8%	0,98	Negativa	3,82	13,59
q=3	0,02	0,10	0,125	0,001%	0,36%	2,5%	0,88	Negativa	4,64	22,46

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano quarto ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio. La differenza in termini di valori massimi è sempre più marcata.

### 6.3.3.2.7 Piano Quinto

Al piano quinto la maggior parte delle sezioni dei pilastri si riducono, assumendo la misura 25x25 cm: la rigidezza subisce, quindi, un calo improvviso. E' per questo motivo che i valori massimi, soprattutto con fattore di struttura pari a uno, subiscono un forte aumento: dal valore 2,14 del piano quarto a 3,04.



**Grafico 28 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano quinto**

In corrispondenza del valore  $X=1$  si può notare un picco della curva corrispondente al fattore di struttura pari a uno; sono presenti, inoltre, molti altri piccoli picchi a destra della linea rossa di demarcazione: le combinazioni sismiche la cui verifica non è soddisfatta sono in continuo aumento.

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	232,00	20,14%
q=1,5	40,00	3,47%
q=2	32,00	2,78%
q=2,5	12,00	1,04%
q=3	16,00	1,39%

Un dato abbastanza preoccupante è il seguente: solo al piano quinto, per il fattore di struttura uguale a uno, il 20,14% di combinazioni non sono verificate. Negli altri casi, invece i valori sono decisamente inferiori.



Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,09	0,80	0,575	0,000%	0,22%	1,3%	3,04	Negativa	3,01	10,14
q=1,5	0,05	0,65	0,375	0,001%	0,26%	1,3%	2,05	Negativa	3,16	9,01
q=2	0,04	0,15	0,275	0,001%	0,28%	1,7%	1,63	Negativa	3,50	12,19
q=2,5	0,03	0,10	0,225	0,001%	0,30%	1,7%	1,41	Negativa	3,85	15,21
q=3	0,03	0,10	0,175	0,001%	0,32%	1,9%	1,25	Negativa	4,02	16,14

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano quinto ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.8 Piano Sesto

Tra il piano quinto e il piano sesto la media, la mediana e i valori massimi non variano: la rigidità delle colonne e le azioni non subiscono cambiamenti, per cui i risultati sono pressoché identici. Aumentano invece il numero di combinazioni sismiche non verificate: da 20,14% a 31,94%, per quanto riguarda il fattore di struttura pari a uno. Negli altri casi invece l'aumento è molto basso o addirittura i valori rimangono costanti.

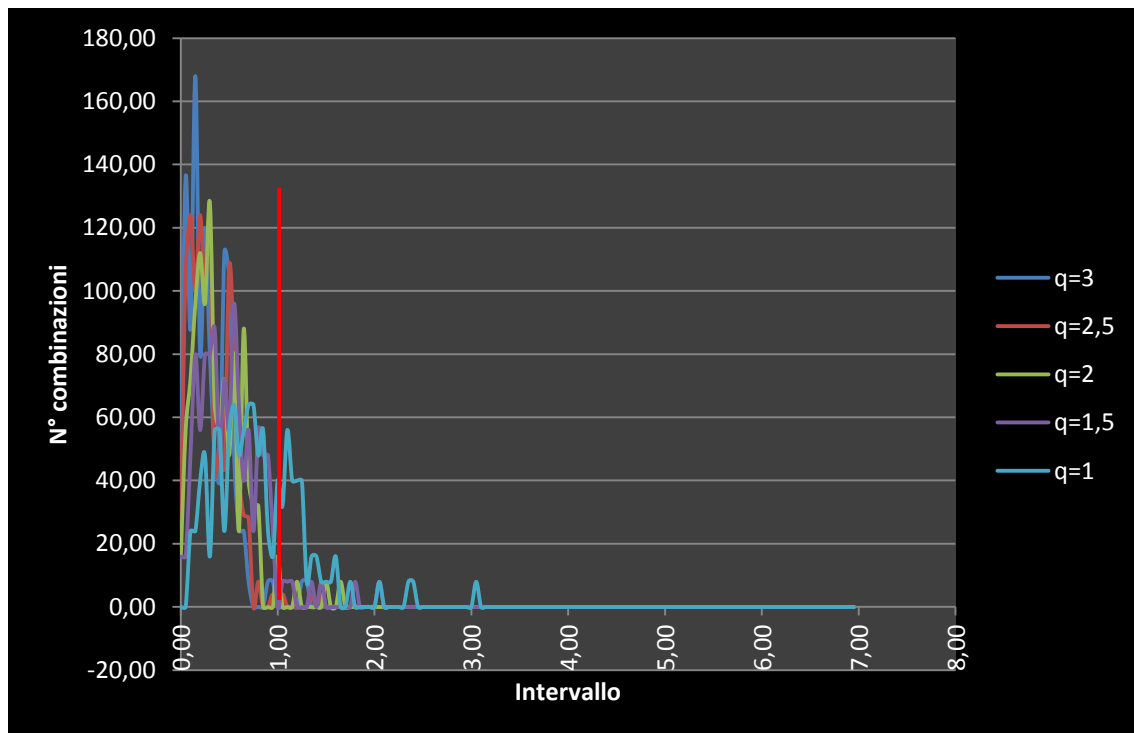


Grafico 29 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano sesto



In corrispondenza del valore  $X=1$  si può notare un picco della curva corrispondente al fattore di struttura pari a uno; sono presenti, inoltre, molti altri piccoli picchi a destra della linea rossa di demarcazione: le combinazioni sismiche la cui verifica non è soddisfatta sono in continuo aumento.

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	368,00	31,94%
q=1,5	56,00	4,86%
q=2	40,00	3,47%
q=2,5	12,00	1,04%
q=3	16,00	1,39%

Un dato abbastanza preoccupante è il seguente: solo al piano sesto, per il fattore di struttura uguale a uno, il 31,94% di combinazioni non sono verificate. Negli altri casi invece i valori sono decisamente inferiori.

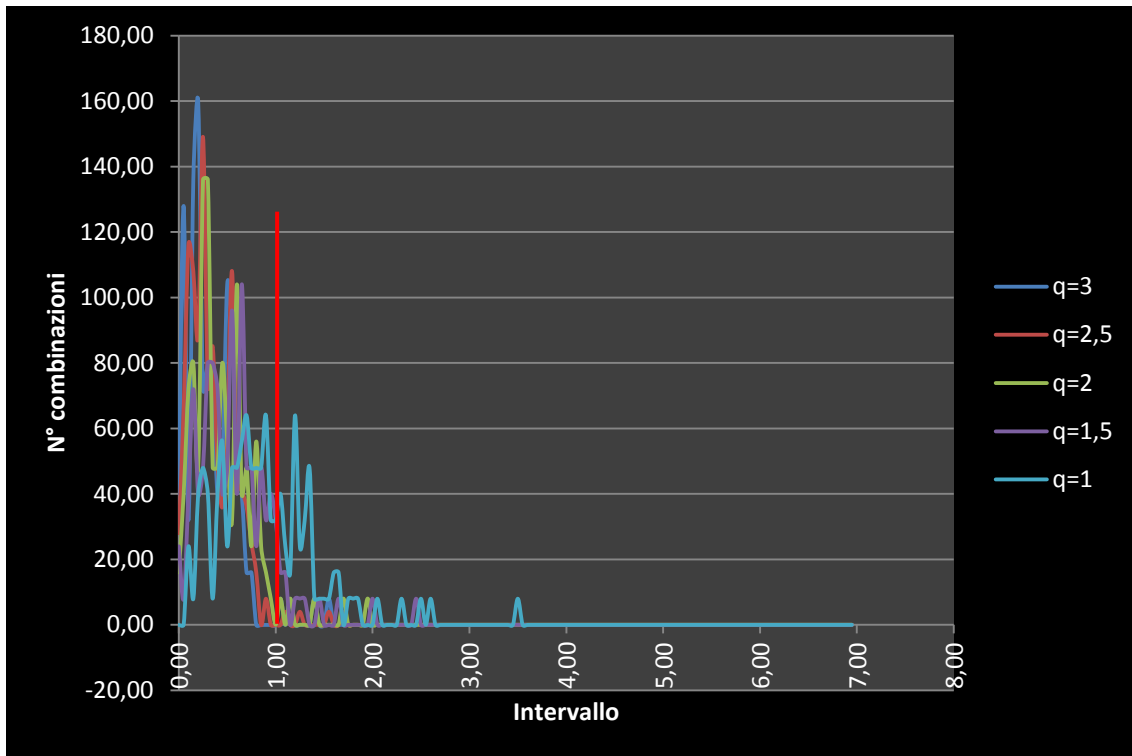
Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,10	0,80	0,700	0,000%	0,19%	0,7%	3,05	Negativa	2,10	3,10
q=1,5	0,06	0,65	0,425	0,001%	0,23%	1,0%	2,10	Negativa	2,66	6,09
q=2	0,05	0,15	0,3	0,001%	0,26%	1,4%	1,69	Negativa	3,19	9,76
q=2,5	0,04	0,10	0,225	0,001%	0,29%	1,4%	1,46	Negativa	3,44	10,97
q=3	0,04	0,10	0,225	0,001%	0,30%	1,8%	1,31	Negativa	3,85	15,10

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano sesto ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.9 Piano Settimo

Al piano settimo i valori massimi subiscono un nuovo aumento: da 3,05 a 3,53 (per q=1). L'aumento di combinazioni sismiche non verificate invece non è troppo marcato.



**Grafico 30 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano settimo**

Si nota come, per la curva corrispondente al fattore di struttura uno, il picco massimo si trova dopo il valore  $X=1$ : significa che moltissime combinazioni non risultano verificate. Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	408,00	35,42%
q=1,5	120,00	10,42%
q=2	40,00	3,47%
q=2,5	16,00	1,39%
q=3	32,00	2,78%

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,11	0,80	0,775	0,000%	0,18%	0,7%	3,53	Negativa	2,06	3,03
q=1,5	0,07	0,65	0,525	0,000%	0,22%	1,1%	2,46	Negativa	2,83	7,86
q=2	0,06	0,15	0,35	0,001%	0,26%	1,5%	1,99	Negativa	3,59	13,84
q=2,5	0,04	0,10	0,275	0,001%	0,27%	1,6%	1,73	Negativa	3,53	12,70
q=3	0,04	0,10	0,275	0,001%	0,29%	1,7%	1,56	Negativa	3,83	15,18

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano settimo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.10 Piano Ottavo

Al piano ottavo l'aumento dei valori massimi e del numero di combinazioni non verificate, per tutti i fattori di struttura considerati, non è troppo marcato.

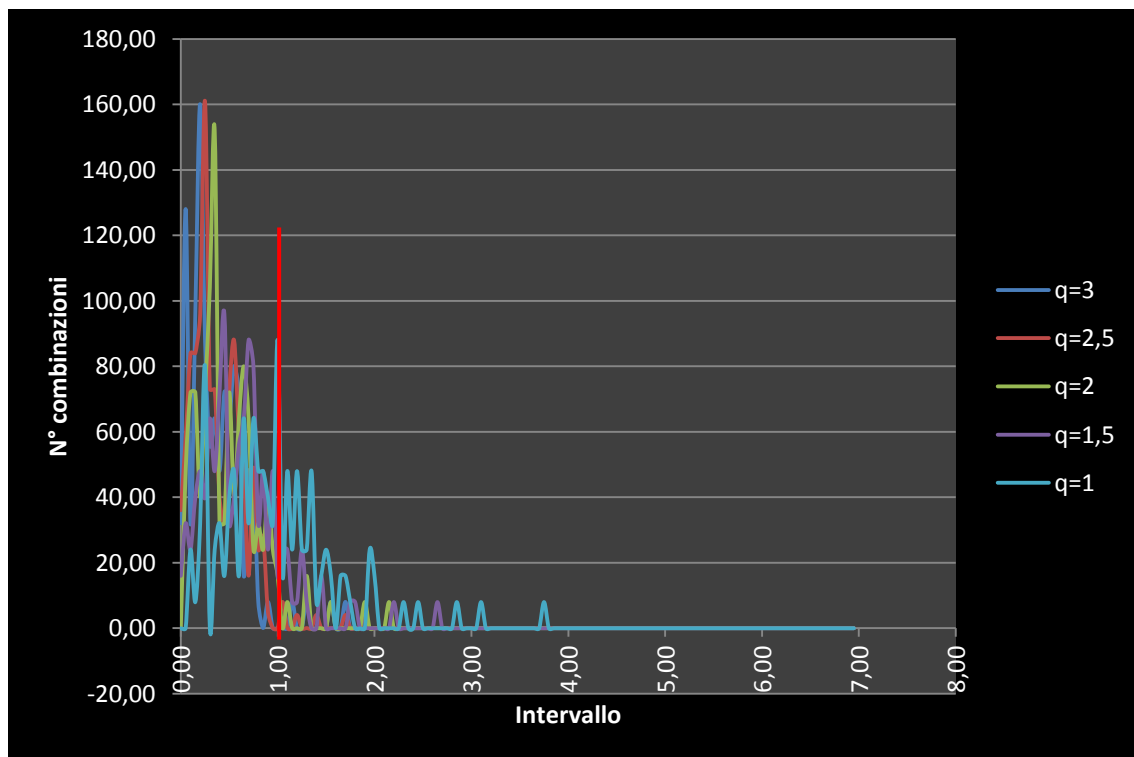


Grafico 31 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano ottavo

Si nota come, per la curva corrispondente al fattore di struttura uno, il picco massimo si trova dopo il valore  $X=1$ : significa che moltissime combinazioni non risultano verificate. Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:



	Somma >1	Somma %
q=1	504,00	43,75%
q=1,5	160,00	13,89%
q=2	64,00	5,56%
q=2,5	24,00	2,08%
q=3	32,00	2,78%

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

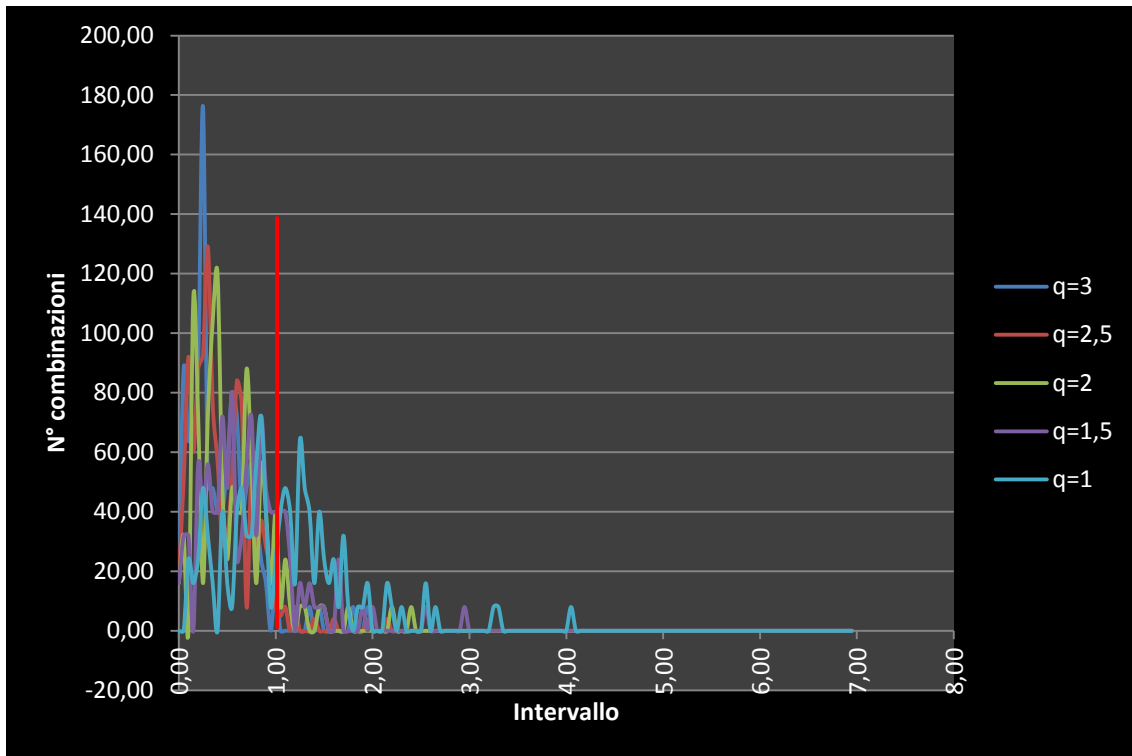
PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,12	0,80	0,850	0,000%	0,19%	1,0%	3,78	Negativa	2,48	6,25
q=1,5	0,08	0,65	0,575	0,000%	0,21%	1,0%	2,69	Negativa	2,67	6,88
q=2	0,06	0,15	0,375	0,001%	0,25%	1,7%	2,20	Negativa	3,53	14,38
q=2,5	0,05	0,10	0,275	0,001%	0,26%	1,8%	1,92	Negativa	3,56	14,36
q=3	0,05	0,10	0,275	0,001%	0,27%	1,7%	1,74	Negativa	3,67	14,68

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano ottavo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.11 Piano Nono

Se si confrontano i grafici riferiti al piano nono e al piano ottavo si notano alcune differenze: è presente un picco della curva, corrispondente ad un fattore di struttura pari a tre, molto più alto rispetto alle altre curve. E' possibile dividere le curve del grafico del piano nono in tre fasce:

- Fascia 1 (corrispondente a q=1): il valore mediano è pari a uno, per cui moltissime combinazioni risultano non verificate. I picchi della funzione sono tutti in corrispondenza della linea rossa di demarcazione;
- Fascia 2 (comprende i q=1,5, q=2, q=2,5): le tre curve sono molto simili, i picchi hanno circa gli stessi valori, ma sono ancora spostati verso l'asse delle ordinate. La maggior parte delle combinazioni sismiche risultano verificate;
- Fascia 3 (corrispondente a q=3): la curva presenta un picco molto elevato, decisamente superiore a quello delle curve della fascia due, nei pressi dell'asse delle ordinate.



**Grafico 32 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano nono**

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	600,00	52,08%
q=1,5	264,00	22,92%
q=2	136,00	11,81%
q=2,5	45,00	3,91%
q=3	48,00	4,17%

E' curioso come con  $q=2,5$  il numero di combinazioni non verificate sia inferiore rispetto allo stesso valore con  $q=3$ .

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.



PERCENTUALI										
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	0,13	0,80	1,000	0,000%	0,17%	0,8%	4,08	Negativa	2,04	3,52
q=1,5	0,09	0,65	0,675	0,000%	0,20%	0,9%	2,97	Negativa	2,31	4,59
q=2	0,07	0,15	0,425	0,001%	0,24%	1,3%	2,45	Negativa	3,31	11,30
q=2,5	0,06	0,10	0,325	0,001%	0,25%	1,4%	2,16	Negativa	3,16	9,97
q=3	0,05	0,10	0,325	0,001%	0,26%	1,9%	1,96	Negativa	3,95	19,83

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano nono ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.12 Piano Decimo

Al piano decimo il picco della curva corrispondente al fattore di struttura tre scompare: le curve che compongono il grafico sono simili, ad eccezione di quelle corrispondenti ai q pari a 1 e 1,5, che presentano picchi nei dintorni della linea rossa di demarcazione, posta sul valore X=1.

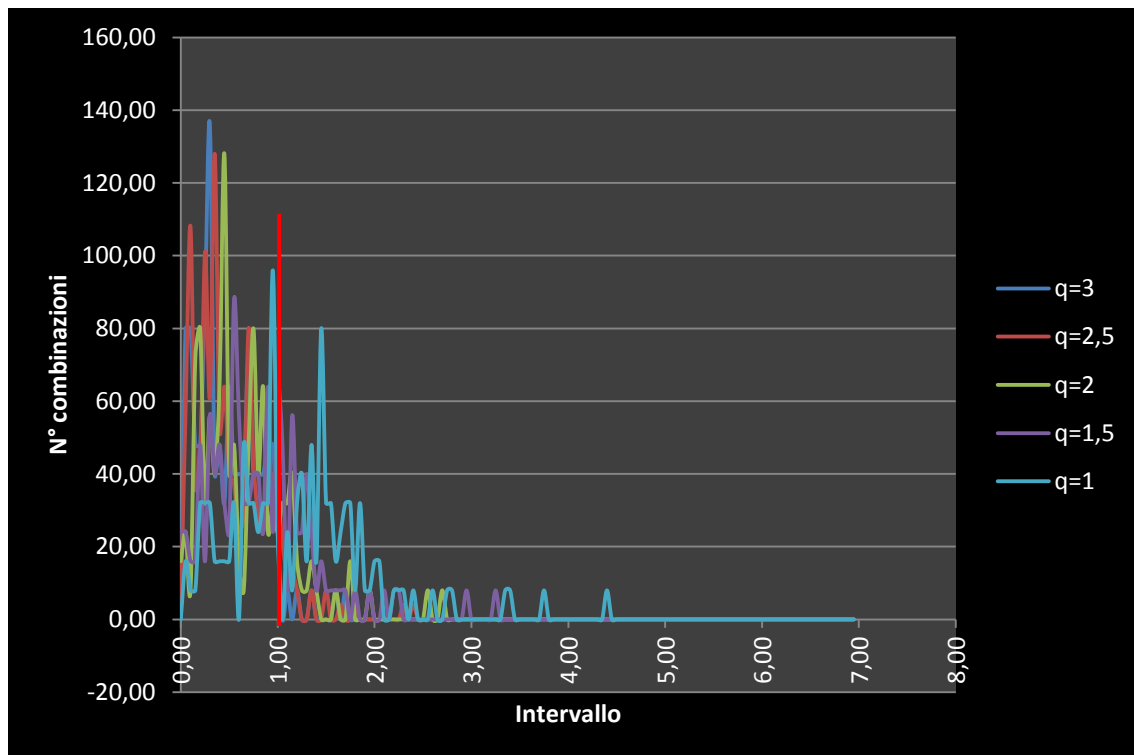


Grafico 33 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano decimo

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:



	Somma >1	Somma %
q=1	632,00	54,86%
q=1,5	408,00	35,42%
q=2	232,00	20,14%
q=2,5	122,00	10,59%
q=3	32,00	6,94%

E' necessario sottolineare che, con il fattore di struttura pari a 1, più della metà delle combinazioni sismiche non risultano verificate. Inoltre, in corrispondenza del fattore di struttura 1,5, si ha un aumento del numero di combinazioni sismiche, per cui la verifica non è soddisfatta, da 264 a 408.

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

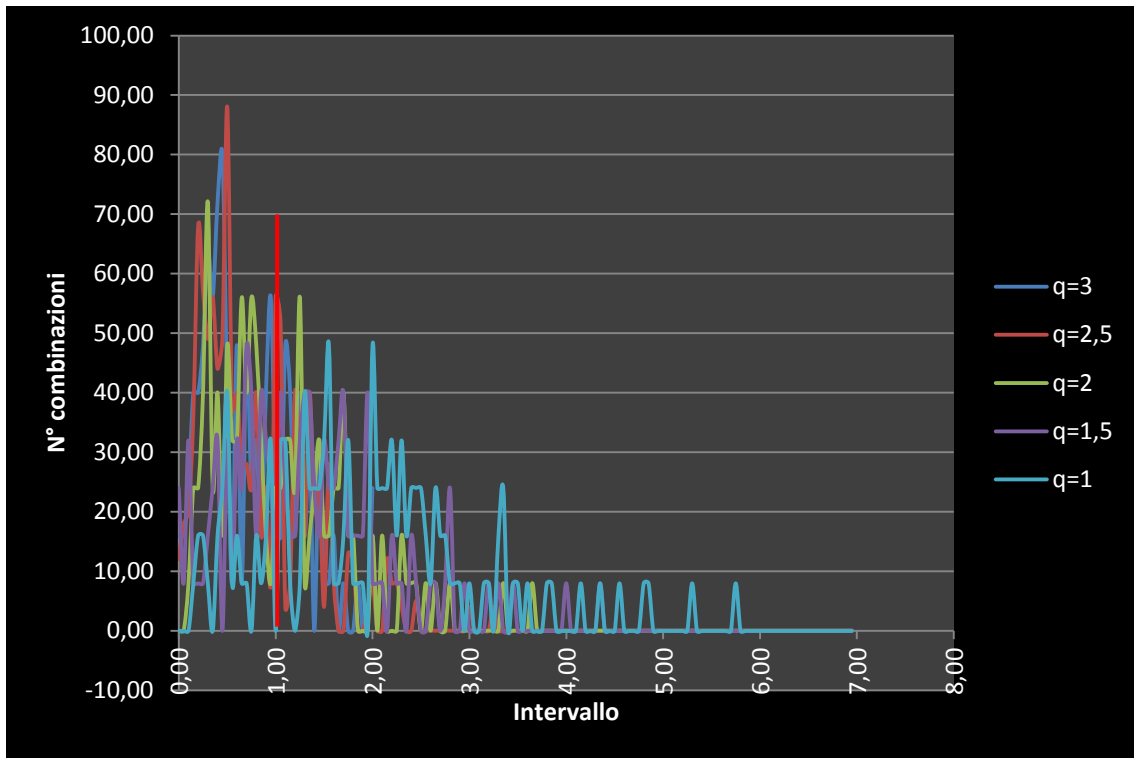
	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	1,20	0,80	1,150	0,018%	1,33%	8,3%	4,40	Positiva	2,76	10,16
q=1,5	0,82	0,65	0,725	0,021%	1,45%	7,6%	3,27	Positiva	2,38	5,52
q=2	0,65	0,15	0,525	0,030%	1,73%	11,1%	2,74	Positiva	3,19	11,91
q=2,5	0,51	0,10	0,375	0,035%	1,87%	11,1%	2,43	Positiva	3,35	12,26
q=3	0,51	0,10	0,4	0,034%	1,86%	11,8%	2,22	Positiva	3,18	11,53

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano decimo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.13 Piano Undicesimo

Al piano undicesimo, a causa della scarsa rigidezza delle colonne (le sezioni sono quasi tutte di dimensioni 25x25 cm) e della bassissima azione assiale, sono presenti tutte le condizioni più gravose. Infatti, rispetto al piano decimo, aumentano i valori massimi (nel caso di q=1 di oltre un punto) e il numero di combinazioni la cui verifica non risulta soddisfatta (nel caso di q=3, decuplica).

Come si può notare nel grafico, sono presenti diversi picchi in zone oltre l'ascissa X=1: ciò significa che la maggior parte delle combinazioni sismiche risultano non verificate a pressoflessione.



**Grafico 34 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano undicesimo**

Il dato più preciso in merito al numero di combinazioni che risultano non verificate è dato dall'area e dall'area %:

	Somma >1	Somma %
q=1	912,00	79,17%
q=1,5	696,00	60,42%
q=2	536,00	46,53%
q=2,5	410,00	35,59%
q=3	376,00	32,64%

Anche per i soli valori di piano sono state svolte alcune statistiche, riassunte nelle seguenti tabelle, solo per il valore percentuale.

	PERCENTUALI									
	Posizione			Dispersione				Forma		
	Media	Moda	Mediana	Varianza	Deviazione Standard	Range	Valore MAX	Asimmetria	Skewness	Curtosi
q=1	1,91	0,80	1,750	0,010%	0,98%	4,2%	5,75	Positiva	1,50	1,70
q=1,5	1,30	0,65	1,225	0,012%	1,09%	4,2%	4,38	Positiva	1,45	0,97
q=2	1,03	0,15	0,825	0,017%	1,29%	6,3%	3,69	Positiva	2,02	3,73
q=2,5	0,79	0,10	0,600	0,021%	1,45%	7,6%	3,28	Positiva	2,35	5,42
q=3	0,79	0,10	0,675	0,021%	1,46%	6,9%	3,00	Positiva	2,25	4,55

Come in precedenza la media e la mediana diminuiscono, mentre la varianza e la deviazione standard aumentano: anche l'analisi del piano undicesimo ha lo stesso andamento dell'analisi generale dell'edificio.

### 6.3.3.2.14 Riepilogo

Le analisi svolte piano per piano sono molto utili per comprendere l'andamento e il comportamento locale dell'edificio. Per analizzare e confrontare tra loro tutti i dati raccolti per ogni piano della struttura è necessario, però, creare dei grafici di riepilogo. Nei paragrafi precedenti sono stati svolti alcuni piccoli confronti, ma, inserendo alcuni dati in grafici riassuntivi, il tutto risulterà più chiaro e comprensibile.

Il primo grafico riassuntivo realizzato correla il fattore di struttura all'andamento, livello per livello, del valor medio dei risultati delle verifiche a pressoflessione per ogni combinazione:

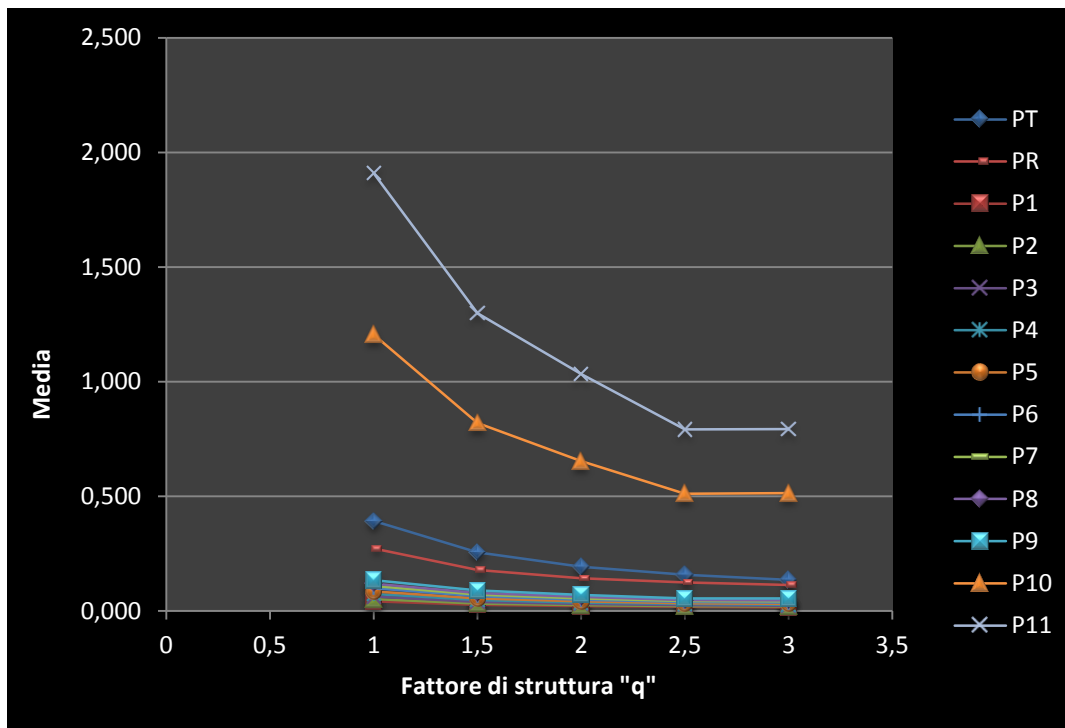


Grafico 35 Andamento riassuntivo della media per ogni piano in base al fattore di struttura

Il grafico può essere suddiviso in tre fasce ben distinte:

- Fascia 1: i valori medi, con qualsiasi fattore di struttura, sono molto bassi. E' il caso dei piani dal P1 al P9: i piani intermedi. In questi livelli i momenti agenti sulle colonne non sono troppo elevati, e l'azione assiale di compressione stabilizza e aumenta il valore del momento resistente;

- Fascia 2: i valori medi aumentano, anche se di poco rispetto alla zona precedente. E' il caso del PT e del PR: i piani più vicini al terreno. Anche se l'azione assiale è molto elevata, in questi casi l'azione orizzontale agente sui pilastri è più forte, perché si è vicini al terreno;
- Fascia 3: i valori medi aumentano notevolmente. Come si nota dal grafico, le curve corrispondenti all'andamento della media ai piani P10 e P11, sono molto distanti dal resto degli altri dati: in alcuni casi il valor medio è circa dieci volte più grande. La differenza, ad esempio, tra il P11 e il P1 è molto ampia. I motivi sono i seguenti: rispetto alla fascia 1 i momenti agenti sui pilastri non variano; diminuiscono, però, l'azione assiale e le sezioni delle colonne, perdendo rigidità (agli ultimi due livelli sono quasi tutte 25x25 cm). I momenti resistenti, quindi, non sono abbastanza elevati per contrastare in modo efficace quelli agenti. Anche l'andamento delle curve stesse è molto interessante: si nota come le linee che corrispondono al P10 e al P11 possiedono una pendenza molto più elevata rispetto alle altre. Ciò significa che, se il fattore di struttura varia, il valore medio del risultato delle verifiche aumenta o diminuisce sensibilmente. Ciò agli altri piani non accade: la differenza è sempre minima. Gli ultimi due livelli, quindi, hanno un comportamento molto particolare, completamente diverso dal resto della struttura.

Il secondo grafico riassuntivo realizzato correla il fattore di struttura all'andamento, livello per livello, della somma % del numero di combinazioni sismiche la cui verifica non è soddisfatta:

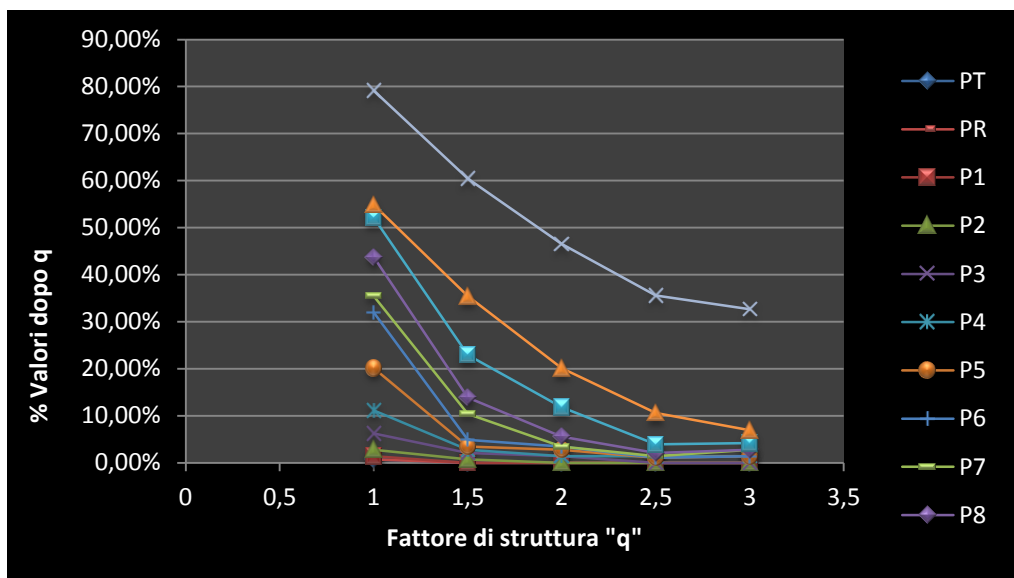


Grafico 36 Andamento riassuntivo della percentuale di combinazioni non soddisfatte per ogni piano in base al fattore di struttura



In questo caso, rispetto al grafico precedente, la distribuzione delle curve risulta molto più omogenea: partendo dal PT fino al P11 le curve traslano verso valori di  $Y$  sempre maggiori. Ciò significa che, sia passando da un piano all'altro, sia diminuendo il fattore di struttura, il numero delle combinazioni sismiche, la cui verifica non risulta soddisfatta, aumenta. Rispetto al grafico analizzato in precedenza, l'unico livello distante dal comportamento medio della struttura è il P11: i valori di quest'ultimo, infatti, sono nettamente maggiori. Inoltre, l'andamento di tale curva è lineare. Invece, se si fa riferimento alle curve dei livelli inferiori, si nota che il passaggio dal valore corrispondente al fattore di struttura uno al successivo è molto brusco; la linearità della curva si raggiunge solo in seguito. Ciò significa che le differenze, nei livelli dal PT al P10, tra i valori % "dopo l'1", corrispondenti al fattore di struttura pari a uno, e gli altri sono molto marcate. Ciò non si verifica, invece, al P11.

## 7 Interventi di Rinforzo

Come è stato spiegato nel paragrafo 6.3.2, l'edificio, anche con fattore di struttura pari a tre, presenta moltissime combinazioni sismiche, e anche alcune combinazioni statiche, la cui verifica non è soddisfatta. I problemi maggiori si riscontrano negli ultimi due livelli della struttura, come si può notare nei grafici riassuntivi del capitolo precedente.

Nelle colonne evidenziate nelle figure seguenti le verifiche raggiungono i valori massimi:

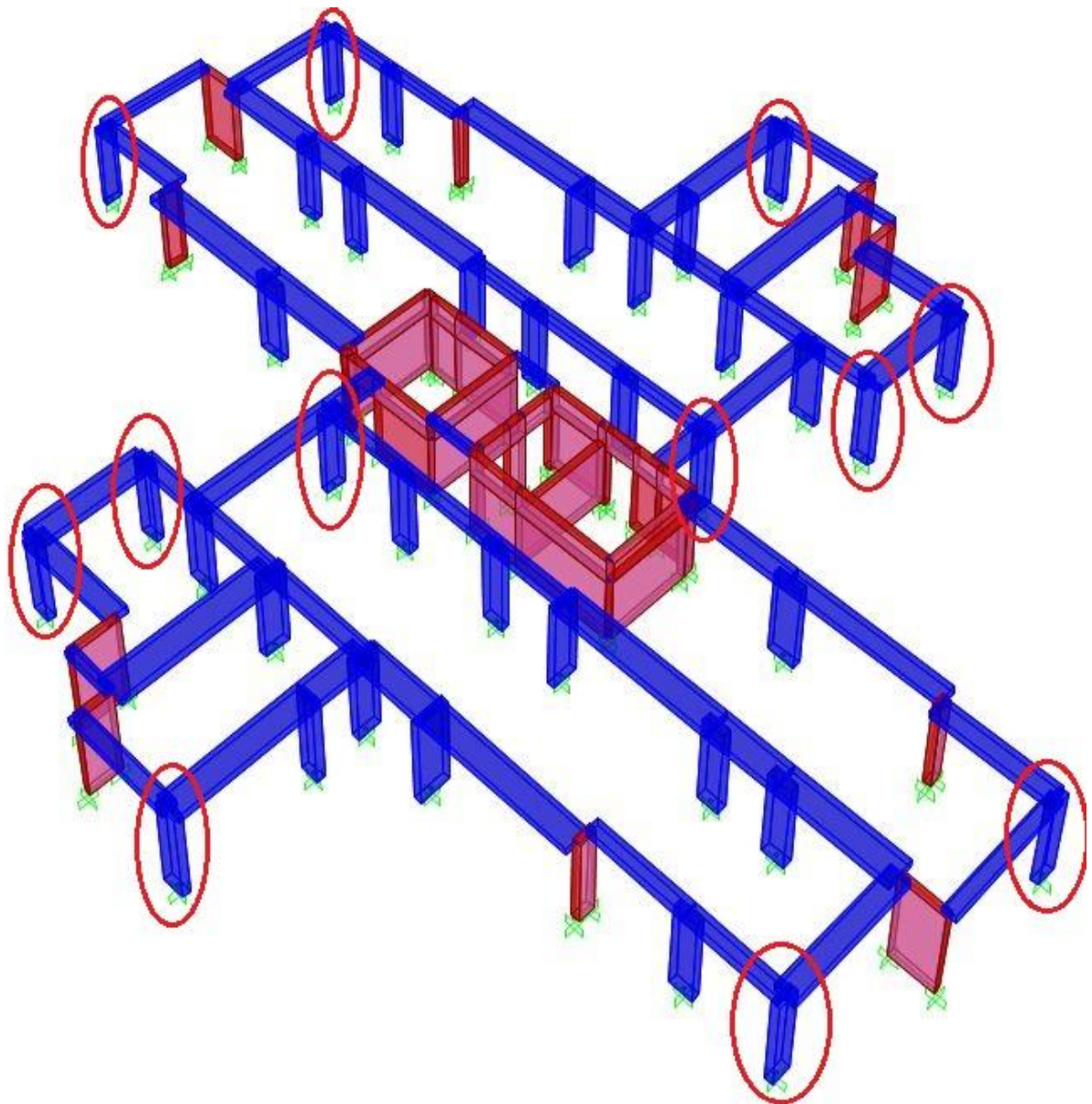
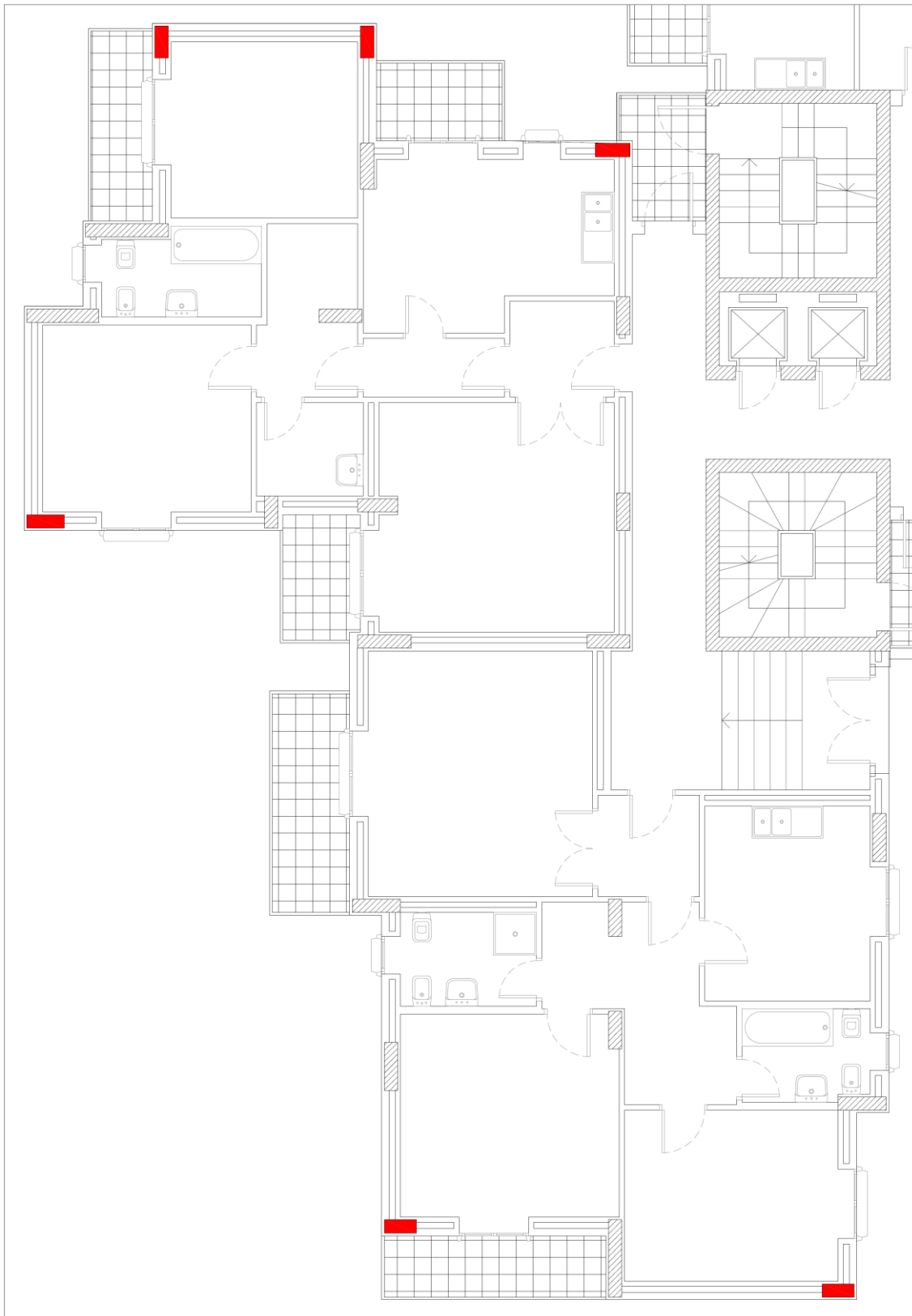


Figura 68 Pilastri più sollecitati (3D)



**Figura 69 Pilastri più sollecitati (2D)**





Le colonne che presentano maggiori problemi sono d'angolo.

In particolare la pilastrata numero 1 (frame n.ro 1105 al P11) presenta, in alcuni casi, un'azione assiale di trazione (cioè di segno positivo), a causa della vicinanza e del collegamento al setto in cemento armato alla sua destra. Per questo motivo risulta la colonna più sollecitata, e presenta, addirittura, un valore massimo di verifica pari a 3,69. Ciò non è tollerabile, ed è per questo motivo che è necessario intervenire con elementi di rinforzo. Il problema, però, non è circoscritto al solo frame 1105: al P11 e al P10 il "malessere" è diffuso; infatti la percentuale di combinazioni la cui verifica non è soddisfatta è pari al 46,53% al P11 e 20,14% al P10.

Come descritto nel paragrafo 3.7.2., l'edificio presenta un certo grado di duttilità, opportunamente calcolato, che permette di utilizzare, nelle verifiche, un fattore di struttura pari a due. Per questo motivo si è deciso di svolgere i calcoli, per il dimensionamento di massima degli elementi di rinforzo, considerando solamente il caso con  $q=2$ , senza svolgere ulteriori analisi di confronto. Di seguito è possibile rileggere i valori massimi per ogni combinazione sismica e statica degli ultimi due livelli (per  $q=2$ ):

N.ro Pil.	P10		P11	
	Valore MAX		Valore MAX	
	SLU	Sismiche	SLU	Sismiche
1	1,74	2,74	2,29	3,69
2	0,89	1,20	0,80	2,35
3	0,49	1,34	0,85	2,11
4	0,32	1,42	1,34	2,83
5	0,64	1,65	0,88	2,14
6	0,12	0,87	0,04	1,13
7	0,03	0,48	0,07	0,81
8	0,74	1,11	0,99	1,59
9	0,18	0,72	0,40	1,17
10	0,58	1,38	0,49	1,76
11	0,77	1,17	1,25	2,60
12	0,84	1,80	1,50	2,66
13	0,38	0,87	0,73	1,43
14	0,00	0,50	0,07	0,78
15	0,84	1,06	1,37	1,69
16	0,86	1,14	1,26	1,72
17	0,40	1,04	0,63	1,53
18	0,13	0,90	0,44	1,61



Le verifiche di undici pilastri su diciotto risultano non soddisfatte; è per questi motivi che è necessario intervenire sull'edificio in modo da aumentare la sua rigidezza flessionale.

## 7.1 Il Possibile Intervento

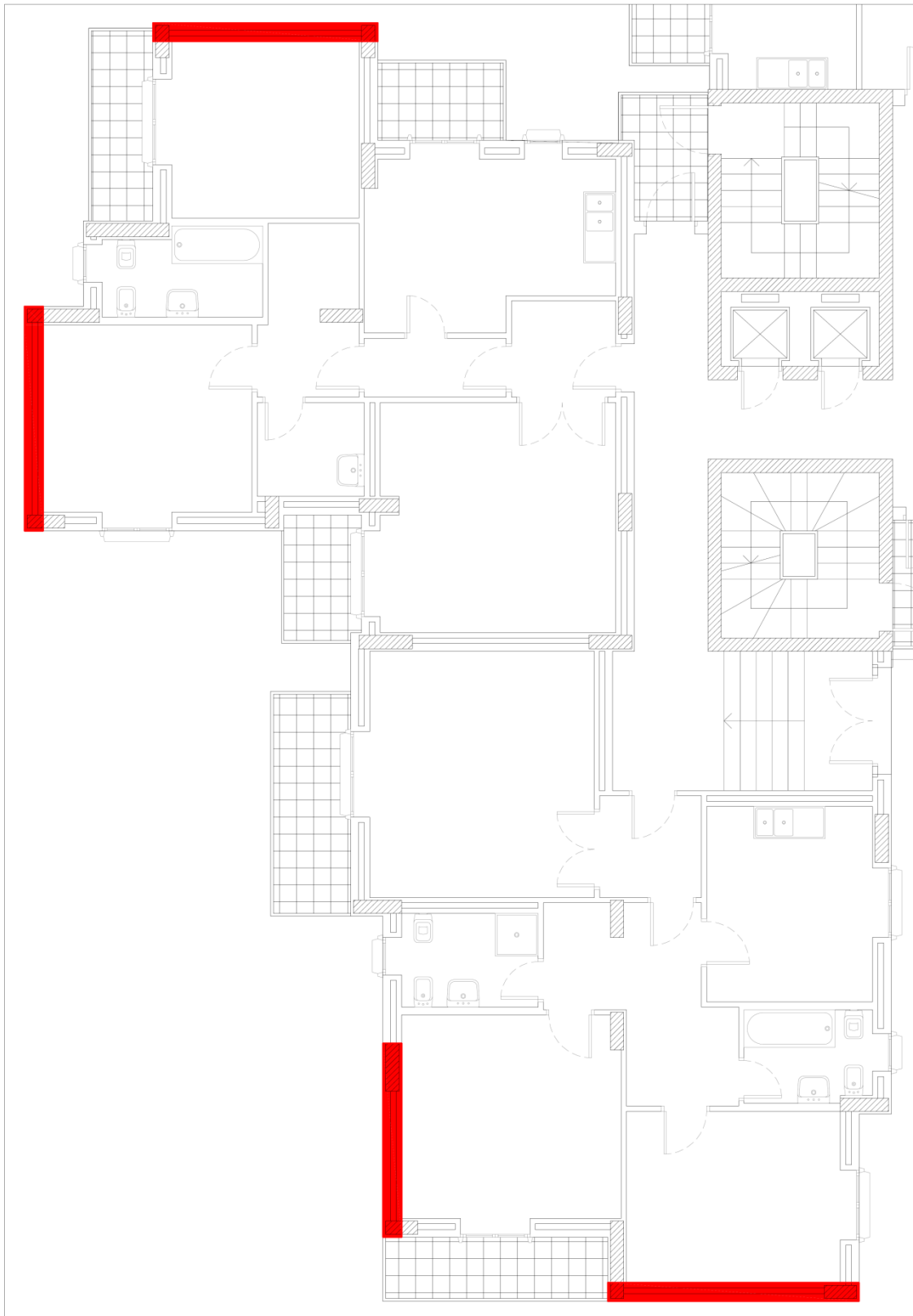
L'edificio preso in esame è una costruzione molto particolare: la forma è una sorta di quadrifoglio con al centro un nucleo in calcestruzzo molto rigido, soprattutto in direzione Y (come evidenziato dall'analisi modale), e poca rigidezza, invece, alle estremità. Come spiegato in precedenza i pilastri in sommità sono molto flessibili, a causa delle sezioni molto ridotte. La tabella seguente riprende il risultato della situazione originaria:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,831	0,638	0,00001	0,00000003	0,638	0,00001	0,000
Modal	Mode	2	1,394	0,003	0,01035	0,00000065	0,641	0,010	0,000
Modal	Mode	3	1,310	0,000	0,64663	0,00000014	0,641	0,657	0,000
Modal	Mode	4	0,454	0,005	0,00010	0,00000597	0,646	0,657	0,000
Modal	Mode	5	0,371	0,192	0,00002	0,00000009	0,839	0,657	0,000
Modal	Mode	6	0,302	0,000	0,18881	0,00000022	0,839	0,846	0,000
Modal	Mode	7	0,252	0,001	0,00020	0,00000558	0,840	0,846	0,000

Il periodo del primo modo di vibrare è molto alto, è necessario quindi irrigidire la struttura, soprattutto in direzione X, cioè quella più debole.

Per fare ciò è necessario inserire alcuni elementi, in acciaio o calcestruzzo armato, che aiutino le colonne e i setti presenti a resistere alle forze sismiche orizzontali. Innanzitutto si devono individuare alcune pareti cieche dell'edificio in cui è possibile alloggiare gli elementi orizzontali di controvento.

Sono state localizzate le seguenti quattro zone:



**Figura 70** Possibili zone per l'inserimento di controventi



Essendo l'edificio simmetrico è stata riportata solo la metà della pianta; i setti devono, di conseguenza, essere inseriti anche nella parte opposta dell'abitazione.

Le alternative di intervento analizzate sono le seguenti:

- Demolizione, parziale o totale, di alcuni piani dell'edificio;
- Irrigidimento mediante la costruzione di controventi composta da travi in acciaio UPN UNI 5680-73;
- Irrigidimento mediante la costruzione di una struttura esterna in acciaio, con la funzione di elemento di controvento;
- Irrigidimento mediante la costruzione di setti in c.a.;
- Irrigidimento mediante la costruzione di setti in c.a. e il rinforzo di alcuni pilastri.

Ogni soluzione è stata studiata modificando il modello della struttura in SAP2000, e svolgendo le verifiche a pressoflessione per ogni pilastro, utilizzando il fattore di struttura pari a due.

Nei paragrafi seguenti sono illustrate tutte le soluzioni:

### 7.1.1 Demolizione parziale o totale di alcuni piani dell'edificio

L'operazione più semplice e veloce, in fase di progettazione, è quella di eliminare, in maniera parziale o totale, nel software SAP2000 alcuni piani dell'edificio, e osservare come variano le azioni sugli elementi strutturali verticali.

Innanzitutto si è deciso di diminuire i carichi verticali agli ultimi livelli eliminando il sottotetto, creando quindi una copertura piana, i carichi accidentali, sgombrando le abitazioni degli ultimi due piani, e i carichi derivanti dalle chiusure a partizioni verticali.

L'analisi in SAP2000 ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,778877	0,63507	5,472E-07	4,741E-09	0,63507	5,472E-07	1,778877
Modal	Mode	2	1,362491	0,00475	0,02871	7,052E-07	0,63982	0,02871	1,362491
Modal	Mode	3	1,270599	0,00025	0,62813	1,067E-07	0,64008	0,65683	1,270599
Modal	Mode	4	0,443387	0,00686	0,0003	0,000005626	0,64694	0,65713	0,443387
Modal	Mode	5	0,361982	0,19125	0,000007365	0,000000489	0,83819	0,65714	0,361982
Modal	Mode	6	0,295434	0,0000832	0,1884	0,000000266	0,83827	0,84554	0,295434
Modal	Mode	7	0,246263	0,00131	0,00055	0,000005819	0,83959	0,84609	0,246263

Il periodo fondamentale rimane pressoché invariato. Anche i risultati delle verifiche non cambiano: il valore massimo scende da 3,69 a 3,52. L'edificio possiede poca rigidezza:



anche se una parte della massa viene eliminata il periodo fondamentale e i risultati delle verifiche rimangono troppo elevati.

Anche la demolizione totale degli ultimi due livelli porta a risultati simili:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,391157	0,62115	0,0001	3,719E-08	0,62115	0,0001	3,719E-08
Modal	Mode	2	1,162111	0,02352	0,01517	6,813E-07	0,64467	0,01527	7,185E-07
Modal	Mode	3	1,012616	0,00019	0,64516	2,695E-07	0,64486	0,66043	0,000000988
Modal	Mode	4	0,378438	0,00568	0,00061	0,000005622	0,65054	0,66104	0,00000661
Modal	Mode	5	0,281362	0,19543	0,000007785	0,000000257	0,84597	0,66105	0,000006867
Modal	Mode	6	0,233527	0,00022	0,19001	9,803E-07	0,84619	0,85106	0,000007847
Modal	Mode	7	0,207438	0,00257	0,00412	0,000003889	0,84876	0,85519	0,00001174

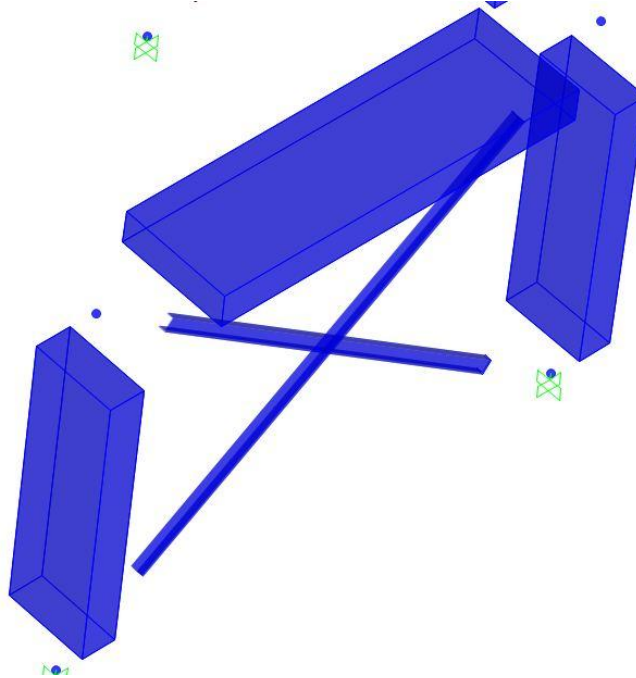
Il periodo fondamentale, eliminando una parte cospicua della massa dell'edificio, diminuisce sensibilmente; le verifiche non portano, però, a buoni risultati: il valore massimo rimane sempre molto elevato, pari a 2,32.

### 7.1.2 Irrigidimento mediante travi in acciaio UPN UNI 5680-73

Come secondo possibile intervento si è pensato di collegare i due pilastri presenti alle estremità delle zone idonee all'inserimento di controventi mediante due travi in acciaio (Fe 430/S275) tipo UPN UNI 5680-73 (delle travi a "C"), a formare la "Croce di S. Andrea". Come prima ipotesi sono stati utilizzati elementi di altezza 100 mm e base 50 mm. In questo modo la rigidezza dell'edificio dovrebbe aumentare.

Questa struttura è collegata ai pilastri dell'edificio mediante apposite imbullonature.

Nell'immagine seguente, tratta dal software SAP2000, è possibile notare gli elementi in acciaio inseriti:



L'analisi in SAP2000 ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,67803	0,64183	0,00015	4,292E-08	0,64183	0,00015	4,292E-08
Modal	Mode	2	1,25554	0,00003683	0,63912	0,000001421	0,64187	0,63927	0,000001464
Modal	Mode	3	1,183524	0,00156	0,01939	0,000002596	0,64343	0,65866	0,00000406
Modal	Mode	4	0,387514	0,02027	0,00019	0,00006631	0,66371	0,65884	0,00007037
Modal	Mode	5	0,354012	0,17707	7,899E-09	0,000006936	0,84078	0,65884	0,00007731
Modal	Mode	6	0,295131	0,00003804	0,18806	0,000002464	0,84082	0,84691	0,00007977
Modal	Mode	7	0,209819	0,00097	0,00005149	0,00017	0,84179	0,84696	0,00025

Il periodo fondamentale è sceso di circa 0,13 secondi, ma è sempre troppo alto.

I risultati delle verifiche a pressoflessione sono rimasti pressoché identici: dal valore massimo di 3,69 si è passati ad un valore massimo pari a 3,59. La struttura è ancora troppo poco rigida: si può notare la differenza di dimensione tra le sezioni in acciaio e in calcestruzzo.

Anche, però, aumentando le sezioni delle UPN fino a 300x100 mm la situazione non è migliorata: il periodo fondamentale è diminuito fino a 1,63 secondi e il valore massimo a 3,49.

### 7.1.3 Irrigidimento mediante una struttura esterna in acciaio

Questo tipo di intervento e il precedente sono molto simili: si cerca di inserire nelle zone individuate per il posizionamento dei controventi alcuni elementi metallici di irrigidimento (formando la “Croce di S. Andrea”). L’inserimento di strutture in acciaio in edifici esistenti è un intervento operativamente meno complicato rispetto all’inserimento di setti in calcestruzzo armato. Chiaramente per ottenere la stessa rigidezza sono necessarie sezioni in acciaio maggiori rispetto al c.a.

L’ipotesi di intervento proposta consiste nel collegare i due pilastri presenti alle estremità delle zone idonee all’inserimento di controventi ad una struttura esterna in acciaio formata da:

- Due montanti in acciaio (Fe 430/S275) HEB 200x200 mm (UNI 5397-78);
- Due travi in acciaio (Fe 430/S275) IPE di altezza 300 mm;
- Due travi in acciaio (Fe 430/S275) HEB 160x160 mm (UNI 5397-78) disposte in obliquo a formare la croce.

Questa struttura è collegata ai pilastri dell’edificio mediante apposite imbullonature.

Nell’immagine seguente, tratta dal software SAP2000, è possibile notare gli elementi in acciaio inseriti:

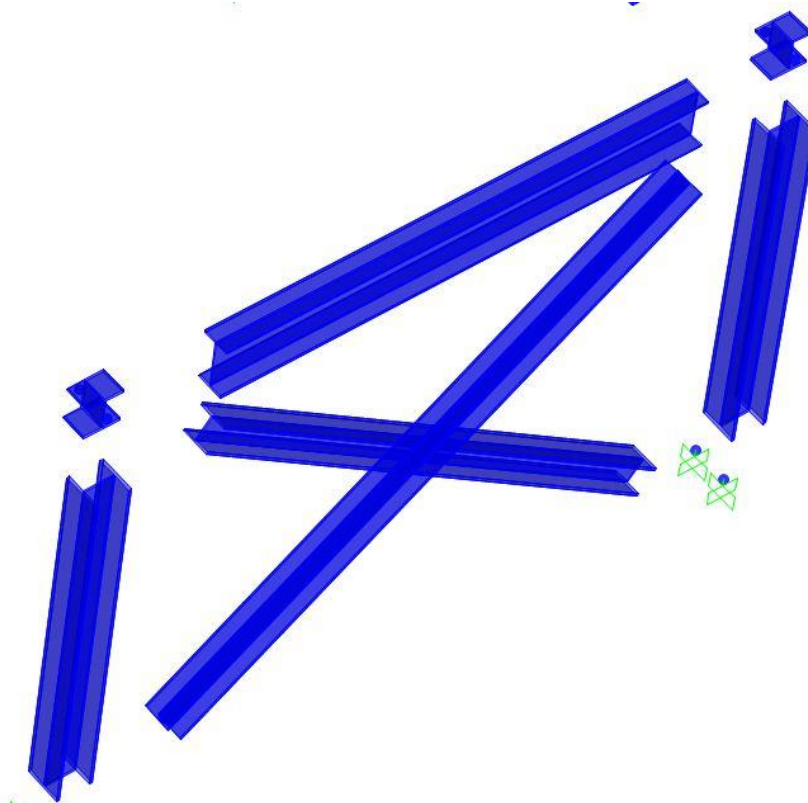
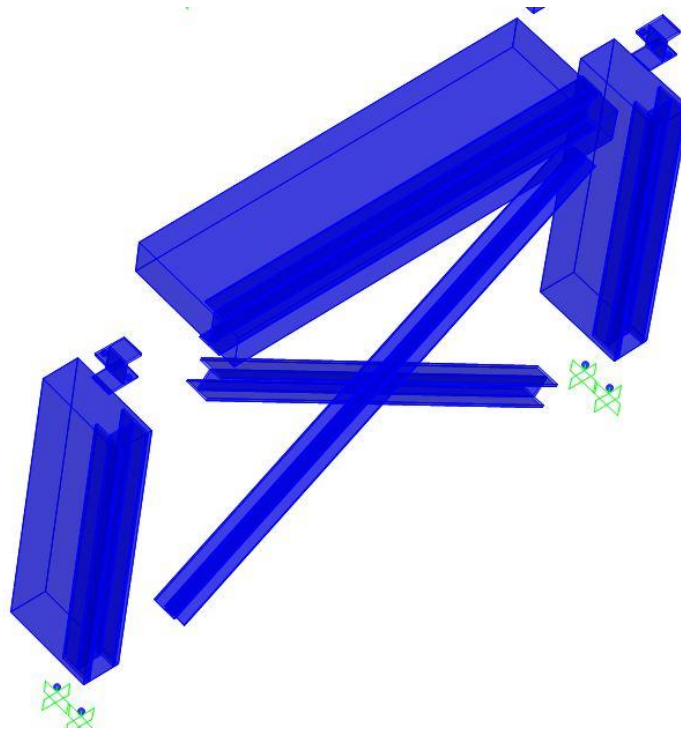


Figura 71 Esploso degli elementi in acciaio utilizzati

E' stato utilizzato il comando "Separa Oggetti" per comprendere meglio il tipo di sezione utilizzata. I due elementi HEB 200x200 mm orizzontali sono stati utilizzati per connettere la struttura esterna al pilastro retrostante. In realtà la connessione è effettuata tramite imbullonatura al pilastro: è stata utilizzata questa ipotesi per facilitare la modellazione nel software.

Nell'immagine seguente è visibile la stessa struttura esterna, e i pilastri a cui è connessa:



**Figura 72 Connessione della struttura esterna ai pilastri**

L'analisi in SAP2000 ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,604073	0,64198	0,0002	2,673E-08	0,64198	1,604073	0,64198
Modal	Mode	2	1,240661	0,00016	0,65602	2,461E-07	0,64215	1,240661	0,00016
Modal	Mode	3	1,085475	0,00104	0,00112	0,000003267	0,64318	1,085475	0,00104
Modal	Mode	4	0,346582	0,14741	0,00012	0,00002181	0,79059	0,346582	0,14741
Modal	Mode	5	0,328159	0,05166	0,00019	0,00006546	0,84225	0,328159	0,05166
Modal	Mode	6	0,289192	0,00001097	0,18968	2,602E-09	0,84226	0,289192	0,00001097
Modal	Mode	7	0,173301	0,00165	0,00003439	0,00037	0,84391	0,173301	0,00165

Il periodo fondamentale è sceso di circa 0,2 secondi, ma è sempre troppo alto. Inoltre, rispetto al tipo di intervento precedente, i miglioramenti sono inesistenti.



I risultati delle verifiche a pressoflessione, rispetto a quelli della struttura originale, sono rimasti pressoché identici: il valore massimo è diminuito fino a 3,56. La struttura è ancora troppo poco rigida; anche questa ipotesi è da scartare.

#### 7.1.4 Irrigidimento mediante la costruzione di setti in c.a.

Per ottenere valori di rigidezza maggiori si è deciso di rinforzare la struttura inserendo controventi non più metallici ma in calcestruzzo armato, di spessore 25 cm.

I due pilastri presenti alle estremità delle zone idonee all'inserimento di controventi, per lasciare posto ai setti, sono eliminati; è per questo motivo che in alcune valutazioni successive non sono presenti i calcoli per tutte le colonne.

Nell'immagine seguente è possibile vedere la disposizione, al piano terra, delle strutture in cemento armato dell'edificio:

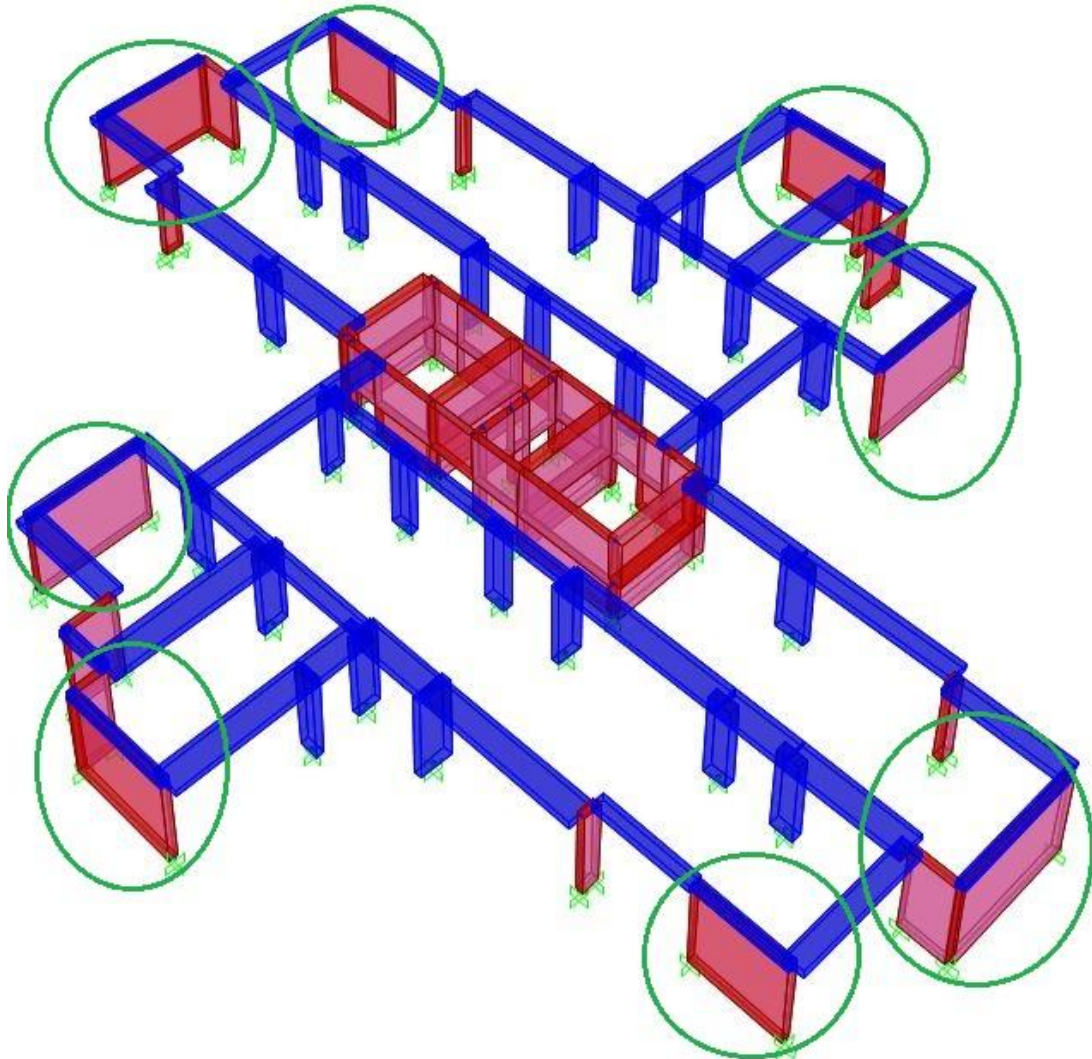


Figura 73 Disposizione dei setti in c.a.

Gli elementi di colore rosso rappresentano i setti in cemento armato; quelli cerchiati in verde sono i nuovi controventi, inseriti per aumentare la rigidezza dell'edificio.

L'analisi in SAP2000 ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,562835	0,63969	0,00083	2,083E-08	0,63969	0,00083	2,083E-08
Modal	Mode	2	1,262132	0,00073	0,65606	2,337E-07	0,64042	0,65689	2,546E-07
Modal	Mode	3	1,040815	0,00109	0,00049	0,000000574	0,64151	0,65738	8,286E-07
Modal	Mode	4	0,310177	0,19073	0,00035	2,26E-08	0,83223	0,65772	8,512E-07
Modal	Mode	5	0,283217	0,00027	0,18402	0,000000278	0,83251	0,84175	0,000001129
Modal	Mode	6	0,257806	0,00308	0,00045	0,000002329	0,83558	0,8422	0,000003459
Modal	Mode	7	0,163691	3,219E-07	8,668E-07	0,05282	0,83558	0,8422	0,05282

Il periodo fondamentale è diminuito ulteriormente, anche se di poco, rispetto al caso precedente con struttura esterna in acciaio.

I risultati delle verifiche a pressoflessione, rispetto a quelli riferiti alla struttura esterna in acciaio, sono rimasti pressoché identici: dal valore massimo di 3,56 si è passati ad un valore massimo pari a 3,53. La struttura è ancora troppo poco rigida.

Nella pianta strutturale si nota che il nucleo centrale in c.a. è formato da un vano scale e un vano ascensore uniti da un solaio, sostenuto da due travi di altezza 24 cm e larghezza 25 cm. Si è deciso di rendere più tozze queste travi e collegare tra loro le pareti che compongono i due vani in c.a.: in questo modo si crea il meccanismo delle pareti accoppiate, e si aumenta la rigidezza della struttura.

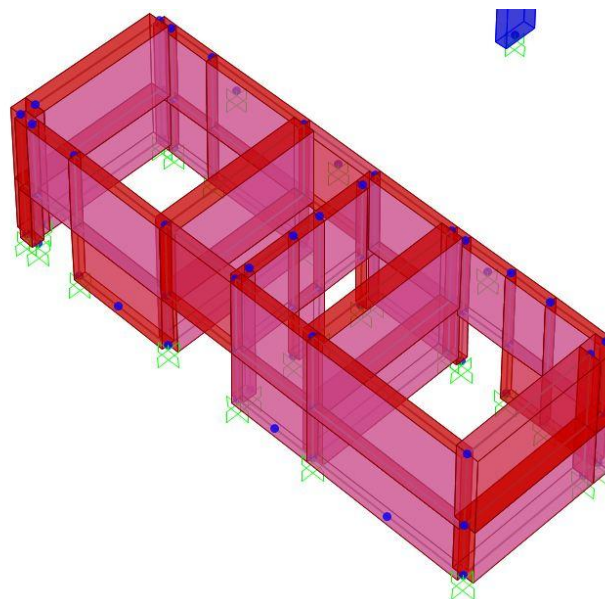


Figura 74 Disposizione delle pareti accoppiate



La distanza dei due nuclei in c.a. è pari a 1,30 cm: l'altezza delle travi è quindi aumentata di 76 cm, per un totale di 1 m, mentre lo spessore rimane il medesimo.

L'analisi in SAP2000 ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,547164	0,63417	0,00006978	4,552E-09	0,63417	0,00006978	4,552E-09
Modal	Mode	2	0,904664	0,00008694	0,00328	2,801E-07	0,63426	0,00335	2,847E-07
Modal	Mode	3	0,854862	0,00008977	0,64266	0,000000315	0,63435	0,646	5,996E-07
Modal	Mode	4	0,310138	0,19012	0,000002469	1,456E-08	0,82447	0,646	6,142E-07
Modal	Mode	5	0,247191	0,00043	0,0000514	0,000003785	0,82489	0,64606	0,000004399
Modal	Mode	6	0,201066	0,000001189	0,20606	5,179E-07	0,8249	0,85212	0,000004917
Modal	Mode	7	0,163689	3,582E-07	0,00001036	0,05139	0,8249	0,85213	0,0514

Il periodo fondamentale diminuisce solo di 0,02 secondi, ma i risultati delle verifiche sono incoraggianti: dal valore massimo di 3,53 si è passati ad un valore massimo pari a 3,26. La struttura è ancora troppo poco rigida, però la strada intrapresa è quella corretta. E' molto importante sottolineare che, in direzione Y, l'asse lungo il quale sono state disposte le trave tozze di collegamento, il periodo di ritorno cala sensibilmente: da un valore di 1,26 secondi a 0,90 secondi. Ciò significa che l'inserimento di pareti accoppiate ha una ripercussione positiva sulla struttura.

Essendo la direzione lungo l'asse X la più debole, si è deciso di aumentare, in quella direzione, la sezione dei setti in c.a. (da 25 cm a 40 cm) inseriti alle estremità, in modo da diminuire ulteriormente il periodo di ritorno e le azioni agenti sui pilastri.

L'analisi in SAP2000 ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,446381	0,6337	0,00007452	7,934E-09	0,6337	0,00007452	7,934E-09
Modal	Mode	2	0,870825	0,00021	0,00161	4,682E-08	0,63391	0,00168	5,475E-08
Modal	Mode	3	0,794401	0,00009418	0,66335	6,993E-07	0,634	0,66503	7,541E-07
Modal	Mode	4	0,272159	0,19162	0,00003177	3,204E-10	0,82562	0,66506	7,544E-07
Modal	Mode	5	0,226696	0,00138	0,00015	9,963E-08	0,827	0,66521	0,000000854
Modal	Mode	6	0,194349	0,00002479	0,19997	0,000001072	0,82702	0,86518	0,000001926
Modal	Mode	7	0,163637	3,803E-07	0,0000137	0,04325	0,82702	0,8652	0,04325

Il periodo è decisamente diminuito: la struttura ha quindi acquisito rigidezza. Il valore massimo delle verifiche è, però, diminuito solo leggermente: da 3,26 a 3,24. Questo fa capire che la strada non è corretta: aumentare la rigidezza alle estremità non porta effettivi miglioramenti.



Nelle tabelle seguenti sono inseriti i valori massimi, al P11 e al P10, che si riferiscono alla soluzione con il solo l'accoppiamento dei nuclei centrali e alla soluzione con l'accoppiamento dei nuclei centrali e l'aumento delle sezioni dei setti in c.a. in direzione X alle estremità:

Setti Accoppiati		
N.ro PIL.	P11	P10
	Valore MAX	
1	3,24	2,19
2	3,33	2,05
8	1,47	0,82
9	0,56	0,32
10	1,27	0,88
17	2,21	1,48
19	1,16	0,68
20	0,45	0,29
21	1,43	0,88
22	1,49	1,01
23	1,65	1,14
24	1,28	0,73

Setti Maggiorati		
N.ro PIL.	P11	P10
	Valore MAX	
1	3,26	2,25
2	3,16	1,85
8	1,53	0,87
9	0,63	0,36
10	1,34	0,93
17	2,29	1,55
19	1,17	0,69
20	0,52	0,33
21	1,48	0,91
22	1,54	1,04
23	1,65	1,14
24	1,31	0,75

Le differenze tra loro sono minime, anche se nel secondo caso lo spessore dei setti è decisamente superiore.

## 7.1.5 Irrigidimento mediante la costruzione di setti in c.a. e il rinforzo di alcuni pilastri

### 7.1.5.1 Descrizione del Modello Corretto

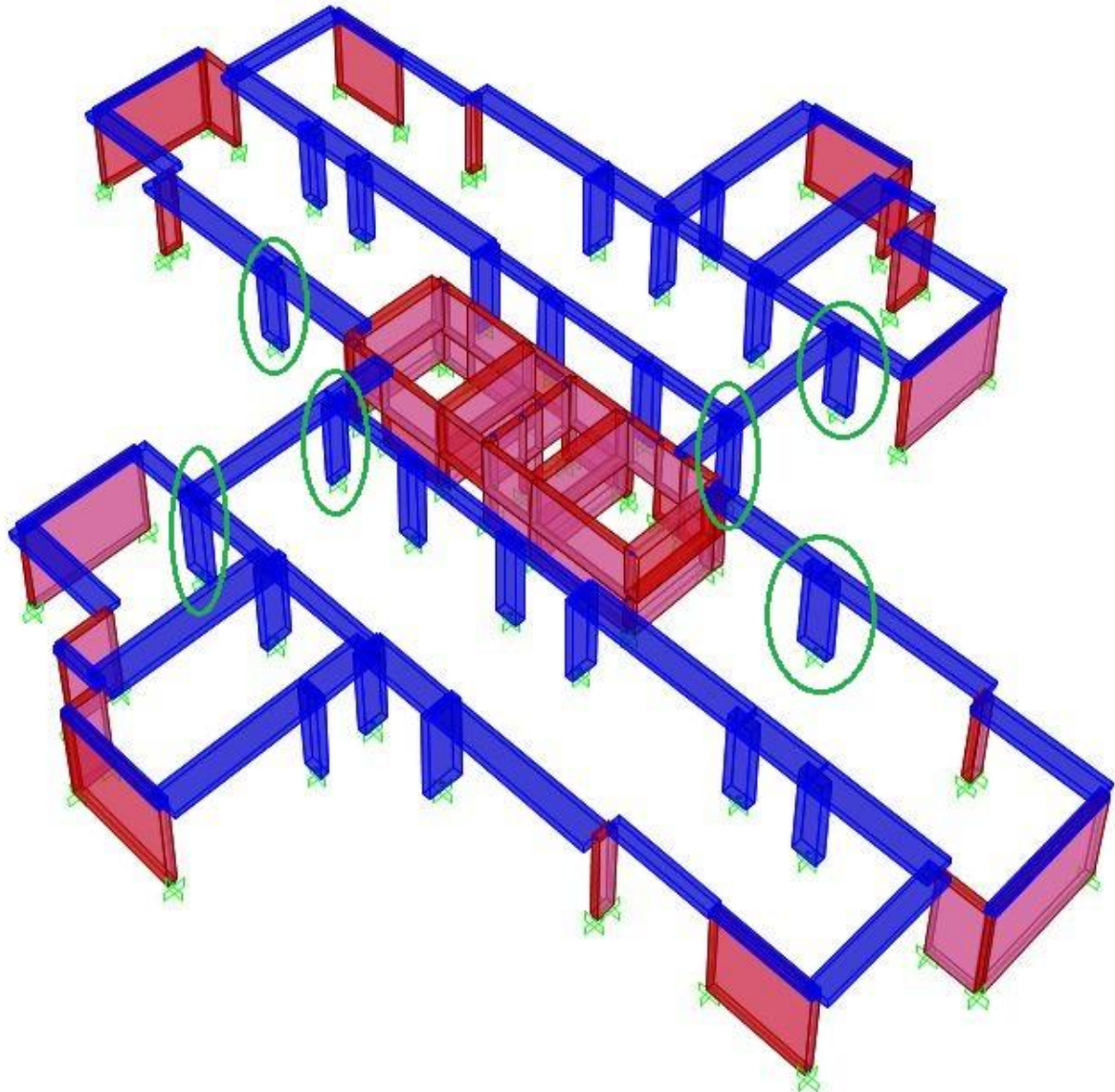
Nelle tabelle precedenti si nota che i valori massimi risultanti dalle operazioni di verifica sono tre, in corrispondenza dei pilastri numero 1, 2 e 17. In sommità tutte le sezioni di queste colonne possiedono una rigidezza molto bassa; le dimensioni sono le seguenti:

N.ro PIL.	P11	Valore MAX
	Dim.[cm]	
1	30x25	3,24
2	25x25	3,33
17	25x25	2,21

Si è quindi deciso di modificare le sezioni di questi pilastri, in modo da aumentarne la rigidezza. La sezione del pilastro 1, il più sollecitato a causa della bassissima azione assiale, in fondazione è pari a 65x25 cm: è stata mantenuta tale fino in sommità. Le sezioni delle colonne 2 e 17 al piano sesto sono pari a 25x40 cm: sono state



mantenute tali fino in sommità. Inoltre i setti maggiorati sono stati ridotti, diminuendo lo spessore da 40 cm a 25 cm. L'accoppiamento dei vani centrali in cemento armato, invece, è rimasto, visti i notevoli vantaggi forniti alla struttura. Nella figura seguente è possibile vedere i pilastri la cui sezione è stata modificata:



**Figura 75** Disposizione dei pilastri irrigiditi

### 7.1.5.2 Analisi Modale e Verifiche

Il modello è stato, quindi, modificato all'interno del software SAP2000, e l'analisi ha fornito i seguenti risultati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	[/]	[Sec]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
Modal	Mode	1	1,515006	0,63913	0,00015	1,084E-08	0,63913	0,00015	1,084E-08
Modal	Mode	2	0,876957	0,00012	0,00123	6,763E-07	0,63925	0,00138	6,871E-07
Modal	Mode	3	0,793212	0,00022	0,6614	8,586E-07	0,63947	0,66278	0,000001546
Modal	Mode	4	0,297124	0,18943	0,00005213	4,017E-08	0,82889	0,66284	0,000001586
Modal	Mode	5	0,242481	0,00087	0,00006439	0,000008463	0,82976	0,6629	0,00001005
Modal	Mode	6	0,19132	0,00001104	0,20086	0,000001236	0,82977	0,86376	0,00001128
Modal	Mode	7	0,163684	0,000000325	0,00001722	0,04829	0,82977	0,86378	0,04831

Rispetto alle ipotesi precedenti il periodo fondamentale è di nuovo aumentato: riducendo le sezioni dei setti posti alle estremità ad uno spessore di 25 cm, la rigidezza è diminuita.

Il grafico seguente riassume l'andamento dei dati del periodo della struttura per ogni possibile intervento proposto:

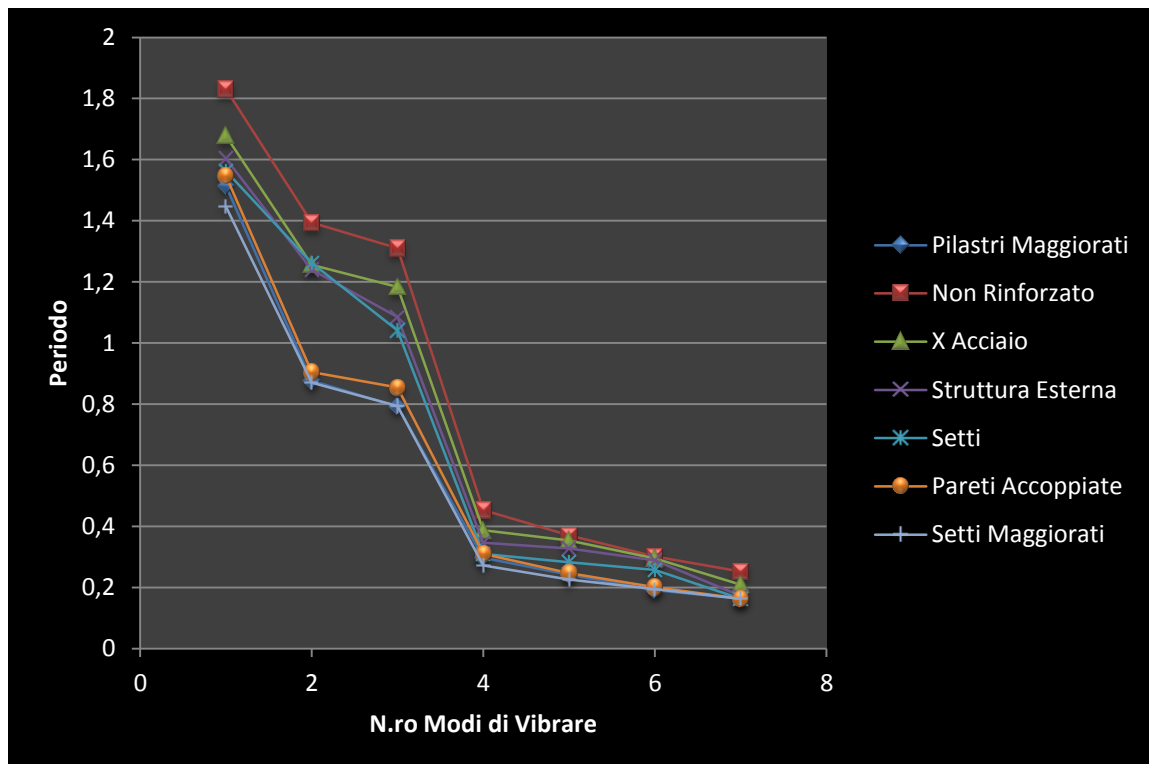


Grafico 37 Andamento del periodo della struttura in base ai modi di vibrare per ogni possibile intervento proposto



Le differenze rispetto alla condizione originale sono piuttosto marcate nel secondo e terzo modo di vibrare: il periodo diminuisce di circa 0,5 secondi.

Le azioni agenti sulle nuove sezioni dei pilastri, chiaramente, aumentano rispetto a quelle precedenti, ma i risultati delle verifiche sono ottimi:

Valori Massimi						
N.ro Pilastro	P11	P10	P9	P8	P7	P6
1	1,33	0,99	0,9	0,88	0,82	0,82
2	1,23	0,71	0,7	0,65	0,6	0,51
8	1,16	0,83	0,76	0,67	0,59	0,52
9	0,56	0,32	0,3	0,26	0,24	0,22
10	1,01	0,88	0,74	0,64	0,57	0,52
17	1,3	0,64	0,63	0,58	0,57	0,47
19	0,97	0,65	0,55	0,41	0,34	0,28
20	0,45	0,3	0,25	0,22	0,2	0,18
21	1,11	0,88	0,78	0,87	0,88	0,83
22	1,21	0,99	0,94	0,99	0,99	0,98
23	1,24	0,97	0,85	0,7	0,63	0,54
24	1,16	0,83	0,76	0,65	0,62	0,59

Valori Massimi							
N.ro Pilastro	P5	P4	P3	P2	P1	PR	PT
1	0,78	0,67	0,62	0,57	0,51	0,43	0,34
2	0,5	0,48	0,42	0,35	0,29	0,25	0,31
8	0,45	0,39	0,36	0,34	0,3	0,24	0,34
9	0,21	0,2	0,19	0,19	0,2	0,18	0,24
10	0,49	0,55	0,43	0,37	0,34	0,33	0,33
17	0,41	0,34	0,27	0,21	0,17	0,14	0,26
19	0,19	0,16	0,14	0,11	0,11	0,09	0,22
20	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,22
21	0,81	0,67	0,66	0,64	0,49	0,55	0,42
22	0,78	0,53	0,44	0,46	0,35	0,32	0,27
23	0,42	0,4	0,27	0,21	0,17	0,14	0,24
24	0,53	0,42	0,38	0,34	0,29	0,27	0,28

Si nota che, solo all'ultimo piano, sono presenti alcuni pilastri la cui verifica non è soddisfatta: i valori massimi sono pari a 1,33 e 1,23; in precedenza, invece erano rispettivamente 3,24 e 3,33.

L'ultima soluzione proposta è quindi quella corretta. Il motivo principale per cui la maggior parte delle colonne agli ultimi livelli non risultava verificato era la mancanza di rigidità, dovuta a dimensioni troppo ridotte delle sezioni. Inserendo alcuni setti in

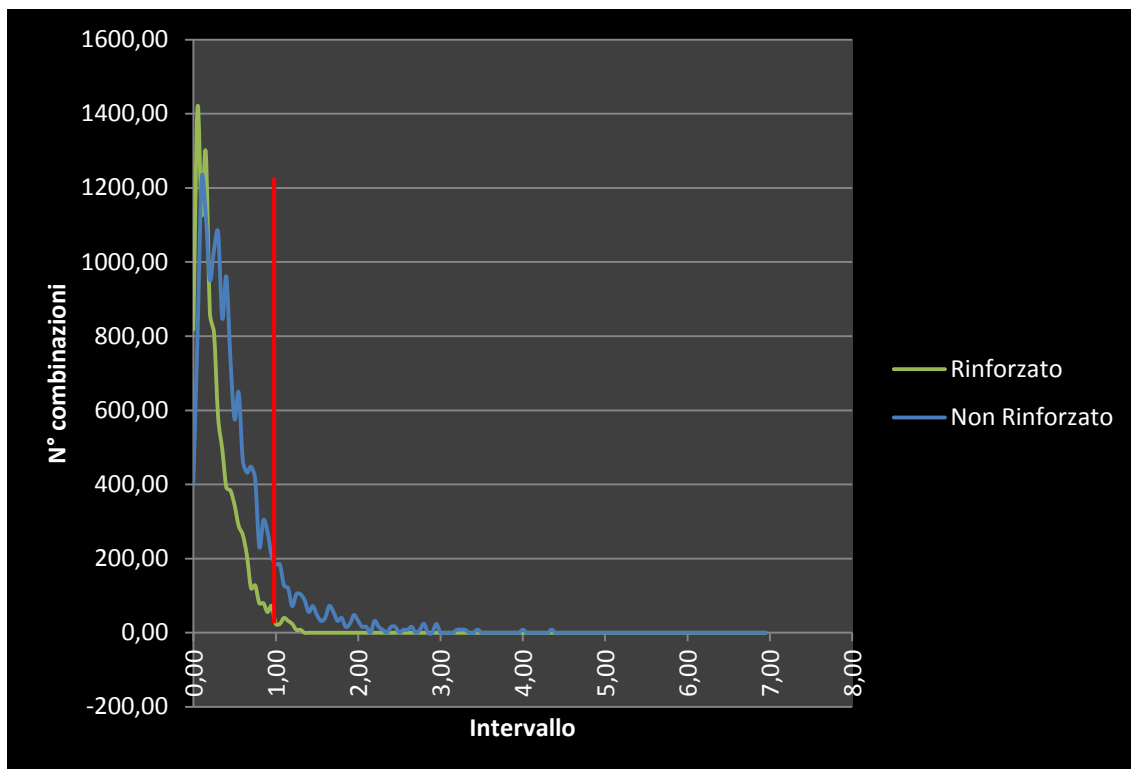
cemento armato alle estremità, collegando tra loro i nuclei posti al centro dell'edificio (avviando, così, il meccanismo delle pareti accoppiate) e aumentando le sezioni dei pilastri più sollecitati, è stata trovata una risposta ai problemi strutturali dell'edificio.

Quest'ultimi, però, non sono stati risolti del tutto: il livello P11 presenta ancora diverse combinazioni non soddisfatte. Il fatto che in tutti gli altri piani non sono presenti valori superiori a uno è positivo: se tutto l'edificio risulta verificato è possibile anche accettare la presenza di alcuni problemi (di natura non troppo grave vista la differenza minima rispetto al valore uno).

### 7.1.6 Analisi dei Risultati

Come nel capitolo precedente, si è deciso di analizzare, attraverso alcuni grafici e tabelle, i dati ottenuti dal modello definito "Rinforzato".

All'interno del grafico seguente è stato svolto un confronto tra l'andamento delle curve di distribuzione dei risultati delle verifiche dei modelli "Rinforzato" e "Non Rinforzato":



**Grafico 38 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato**

L'andamento della curva del modello Rinforzato è decisamente migliore: presenta un picco di altezza maggiore a ridosso dell'asse Y (cioè la maggior parte delle combinazioni ha come risultato delle verifiche un valore prossimo allo zero); la curva,





inoltre, non presenta ulteriori picchi, e solo una piccola percentuale di valori risulta non verificato. Più precisamente il numero di combinazioni la cui verifica risulta non soddisfatta è 160, cioè l'1,60% del totale. Come descritto nelle tabelle di riepilogo del paragrafo precedente, le combinazioni, la cui verifica risulta non soddisfatta, si trovano solo al P11: tutti gli altri livelli, invece, non presentano nemmeno un valore superiore a uno.

Il grafico seguente mostra l'andamento delle code delle curve dei modelli "Rinforzato" – "Non Rinforzato": si nota come le differenze siano piuttosto marcate. La curva corrispondente al modello "Non Rinforzato" presenta diversi picchi la dove l'altra assume valore zero.

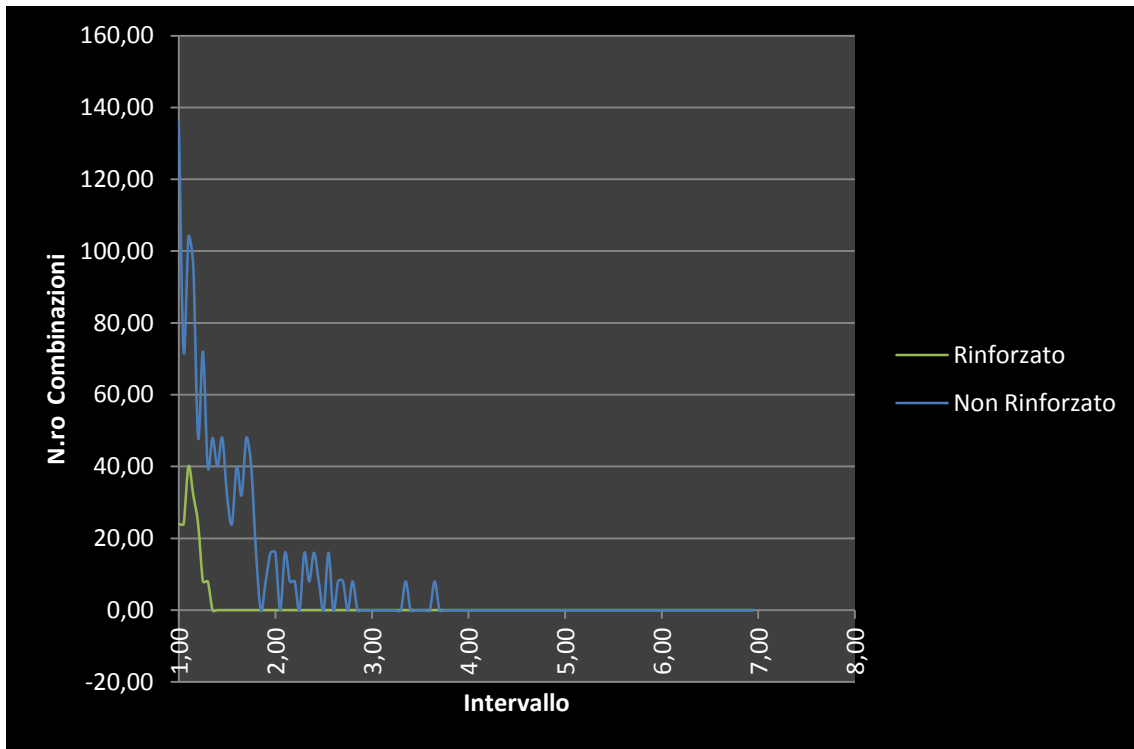
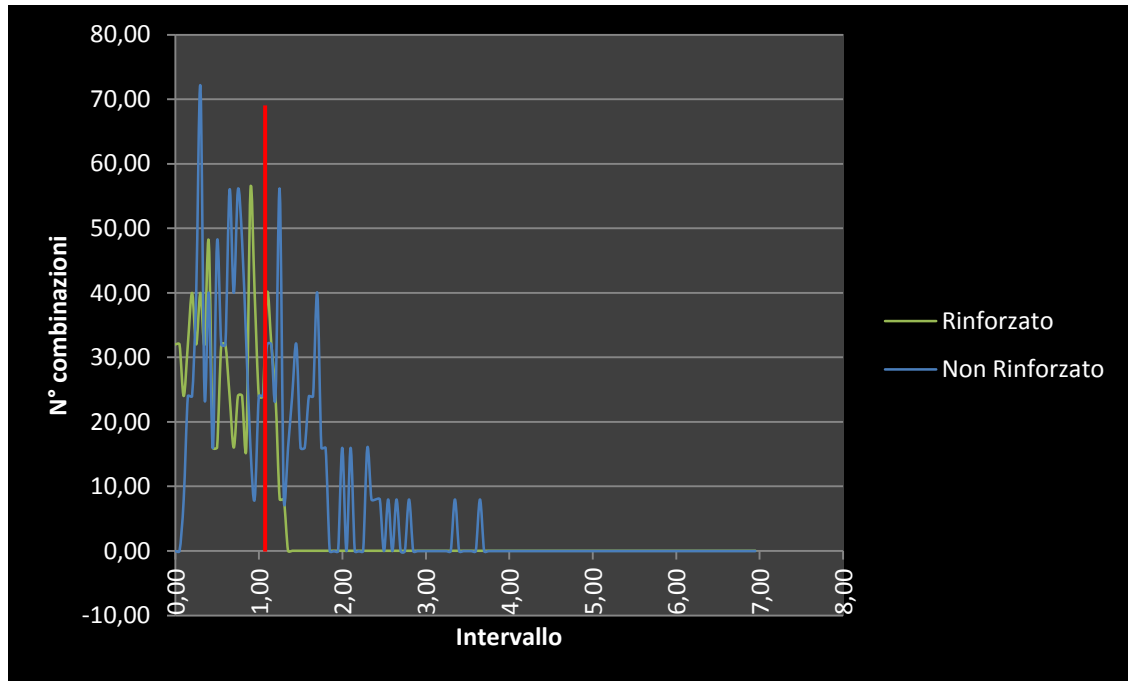


Grafico 39 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati non verificati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato

Gli stessi grafici sono stati eseguiti per i livelli P11, P10 e P9, cioè i piani dove sono presenti i valori risultanti dalle verifiche a pressoflessione più alti.



**Grafico 40 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato per il piano undicesimo**

Il primo grafico si riferisce al P11. Un dato molto significativo è posizionato in corrispondenza di  $X=0$ ; se la curva del modello “Non Rinforzato” parte dal valore zero, il comportamento del modello “Rinforzato” è di gran lunga migliore: il valore di partenza è circa trenta. Ciò significa che sono presenti trenta combinazioni sismiche il cui valore di verifica è, circa, pari a zero.

La curva “Non Rinforzato” presenta, inoltre, moltissimi picchi nella zona del grafico oltre la linea rossa di demarcazione, mentre la curva “Rinforzato” presenta un solo picco, molto vicino al valore  $X=1$ .

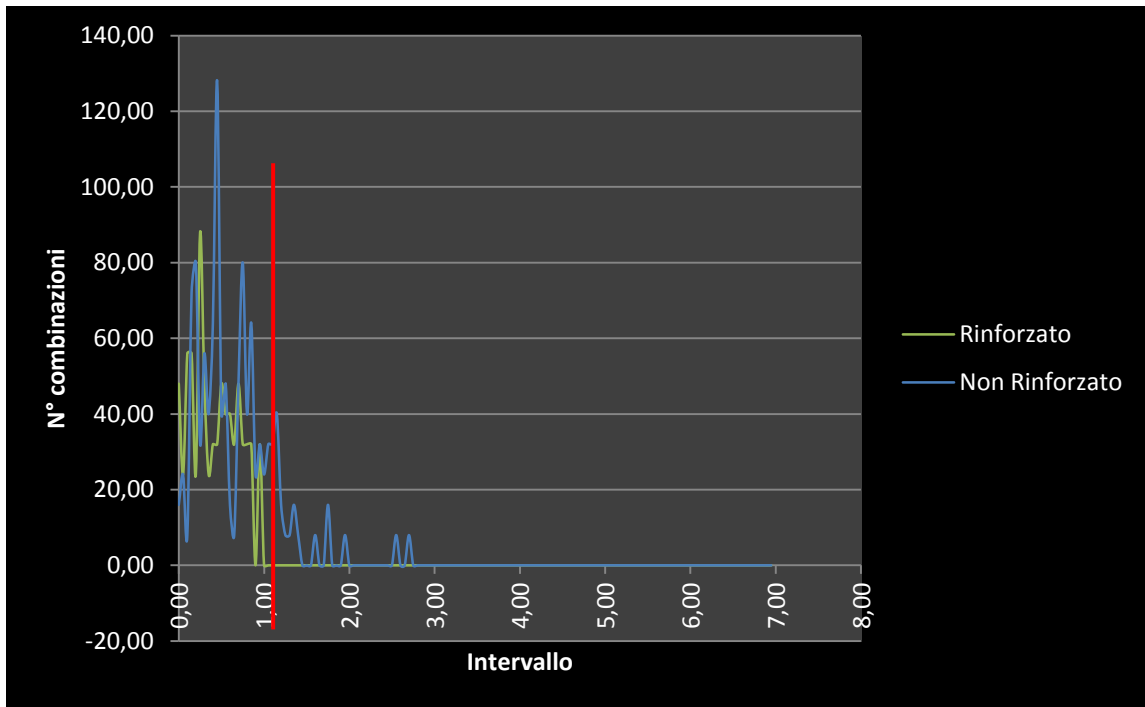


Grafico 41 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato per il piano decimo

Anche nel grafico del P10 le differenze tra le curve sono simili a quelle del P11; la differenza nell'intorno della linea rossa di demarcazione è elevato: la curva del modello "Non Rinforzato" presenta picchi di valori abbastanza elevati, mentre la curva del modello "Rinforzato" tende al valore zero.

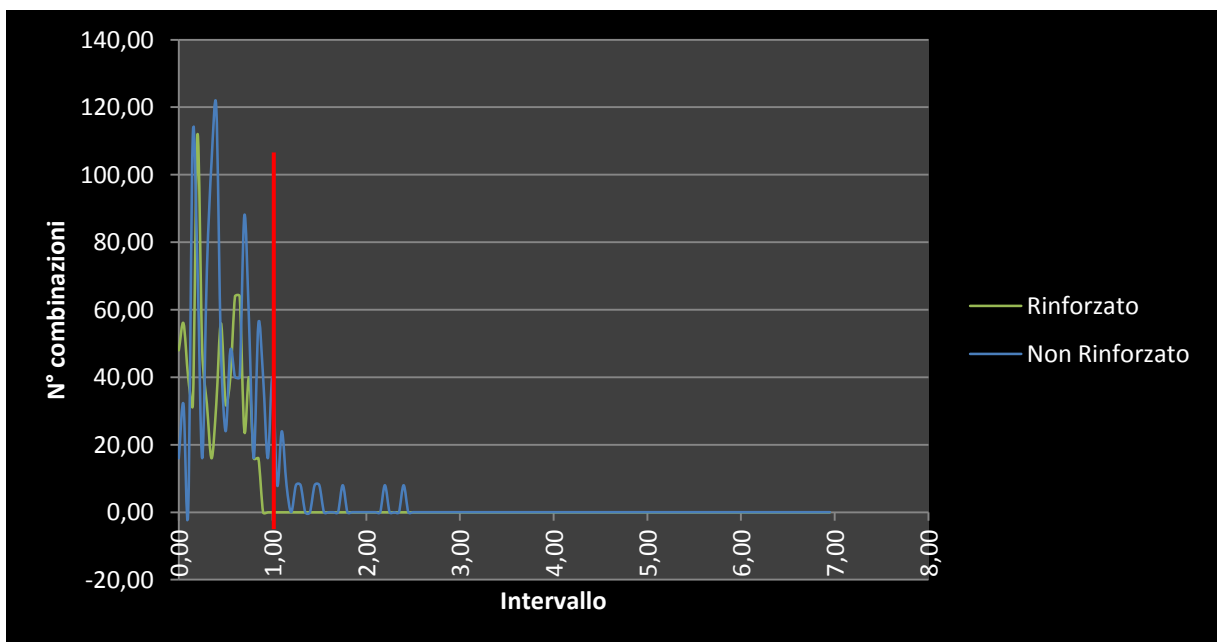


Grafico 42 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato per il piano nono



POLITECNICO DI MILANO

*Facoltà di Ingegneria dei Sistemi Edilizi*

*Francesco Pedrinazzi*

Vulnerabilità ed Esigenze di Adeguamento  
Sismico di Edifici Residenziali in C.A.

*Il caso di un edificio a torre.*

Le differenze, mano a mano che si considerano i livelli più bassi, diminuiscono. Nel caso del P9 le curve hanno un andamento simile prima del valore  $X=1$ ; l'unica differenza tra le due è la presenza di combinazioni la cui verifica risulta non soddisfatta.



## 8 Conclusioni

Le verifiche svolte sulla totalità dei pilastri dell'edificio hanno evidenziato, anche con fattori di struttura elevati, alcune carenze strutturali, soprattutto nelle colonne presenti agli ultimi livelli del fabbricato.

L'edificio è poco rigido, come dimostra l'analisi modale svolta dal software SAP2000, specie in direzione X: il periodo fondamentale della struttura, pari a 1,83 secondi, è troppo elevato anche per un fabbricato composta da tredici piani fuori terra.

Per questi motivi si è deciso di studiare, in maniera preliminare, alcuni possibili interventi di rinforzo della struttura originaria. Non è stato semplice individuare il tipo di intervento adatto per un edificio di un'altezza abbastanza elevata: si è pensato prima di eliminare alcuni carichi in sommità, in modo che la massa diminuisse e di conseguenza diminuissero anche le azioni orizzontali agenti. Si sono poi studiate alcune strutture di irrigidimento in acciaio, esterne o interne, fissate ai pilastri, formando controventi a forma di "Croce di S. Andrea". Entrambe le soluzioni irrigidivano in modo insufficiente la struttura in cemento armato. Innescando, però, il meccanismo delle pareti accoppiate tra il nucleo scala e il nucleo ascensore, inserendo alcuni setti aggiuntivi in cemento armato e aumentando le sezioni dei pilastri più sollecitati, è stata raggiunta la soluzione corretta.

Il rinforzo della maggior parte dei pilastri dell'edificio era un ulteriore possibile intervento: è stato scartato non per l'inadeguatezza dal punto di vista strutturale, ma per la difficoltà e il costo eccessivo dell'intervento.

Il risultato raggiunto non risolve, in ogni caso, la totalità dei problemi: all'ultimo livello dell'edificio sono presenti alcuni pilastri le cui verifiche non risultano soddisfatte. Il risultato massimo delle verifiche, però, si riduce da 3,69 a 1,33.

Le analisi dinamiche svolte sono di tipo lineare, cioè veloci e semplificative. Inoltre, nel software agli elementi finiti, la struttura originaria è stata modificata, in modo da rendere il modello più semplice e snello nell'analisi.

Se gli interventi dovranno realmente essere svolti sull'edificio preso in esame, sarà necessario compiere analisi più approfondite di tipo non lineare, come un'analisi pushover, in cui si ricava la reale duttilità dell'edificio. E' possibile, quindi, che la struttura abbia un comportamento migliore di quello attualmente visibile: potrebbe possedere altre risorse duttili, che abbasserebbero ulteriormente le forze agenti.



L'utilizzo di alcuni indici sintetici dello "stato di salute" dell'edificio e una adeguata velocizzazione delle operazioni di verifica hanno permesso lo svolgimento di tutte le analisi e l'immediato controllo della validità della soluzione adottata.



## 9 Bibliografia

- [1] Senza firma, *Gestione case per lavoratori - Norme tecniche di esecuzione delle costruzioni con speciale riferimento alla progettazione*, Roma, 1965.
- [2] Garri F., Cazzuola U., *Norme tecniche per l'edilizia*, Dott. A. Giuffrè Editore, Milano, 1977.
- [3] Senza firma, *Normative tecniche per le costruzioni*, F.&F. Parretti grafiche, 1986, Firenze.
- [4] Senza firma, *Cemento armato: Legge 5 novembre 1971, n. 1086 : Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica: Istruzioni Consiglio Nazionale Ricerche: ipotesi di carico sulle costruzioni, calcestruzzo preconfezionato, acciai ad aderenza migliorata*, Collezione Legale Pirola, Milano, 1972.
- [5] Verbicaro M.I., *Capacità sismica degli edifici in c.a.: approccio meccanico basato sulla progettazione simulata*, Tesi di Laurea, Università degli studi di Napoli "Federico II", 2006.
- [6] Vona M., *Caratterizzazione tipologica degli edifici in c.a. esistenti progettati a soli carichi verticali finalizzata alla valutazione della resistenza sismica in presenza di degrado ciclico*, Tesi di Dottorato, Università degli Studi "G. D'Annunzio" di Chieti, 2002.
- [7] Toniolo G., *Cemento armato: calcolo agli stati limite*, vol. 2A, Masson, Milano, 1993, seconda edizione 2001.
- [8] Toniolo G., *Cemento armato: calcolo agli stati limite*, vol. 2B, Masson, Milano, 1995, seconda edizione 2000.
- [9] Cosenza E. (a cura di), *Il comportamento sismico di edifici in c.a. progettati per carichi verticali: applicazioni all'edilizia di Catania*, CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 2000.
- [10] Castellani A., Boffi G., Valente M., *Progetto antisismico degli edifici in c.a. con l'Eurocodice UNI-EN 1998-1-5 e le Norme Tecniche per le Costruzioni*, Editore Ulrico Hoepli, Milano, 2008.
- [11] Castellani A., Faccioli E., *Costruzioni in zona sismica: metodi di analisi e criteri di progetto, applicazioni, aspetti normativi*, Editore Ulrico Hoepli Milano, 2000, seconda edizione 2008, pp. 117 – 185.
- [12] Gavarini C., *Introduzione all'ingegneria antisismica: modalità progettuali, costruttive, di consolidamento e riparazione. Appendice normativa*, Il sole 24 ore, Milano, 1999, pp. 67 – 74, 86 – 105, 201 – 207.
- [13] Beconcini M. L., *Costruzioni in zona sismica: con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14.01.2008, edizioni PLUS*, Pisa, 2009.
- [14] Albano G., *Progettazione esecutiva di strutture in cemento armato in zona sismica: Tipologie, particolari costruttivi, progetti esecutivi di cantiere: con disegni dei dettagli costruttivi in formato DWG, esempi di progetti esecutivi di cantiere, sussidi di calcolo su Cd-rom*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna, 2007.



- [15] Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica, *L'ingegneria sismica in Italia. Volume 1: atti dell'ottavo convegno nazionale ANIDIS, 21-24 settembre 1997, Taormina, Messina, 1997*, pp. 217 – 226, 477 – 487, 911 – 918 (in volume 2).
- [16] Brunetta M., Bandini L., De Lorenzi M. (a cura di), *Manuale SAP 2000: analisi lineare/non lineare integrata con verifiche per strutture tridimensionali*, Pordenone, 2006.
- [17] Brunetta M., De Lorenzi M., Bandini L. (a cura di), *Manuale SAP 2000: software per analisi e verifiche di strutture. ETABS: software integrato per il progetto di edifici*, Pordenone, 2006.
- [18] Abbatinali S., Piccirilli G., *Definizione di Protocolli di intervento per la riqualificazione morfologica, tipologica e tecnologica di manufatti per l'edilizia sociale*, Tesi di Laurea Specialistica, Università degli Studi di Brescia, 2011.
- [19] Cangì G., *Manuale del recupero strutturale e antisismico*, DEI, Roma, 2005.
- [20] Gulli R., *Il recupero edilizio in ambito sismico*, Monfalcone Edicom, 2002, seconda edizione 2010.
- [21] Pasta A., *Restauro conservativo e antisismico*, D. Flaccovio, Palermo, 1999, seconda edizione aggiornata e ampliata 2006.
- [22] Calvi G. M., 2012. *Alternative Choices and Criteria for Seismic Strengthening*. In: *15th World Conference on Earthquake Engineering*. Lisbona, 26 Settembre 2012.
- [23] Calvi G. M., 2012. *Alternative Choices and Criteria for Seismic Strengthening*. In: *15th World Conference on Earthquake Engineering*. Lisbona, 24 – 28 Settembre 2012.
- [24] Elwood K. J., Holmes W. T., Comartin C. D., Heintz J., Rojahn C., Dragovich J., McCabe S., Mahoney M., 2012. *Collapse Assessment and Mitigation of Nonductile Concrete Buildings: ATC-76-5/ATC-78/ATC-95*. In: *15th World Conference on Earthquake Engineering*. Lisbona, 24 – 28 Settembre 2012.
- [25] Menna C., Asprone D., Jalayer F., Prota A., Manfredi G., 2012. *Assessment of ecological sustainability of a building subjected to potential seismic events during its lifetime*.
- [26] NTC2008, *Norme tecniche per le costruzioni*, di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- [27] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"*, di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- [28] Leti G., Cerbara L., *Elementi di statistica descrittiva*, Il Mulino, Milano, 2009.





## 10 Siti Internet Consultati

- [1] [http://www.cslp.it/cslp/index.php?option=com\\_content&task=view&id=75&Itemid=20](http://www.cslp.it/cslp/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=20)
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
- [3] <http://www.ingegneri.info/>
- [4] <http://www.ingegneriaedintorni.com/>
- [5] <http://www.stru.polimi.it/IT/>
- [6] <http://www.comune.brescia.it/>
- [7] <http://www.aler.bs.it>
- [8] [http://www.protezionecivile.gov.it/minisite/index.php?dir\\_pk=249&cms\\_pk=1451](http://www.protezionecivile.gov.it/minisite/index.php?dir_pk=249&cms_pk=1451)
- [9] <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/microzonazione.wp>
- [10] <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>
- [11] <http://www.reluis.it/>
- [12] <http://www.csi-italia.eu/>
- [13] [http://dicata.ing.unibs.it/gelfi/software/programmi\\_studenti.html](http://dicata.ing.unibs.it/gelfi/software/programmi_studenti.html)
- [14] <http://www.ingegneriaedintorni.com/2010/08/predimensionamento-flessione-di-una.html>



## Indice delle Figure

Figura 1 Grafico dello Spettro di Risposta in base alla NTC08 .....	19
Figura 2 Andamento del Fattore di Struttura .....	20
Figura 3 Definizione del Fattore di Struttura .....	21
Figura 4 Riduzione dello Spettro di Risposta Elastico.....	21
Figura 5 Pianta architettonica .....	23
Figura 6 Sezione architettonica.....	24
Figura 7 Grafico Sforzo-Deformazione Acciaio .....	30
Figura 8 Sezione Solaio Piano Tipo.....	32
Figura 9 Sezione Solaio Copertura .....	33
Figura 10 Sezione Solaio Logge e Balconi .....	34
Figura 11 Divisione dell'Italia in zone per il calcolo del carico da neve .....	38
Figura 12 Calcolo dell'effetto globale del vento sulle pareti esterne .....	42
Figura 13 Prova Geotecnica 1 .....	43
Figura 14 Prova Geotecnica 2 .....	43
Figura 15 Calcolo del Momento Resistente Utilizzando il Software V.C.A.S.L.U. ....	48
Figura 16 Calcolo del grafico Momento-Curvatura utilizzando il software V.C.A.S.L.U. ....	49
Figura 17 Grafico dello spettro di risposta SLV .....	52
Figura 18 Grafico dello spettro di risposta SLD.....	54
Figura 19 Modalità di definizione dei materiali in SAP2000 .....	59
Figura 20 Esempio di maglia strutturale.....	60
Figura 21 Modalità di definizione dei vincoli in SAP2000.....	60
Figura 22 Modalità di definizione delle sezioni frame in SAP2000.....	61
Figura 23 Modalità di definizione delle sezioni shell in SAP2000.....	61
Figura 24 Modalità di definizione dei vincoli "diaframma" in SAP2000 .....	62
Figura 25 Modalità di definizione degli schemi di carico in SAP2000 .....	63
Figura 26 Modalità di assegnazione dei carichi in SAP2000 .....	63
Figura 27 Modalità di assegnazione dei carichi in SAP2000 .....	64
Figura 28 Modalità di inserimento dello spettro di risposta in SAP2000 .....	64
Figura 29 Modalità di inserimento dello spettro di risposta in SAP2000 .....	65
Figura 30 Modalità di definizione delle combinazioni di carico in SAP2000 .....	65
Figura 31 Combinazioni di carico su un frame .....	66
Figura 32 Modalità di inserimento della massa in SAP2000 .....	66
Figura 33 Modellazione di elementi shell in SAP2000 .....	67
Figura 34 Disposizione in pianta dei pilastri più sollecitati .....	74
Figura 35 Numero dei frame della pilastrata dieci.....	75
Figura 36 Sezioni delle travature .....	76
Figura 37 Situazione caso 1 .....	129
Figura 38 Situazione caso 1 .....	129
Figura 39 Situazione caso 2 .....	130
Figura 40 Situazione caso 2 .....	130



Figura 41 Situazione caso 3 .....	131
Figura 42 Situazione caso 3 .....	131
Figura 43 Situazione caso 4 .....	132
Figura 44 Situazione caso 4 .....	132
Figura 45 Pilastro tipo .....	161
Figura 46 Possibili combinazioni dei momenti concordi .....	198
Figura 47 Possibili combinazioni dei momenti discordi .....	199
Figura 48 Calcolo dei momenti resistenti con il software V.C.A.S.L.U. ....	222
Figura 49 Diagramma momento-azione assiale.....	223
Figura 50 Calcolo del momento resistente utilizzando la formula semplificata .....	223
Figura 51 Illustrazione dei ferri di parete .....	225
Figura 52 Illustrazione del foglio di calcolo utilizzato.....	226
Figura 53 Caratteristiche geometriche delle sezioni dei pilastri .....	227
Figura 54 Tipo e numero di armature delle sezioni dei pilastri .....	227
Figura 55 Verifica a pressoflessione dei pilastri.....	227
Figura 56 Momenti resistenti con azione assiale nulla .....	228
Figura 57 Caratteristiche geometriche delle colonne .....	229
Figura 58 Verifica a taglio dei pilastri .....	229
Figura 59 Sezioni delle travature .....	230
Figura 60 Caratteristiche geometriche delle travi.....	231
Figura 61 Tipo e numero di armature delle sezioni delle travi.....	231
Figura 62 Verifica a momento flettente delle travi .....	231
Figura 63 Situazione caso 1 .....	232
Figura 64 Definizione del numero di frame .....	233
Figura 65 Verifica ai nodi .....	234
Figura 66 Definizione di asimmetria statistica .....	244
Figura 67 Definizione di skewness.....	252
Figura 68 Pilastri più sollecitati (3D).....	283
Figura 69 Pilastri più sollecitati (2D).....	284
Figura 70 Possibili zone per l'inserimento di controventi.....	287
Figura 71 Esploso degli elementi in acciaio utilizzati .....	291
Figura 72 Connessione della struttura esterna ai pilastri .....	292
Figura 73 Disposizione dei setti in c.a.....	293
Figura 74 Disposizione delle pareti accoppiate.....	294
Figura 75 Disposizione dei pilastri irrigiditi .....	297



## Indice delle Tabelle

Tabella 1 Valori dei carichi variabili prescritti da NTC 08 .....	37
Tabella 2 Valori del coefficiente di forma prescritti da NTC 08 .....	38
Tabella 3 Valori del coefficiente di esposizione prescritti da NTC 08 .....	39
Tabella 4 Andamento dei valori in base alla categoria di esposizione del sito .....	40
Tabella 5 Calcolo della categoria di esposizione del sito come prescritto da NTC 08 .....	41
Tabella 6 Categorie di sottosuolo previste da NTC 08 .....	44
Tabella 7 Caratteristiche della superficie topografica previste da NTC 08 .....	44
Tabella 8 Vita Nominale per diversi tipi di opere .....	46
Tabella 9 Valori del coefficiente d'uso .....	46
Tabella 10 Valori di $q_0$ .....	47
Tabella 11 Valori tabellari dello spettro di risposta SLV .....	51
Tabella 12 Valori tabellari dello spettro di risposta SLD .....	53

## Indice dei Grafici

Grafico 1 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura $q$ pari a uno .....	246
Grafico 2 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura $q$ pari a 1,5 .....	246
Grafico 3 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura $q$ pari a due .....	247
Grafico 4 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura $q$ pari a 2,5 .....	247
Grafico 5 Andamento delle percentuali di combinazioni per il fattore di struttura $q$ pari a tre .....	248
Grafico 6 Andamento della media in base al fattore di struttura .....	249
Grafico 7 Andamento della mediana in base al fattore di struttura .....	250
Grafico 8 Andamento della deviazione standard in base al fattore di struttura .....	251
Grafico 9 Andamento della varianza in base al fattore di struttura .....	251
Grafico 10 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura .....	252
Grafico 11 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura $q$ pari a uno .....	253
Grafico 12 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura $q$ pari a 1,5 .....	254
Grafico 13 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura $q$ pari a due .....	254
Grafico 14 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura $q$ pari a 2,5 .....	255
Grafico 15 Andamento delle percentuali di combinazioni non verificate per il fattore di struttura $q$ pari a tre .....	255
Grafico 16 Andamento della mediana delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura .....	257
Grafico 17 Andamento della media delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura .....	257



Grafico 18 Andamento della varianza delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura.....	258
Grafico 19 Andamento della deviazione standard delle percentuali di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura.....	258
Grafico 20 Andamento della percentuale di combinazioni non verificate in base al fattore di struttura.....	259
Grafico 21 Riassunto degli andamenti delle combinazioni non verificate.....	259
Grafico 22 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano terra.....	260
Grafico 23 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano rialzato.....	262
Grafico 24 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano primo.....	264
Grafico 25 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano secondo.....	265
Grafico 26 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano terzo.....	267
Grafico 27 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano quarto.....	268
Grafico 28 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano quinto.....	270
Grafico 29 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano sesto.....	271
Grafico 30 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano settimo.....	273
Grafico 31 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano ottavo.....	274
Grafico 32 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano nono.....	276
Grafico 33 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano decimo.....	277
Grafico 34 Riassunto dell'andamento delle percentuali di combinazioni in base al fattore di struttura per il piano undicesimo.....	279
Grafico 35 Andamento riassuntivo della media per ogni piano in base al fattore di struttura.....	280
Grafico 36 Andamento riassuntivo della percentuale di combinazioni non soddisfatte per ogni piano in base al fattore di struttura.....	281
Grafico 37 Andamento del periodo della struttura in base ai modi di vibrare per ogni possibile intervento proposto.....	298
Grafico 38 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato....	300
Grafico 39 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati non verificati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato.....	301
Grafico 40 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato per il piano undicesimo.....	302



Grafico 41 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato per il piano decimo.....	303
Grafico 42 Confronto delle curve di distribuzione dei risultati tra modello Rinforzato e Non Rinforzato per il piano nono .....	303