



Regione Lombardia
Città Metropolitana di Milano

Y

Comune di
SAN DONATO MILANESE

SCUOLA PRIMARIA "MARTIN LUTHER KING"
VIA DI VITTORIO, 48 - RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA, ADEGUAMENTO ANTISISMICO
IMMOBILE E MANUTENZIONE STRAORDINARIA
AREE ESTERNE - CUP J53C24001080004

Doc **VVS**

PROGETTO ESECUTIVO

SCALA: -

DATA: **04/2025**

COM. AS2417

REV. **01-06/25**

FILE:

**VERIFICA DELLA
VULNERABILITA' SISMICA**

Progetto:

AS32

Studio Tecnico Associato

Arch. A. Vergnano - Ing. A. Camelliti - Arch. S. Arena - Arch. M.R. Matera

Corso Peschiera 136, 10138 Torino

C.F./P. IVA 10678860015

Tel 011 0361986 Fax 011 0361987 PEC studio.as32@legalmail.it

Responsabile Unico del Progetto: **Geom. Riccardo Fronzuti**

Regione Lombardia
Provincia di Milano

COMUNE DI SAN DONATO MILANESE



VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA AI FINI DELLA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL PLESSO SCOLASTICO "M. L. KING" DI VIA DI VITTORIO

Tav RVS

SCALA: -

DATA: **02/2025**

REV. _____

FILE: _____

*VALUTAZIONE SICUREZZA AI SENSI
CAP. 8 D.M. 17.01.2018*

RELAZIONE TECNICA



Studio Tecnico Associato AS32

Arch. Vergnano - Ing. Camelliti - Arch. Di Gregorio - Arch. Arena - Arch. Matera

Corso Peschiera 136, 10138 Torino

Tel 011 0361986 Fax 011 0361987

e-mail studio.as32@gmail.com

INDICE

1.	Analisi storico-critica e descrizione generale dell'edificio.....	2
2.	Condizione d'uso della costruzione e livelli di sicurezza	4
3.	Rilievi e campagna di indagine.....	6
4.	Normativa, caratterizzazione dei materiali ed azioni di progetto.....	12
5.	Analisi delle azioni e dei carichi agenti sulla struttura	15
6.	Modellazione dell'edificio.....	19
7.	Combinazioni di carico.....	25
8.	Analisi e parametri di verifica	28
9.	Risultati	31
10.	Tabelle di verifica spostamenti – analisi stato limite operatività	32
11.	Verifica spostamenti massimi tra Unità Strutturali	33
12.	Verifica elementi strutturali secondari	34
13.	Allegati	37

1. Analisi storico-critica e descrizione generale dell'edificio

1.1 Descrizione dell'edificio

L'edificio è collocato all'interno di un'area ad uso pertinenziale in cui l'accesso avviene esclusivamente da via G. Di Vittorio. L'edificio della scuola è ubicato in posizione arretrata rispetto alla via (eccezion fatta per l'affaccio est della palestra), dalla quale è separato da un'area pertinenziale, in gran parte mantenuta a verde con alberi di alto fusto, e completamente delimitata da una recinzione metallica.



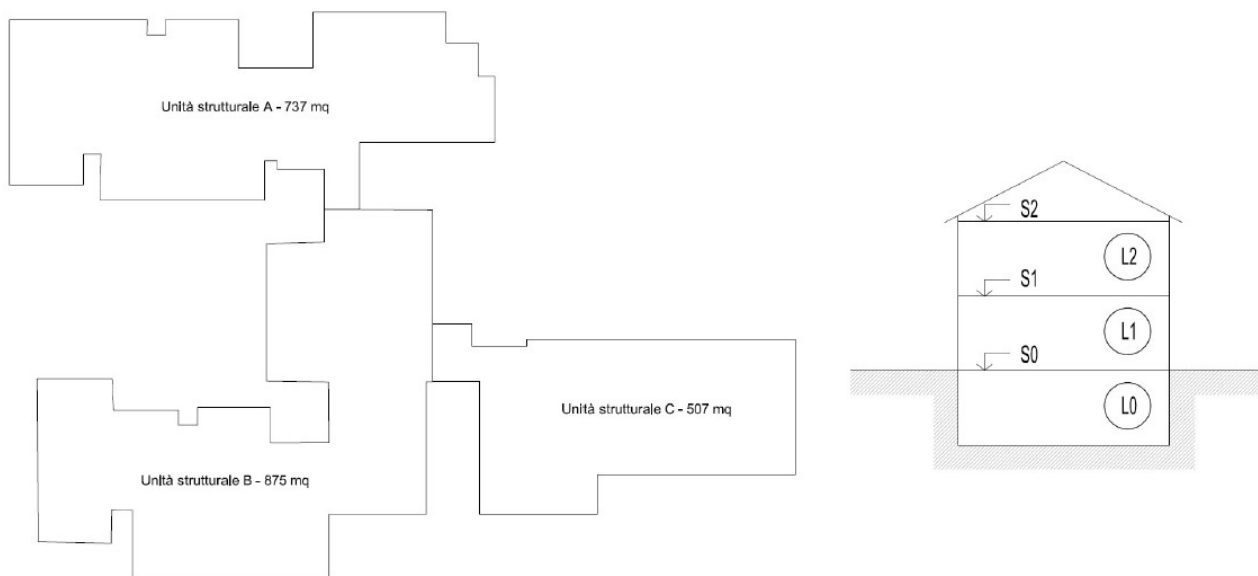
Dal punto di vista volumetrico l'edificio scolastico si compone di tre corpi principali uniti fra loro da maniche di collegamento a formare una sorta di "C" in pianta, alla quale è collegato un ulteriore volume che va a definire la palestra. Il corpo principale e le maniche di collegamento, che ospitano atrio d'ingresso, uffici, aula proiezioni, refettorio e cucina, si caratterizzano per presentare un solo piano fuori terra; mentre i due corpi di fabbrica rimanenti (blocco aule nord e sud) sono caratterizzati da una volumetria a due piani fuori terra.

Al di sotto i locali scolastici (con esclusione del corpo aule sud) insiste un ampio piano seminterrato in gran

parte accessibile e fuori-terra per circa la metà della sua altezza (con l'esclusione del fronte est, le cui ventilazioni aprono su un'intercapedine). La palestra ed i relativi locali accessori (spogliatoi, servizi igienici e depositi) si sviluppano in collegamento diretto con la scuola, senza dislivelli; inoltre, la loro sagoma determina un piano seminterrato destinato alle associazioni locali, con ingresso indipendente sul lato est dell'area scolastica, verso via G. Di Vittorio. Infine, sul lato sud dell'area di pertinenza, in prossimità della palestra, si trova un basso fabbricato indipendente che ospita la centrale termica a servizio del complesso.

L'impianto originario dell'edificio risale al 1970 e, nel tempo, ha subito alcuni interventi di riqualificazione interna (rifacimento servizi igienici, creazione di nuovi laboratori, etc.) ed esterna (rimozione delle lastre in cemento-amianto dalle coperture e sostituzione con lamiera grecata su strato di coibentazione in lana di roccia; posa di alcuni serramenti REI per l'adeguamento antincendio). Dalla documentazione fornita dalla S.A., non risultano significativi interventi strutturali ad eccezione di quelli eseguiti sui fondelli e sui travetti di una porzione di solaio al piano interrato a seguito di infiltrazioni.

Risultano edificati n. 3 unità strutturali separate a cui sono state assegnate le lettere A, B e C come raffigurato nella pagina che segue. Sul piano altimetrico vi è una notevole variazione distributiva con il blocco A che ha una porzione su tre livelli (interrato, rialzato, primo) e una su due (interrato, rialzato), il blocco B che ha due livelli (interrato e rialzato) e il blocco C che contiene la palestra al livello rialzato e un piano interrato. I livelli sono stati denominati con le sigle L0, L1, L2 (rispettivamente interrato, rialzato e primo). Ai solai sono state assegnate le denominazioni S0, S1, S2 (indicando rispettivamente il solaio tra interrato e rialzato, quello tra rialzato e primo e quello tra primo e copertura).



1.2 Analisi della documentazione

La documentazione disponibile, utile ai fini della valutazione di vulnerabilità sismica, risulta essere costituita dal progetto originario risalente al 1969 messo a disposizione dalla S.A. e costituito da:

- 11 tavole del progetto architettonico;
- 16 tavole del progetto strutturale a firma Ing. Romualdo Boschini (con studio in Milano, Via Larga 8).

Tutti gli elaborati riportano la sottoscrizione dell'Ing. Luigi Migliora quale Direttore dei Lavori.

Le tavole citate sono parte integrante della presente relazione.

Sono altresì disponibili:

- *Elaborati grafici architettonici formato CAD forniti dall'Ufficio Tecnico del Comune;*

Non sono state reperite le relazioni di calcolo e tantomeno il collaudo statico.

1.3 Esito dell'analisi storico-critica

Sulla scorta di cui sopra si è prevenuti ad un elevato livello di inquadramento di carattere storico critico in quanto risultano compiutamente definite la geometria delle carpenterie e gli elaborati progettuali pressochè completi.

Dalle evidenze storico-documentali non emergono particolari modifiche o significativi cambi di destinazioni d'uso.

2. Condizione d'uso della costruzione e livelli di sicurezza

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, può essere usata per lo scopo per la quale è stata progettata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata nella seguente tabella:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La vita nominale è stabilita, in accordo con il Committente, in funzione delle caratteristiche dell'opera e della destinazione d'uso della medesima.

Nel caso in esame si assumono i parametri conseguenti al cambio di destinazione d'uso:

Tipologia: Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vita nominale V_N (anni) 50

Classi d'uso

Le costruzioni sono suddivise in classi d'uso con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso dovute agli effetti dell'azione sismica.

Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
------------	---

Per la costruzione in esame si assume classe d'uso III in accordo al D.d.u.o. Regione Lombardia 22 maggio 2019 - n. 7237 che individua le scuole di ogni ordine e grado tra gli edifici rilevanti.

Periodo di riferimento dell'azione sismica

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, con la seguente formula in funzione del coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come di seguito

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

Si ottiene pertanto:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.5 = 75 \text{ anni}$$

3. Rilievi e campagna di indagine

3.1 Rilievo geometrico

Al fine di poter eseguire una coerente valutazione di vulnerabilità sismica del fabbricato è stato eseguito un rilievo geometrico, architettonico e strutturale.

L'esecuzione del rilievo è stata preceduta da sopralluoghi al fabbricato, necessari per conoscerne struttura, distribuzione plano-altimetrica e per stabilire le migliori tecniche per eseguire le varie misurazioni.

Vista la dettagliata disponibilità di elaborati strutturali di progetto, è stata verificata la congruenza degli stessi con quanto riscontrato sul manufatto al fine di poterne appurare la validità.

La verifica è stata condotta sia sul sito (verificando con misuratore laser le distanze tra i pilastri e la geometria degli stessi) che sui documenti cartacei e informatici (sovrapponendo e verificando la congruenza degli elaborati architettonici con quelli strutturali).

Finite le fasi di verifica, è stato definito il modello tridimensionale corretto del fabbricato, tenendo criticamente conto degli elementi che influiscono a vantaggio di sicurezza nelle analisi se omessi o trascurati per il loro contributo.

3.2 Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Concetto di conoscenza degli edifici esistenti

La conoscenza di un edificio esistente risente di questi aspetti fondamentali:

- *il "progetto" (o meglio la costruzione) riflette lo stato delle conoscenze (regola d'arte) al tempo della loro edificazione e può contenere difetti di impostazione concettuale e di realizzazione che non sono direttamente visibili o evidenziabili;*
- *gli edifici esistenti possono aver già sopportato in passato terremoti (più o meno violenti) o altre azioni accidentali, i cui effetti possono essere più o meno manifesti;*
- *gli edifici esistenti presentano situazioni concrete che possono essere le più diverse (e a volte imprevedibili).*

E' stato reperito il progetto strutturale del fabbricato, completo di schemi di armatura e carpenterie di dettaglio. Sulla base della documentazione disponibile ed in funzione degli stanziamenti disponibili per l'esecuzione della campagna di indagini e di rilievi condotti in situ, si è avviata una campagna di indagini commisurata al livello di conoscenza **LC3** secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 e dalla Circolare n. 7/19.

Per la stima dei livelli di conoscenza e dei fattori di confidenza, verranno considerate le indicazioni, previste dal D.M. 17/01/2018 e dalla Circolare n. 7/19, relative alle costruzioni esistenti in cemento armato.

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

Livelli di conoscenza per le costruzioni in cemento armato

Coerentemente con le indicazioni normative è stata progettata una campagna di indagini sugli elementi strutturali sismo-resistenti in grado di soddisfare i suddetti requisiti.

Per gli elementi in c.a. dalla normativa:

LC3

Geometria: la geometria della struttura è nota in base ai disegni originali (effettuando un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni);

Dettagli costruttivi: i dettagli costruttivi sono noti dai disegni costruttivi originali integrati da indagini limitate in situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi più importanti;

Proprietà dei materiali: le caratteristiche meccaniche dei materiali sono note in base ai disegni costruttivi e integrate da prove estese in situ (i valori ottenuti dalle prove in situ sono risultati minori dei corrispondenti valori indicati nei disegni di progetto).

La valutazione della sicurezza ed eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici; le informazioni raccolte sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelle riguardanti i dettagli strutturali, devono consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo.

Si riporta l'estratto dalla normativa che definisce orientativamente il numero delle prove da effettuarsi per i vari livelli di conoscenza nel caso di strutture in c.a.:

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

3.3 Progetto della campagna di indagini

Coerentemente con il livello di conoscenza che si è scelto di raggiungere e, con le informazioni disponibili, la campagna di indagini è stata progettata con i criteri di sotto riportati.

Geometria

rilievo geometrico completo della struttura mediante verifica della rispondenza di quanto in situ con quanto riportato negli elaborati del progetto strutturale;

Dettagli costruttivi e proprietà dei materiali

- *rilievi visivi sugli elementi strutturali accessibili e direttamente misurabili;*
- *n. 38 estrazioni di saggi cilindrici di calcestruzzo, proporzionalmente distribuiti sulle varie Unità Strutturali e successiva prova di compressione in Laboratorio;*
- *n. 16 prelievi di barre d'armatura e prova di trazione in laboratorio;*
- *n. 71 rilievi geometrici del c.a.;*
- *n. 83 misurazioni magnetometriche della posizione delle barre d'armatura su travi, pilastri e solai, con misura del loro diametro e valutazione del copriferro mediante sua asportazione;*
- *n. 13 rilievi dei solai con pari numero di indagini endoscopiche;*
- *n. 1 stendimento sismico per la valutazione della velocità Vs30 e relativa classificazione della categoria di sottosuolo;*
- *n. 3 prove penetrometriche;*
- *n. 1 sondaggio di superficie e misurazione piezometrica.*
-

Le prove sono dettagliate negli elaborati allegati alla presente e ne costituiscono parte integrante.

3.4 Stima del livello di conoscenza e del fattore di confidenza

Sulla base delle indagini eseguite ed in base alla documentazione disponibile è stato possibile assumere un livello di conoscenza pari a **LC3** corrispondente ad un fattore di confidenza sui materiali pari a **FC=1.00**.

3.5 Descrizione strutturale dell'edificio

L'edificio risulta costituito da una struttura portante verticale e orizzontale in calcestruzzo armato di forma irregolare, solai in latero cemento e travetti gettati in opera.

La sezione dei pilastri è sempre rettangolare o quadrata e le dimensioni sono variabili ma ripetitive. Le travi principali e di spina sono quasi tutte fuori spessore rispetto al solaio.

3.6 Strutture di fondazione

Le fondazioni dell'edificio furono realizzate con travi di fondazioni continue tutte collegate tra di loro. Si rileva la presenza di plinti isolati per i soli pilastri di spina della palestra al piano interrato.

Non è stato possibile un rilievo visivo delle strutture di fondazione.

3.7 Strutture verticali in cemento armato (pilastri e setti)

La struttura verticale dell'edificio è costituita da una maglia di pilastri in calcestruzzo armato le cui dimensioni, state verificate a campione per verificarne la congruenza con gli elaborati a disposizione.

L'interasse dei pilastri è piuttosto variabile e in alcuni casi raggiunge un interasse di 7.3 metri, in particolare nelle zone perimetrali in corrispondenza delle aule. La sezione dei pilastri è sempre del tipo rettangolare o quadrata.

Al piano interrato i muri perimetrali sono tutti in c.a. e su di essi sono attestati i solai, formando sostanzialmente una scatola sufficientemente rigida tra il piano di posa delle fondazioni e il piano rialzato.

3.8 Strutture orizzontali in cemento armato (travi e solai)

Per le luci maggiori le travi sono fuori spessore di solaio mentre per le luci più modeste sono in esso contenute. Alle travi di bordo della copertura è spesso associato un cornicione gettato in opera. Non sono presenti elementi in falso o sbalzi significativi.

Come spesso si riscontra nelle strutture degli anni '60-'70, vi è una ottimizzazione dei materiali (con l'implicita maggiore manodopera per la posa in opera) che ha portato a vastità di sezioni resistenti e distribuzione di armatura. I solai sono del tipo in laterocemento con travetti gettati in opera con spessore 20+4 per tutti i piani del fabbricato. In qualche caso la cappa superiore è risultata inferiore a 4 cm.

Negli elaborati di progetto sono presenti informazioni dettagliate sulle carpenterie dei solai e sulle armature.

3.9 Orizzontamenti in latero cemento armato (solai)

Come anticipato, gli impalcati sono costituiti da solai in latero cemento con travetti gettati in opera aventi spessore complessivo di 24 cm con 20 cm di pignatta in laterizio di alleggerimento e 4 cm di soletta superiore di completamento.

Questa tipologia consente di definire gli impalcati "infinitamente rigidi" nel loro piano, con uniforme ripartizione degli spostamenti orizzontali in caso di sisma. Tuttavia, non avendo avuto conferma della presenza diffusa della cappa da 4 cm, si è optato per modellare la struttura con solai *flessibili*.

L'interasse tra i travetti è pari a 50 cm e gli stessi hanno una larghezza di 10 cm.

3.10 Regolarità in pianta ed in alzata

Si procede effettuando una verifica di regolarità geometrica delle US secondo il punto 7.2.1. del DM 2018.

Per quanto riguarda gli edifici, una costruzione è regolare in pianta se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- *la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento;*
- *il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;*
- *ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione.*

Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è regolare in altezza se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- *tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio;*
- *massa e rigidezza 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 rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di 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;*
- *il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;*
- *eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.*

Rigidezza impalcati

I solai non presentano in maniera omogenea le caratteristiche per poter essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano stante la presenza di soletta collaborante in calcestruzzo armato di diverso spessore.

Considerazioni finali relative alla regolarità

Data la particolare configurazione geometrica dell'edificio non si ritengono soddisfatti i requisiti di regolarità in pianta ma lo sono quelli di regolarità in altezza, eccetto che per l'US C per la quale il requisito non è soddisfatto neanche per la regolarità in altezza.

Non è quindi possibile adottare i coefficienti riduttivi dell'azione sismica e del fattore di struttura consentiti dalla norma per le costruzioni regolari in pianta ed in alzata.

4. Normativa, caratterizzazione dei materiali ed azioni di progetto

4.1 Normativa di riferimento

- OPCM n. 3274 del 20/03/2003. *Primi elementi di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- D.M. 17/01/2018, *Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*;
- Circ. Min. esplicativa n.7 del 21-01-2019. *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018*;
- DPCM 12/10/2007, *Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni*;
- *Linee guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole (Intesa Rep. 7/CU 28/1/2009)*;
- UNI ENV 1996-1-1:2006. (Eurocodice 6). *Progettazione di strutture in muratura. Parte 1-1: Regole generali per gli edifici - Regole per la muratura armata e non armata*;
- UNI ENV 1998-1-1:2005 (Eurocodice 8). *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-1.*
- *Legge Regionale 33/2015 (30/03/2016 – Regione Lombardia - DGR 30 marzo 2016, n. X/5001)*
- *Legge regionale 10 agosto 2017, n. 22 (BURL 14 agosto 2017)*

4.2 Caratterizzazione dei materiali

Le proprietà di progetto dei materiali sono state definite a partire dalle conoscenze ottenute dai documenti a disposizione, dalle prove sperimentali e dalle indagini in-situ effettuate.

Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo

I valori di resistenza dei materiali sono stati valutati in riferimento ai criteri di cui al punto 3.3 delle *Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera – Servizio Tecnico Centrale – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – settembre 2017*, come richiamato dalla Circolare C.S.L.PP. n. 7 del 21/01/2019, utilizzando il valore medio cubico calcolato con la seguente formulazione:

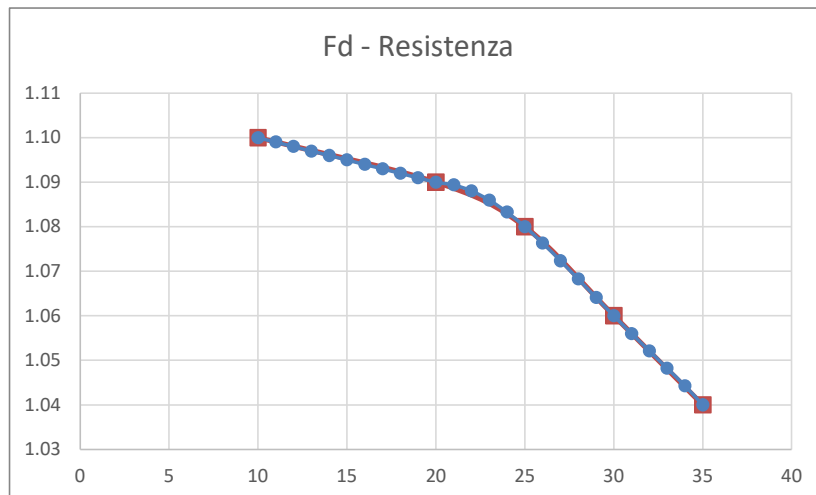
$f_{carota} * F_d = R_{c, is}$ (avendo nel nostro caso i risultati ottenuti da prove su carote con rapporto $h/d = 1$)

dove f_{carota} è il risultato della prova eseguito sulla singola carota e F_d è il fattore di disturbo, dipendente dalla resistenza a compressione delle carote:

Tabella del fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ($h/d=1$; $d=100$ mm)

f_{carota} [N/mm ²]	10	20	25	30	35	40
F_d	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

Per valori intermedi è possibile l'interpolazione lineare, desunta dalla curva di seguito raffigurata:



La tabella che segue riporta i valori impiegati nei calcoli del presente documento, assunti:

$FC = 1.0$ (fattore di confidenza);

$f_c = 0.83 R_c$ (passaggio da resistenza cubica a resistenza cilindrica)

$\gamma_c = 1.5$ (fattore di sicurezza per il calcestruzzo)

Per ciascun provino viene definita la resistenza cilindrica corretta col fattore di disturbo e per ciascun piano viene identificata una resistenza di calcolo ottenuta dividendo il valore medio della resistenza cilindrica per il fattore di confidenza FC e per il fattore di sicurezza del calcestruzzo, il cui dettaglio è tabulato nella pagina seguente per le tre US.

I risultati confermano i valori di resistenza assunti in fase di progetto e che verranno impiegati per le verifiche strutturali del presente documento, ossia corrispondenti ad un calcestruzzo tipo **C20/25**.

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio di armatura

E' stata determinata attraverso una campagna di indagini, riassunta in precedenza e riportata dettagliatamente nell'allegato alla presente.

US	SIGLA	N	Diametro (mm)	f_{yk} [Mpa]	f_{ykM} [Mpa]	f_{ykM} / FC [Mpa]
C	LO-C-P1	1	22	391	395.0	395.00
	LO-C-P2	2	12	423		
	L1-C-P1	3	20	404		
	L1-C-P2	4	14	362		
B	L1-B-P1	1	14	486	442.3	442.33
	L1-B-P2	2	14	343		
	L0-B-P1	3	16	447		
	L0-B-P2	4	16	478		
	L2-B-P1	5	14	411		
	L2-B-P2	6	16	489		
A	L0-A-P1	1	14	452	443.2	443.17
	L0-A-P2	2	14	452		
	L1-A-P1	3	14	429		
	L1-A-P7	4	14	418		
	L2-A-P1	5	16	488		
	L2-A-P2	6	14	420		

FeB44K - $f_{yk} = 430$ - $f_{yd} = 430/1.15 = 374$ N/mm²

Si riportano di fianco i risultati delle resistenze ottenute dalle prove di trazione sulle barre di armatura che confermano la tipologia di acciaio riportata negli elaborati del progetto originario, ossia **FeB44K**

US	SIGLA	N	Dimensioni		Rapporto H/D	Peso (kg)	Massa Volumica (kg/mc)	Resistenza Max Unitaria Cubica Rc (MPa)	Fattore di disturbo Fd	Resistenza cilindrica corretta $f_c = F_d \times R_c \times 0.83$ (MPa)
			diametro (mm)	altezza (mm)						
C	LO-C-S1	1	94	95	1.01	1.518	2303	29.70	1.061	26.16
	LO-C-S2	2	94	96	1.02	1.569	2357	27.10	1.072	24.11
	LO-C-P3	3	94	96	1.02	1.567	2354	31.20	1.055	27.33
	LO-C-P4	4	94	96	1.02	1.490	2238	25.40	1.079	22.74
	L1-C-P3	5	94	96	1.02	1.440	2163	18.80	1.090	17.00
	L1-C-P4	6	94	95	1.01	1.470	2231	22.60	1.087	20.39
	L1-C-P5	7	94	97	1.03	1.480	2200	24.20	1.086	21.81
	L1-C-P6	8	94	97	1.03	1.573	2338	29.80	1.080	26.72
Valore medio										23.28
Valore medio/FC=1.0										23.28

US	SIGLA	N	Dimensioni		Rapporto H/D	Peso (kg)	Massa Volumica (kg/mc)	Resistenza Max Unitaria Cubica Rc (MPa)	Fattore di disturbo Fd	Resistenza cilindrica corretta $f_c = F_d \times R_c \times 0.83$ (MPa)
			diametro (mm)	altezza (mm)						
B	L1-B-P3	1	94	96	1.02	1.542	2316	27.70	1.070	24.59
	L1-B-P4	2	94	96	1.02	1.518	2280	45.40	0.834	31.43
	L1-B-P5	3	94	97	1.03	1.515	2251	35.40	1.038	30.50
	L1-B-P6	4	94	97	1.03	1.497	2225	39.00	1.012	32.77
	L2-B-P3	5	94	96	1.02	1.417	2128	15.80	1.086	14.24
	L2-B-P4	6	94	97	1.03	1.430	2126	17.70	1.089	16.00
	L2-B-P5	7	94	97	1.03	1.498	2227	34.40	1.076	30.71
	L2-B-P6	8	94	95	1.01	1.422	2158	22.10	1.088	19.96
	L0-B-P3	8	94	96	1.02	1.428	2145	17.10	1.093	15.51
	L0-B-P4	8	94	97	1.03	1.420	2111	17.20	1.093	15.60
	L0-B-P5	8	94	98	1.04	1.506	2216	18.70	1.091	16.94
	L0-B-P6	8	94	98	1.04	1.514	2228	30.00	1.080	26.89
	L0-B-P7	8	94	97	1.03	1.502	2233	16.40	1.094	14.89
	L0-B-P8	8	94	95	1.01	1.473	2236	34.60	1.075	30.88
Valore medio										25.03
Valore medio/FC=1.0										25.03

US	SIGLA	N	Dimensioni		Rapporto H/D	Peso (kg)	Massa Volumica (kg/mc)	Resistenza Max Unitaria Cubica Rc (MPa)	Fattore di disturbo Fd	Resistenza cilindrica corretta $f_c = F_d \times R_c \times 0.83$ (MPa)
			diametro (mm)	altezza (mm)						
A	L0-A-P3	1	94	96	1.02	1.492	2240	30.10	1.060	26.47
	L0-A-P4	2	94	97	1.03	1.492	2218	32.60	1.050	28.40
	L0-A-P5	3	94	97	1.03	1.449	2154	15.60	1.086	14.06
	L0-A-P6	4	94	97	1.03	1.486	2208	28.50	1.066	25.22
	L0-A-S1	5	94	97	1.03	1.496	2223	22.40	1.087	20.21
	L0-A-S2	6	94	96	1.02	1.479	2221	18.70	1.090	16.91
	L1-A-S1	7	94	97	1.03	1.484	2206	13.90	1.096	12.65
	L1-A-P2	8	94	97	1.03	1.484	2205	12.90	1.097	11.75
	L1-A-P3	9	94	97	1.03	1.530	2274	26.50	1.084	23.83
	L1-A-P4	10	94	96	1.02	1.484	2229	20.80	1.089	18.80
	L1-A-P5	11	94	97	1.03	1.454	2161	20.80	1.089	19.10
	L1-A-P6	12	94	87	0.93	1.270	2105	20.80	1.089	15.50
	L2-A-P3	13	94	97	1.03	1.460	2170	20.80	1.089	17.70
	L2-A-P4	14	94	97	1.03	1.507	2240	20.80	1.089	19.80
	L2-A-P5	15	94	96	1.02	1.438	2160	20.80	1.089	21.80
	L2-A-S1	16	94	96	1.02	1.490	2237	20.80	1.089	32.50
Valore medio										20.29
Valore medio/FC=1.0										20.29

5. Analisi delle azioni e dei carichi agenti sulla struttura

Nei paragrafi seguenti vengono illustrati i criteri seguiti per la determinazione delle azioni di progetto agenti nel fabbricato in esame valutate in accordo ai criteri espressi dalle normative vigenti.

Azione della neve

Per la valutazione dell'azione di progetto statica della neve si è seguito il paragrafo 3.4.1 del D.M. 17/01/2018. Tuttavia, a vantaggio di sicurezza, si è assunto come valore di progetto un carico ripartito verticale pari a:

$$q_{\text{neve}} = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

Azione del sisma

Caratteristiche geomorfologiche

Per quanto riguarda la caratterizzazione Geologica-Fisica del terreno su cui è fondato l'edificio in oggetto, si è fatto riferimento ai risultati delle indagini condotte.

Tale documento riporta come categoria di sottosuolo quella indicata nel D.M. 17/01/2018 con la lettera **C** “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*”.

Per la Tabella 3.2.IV (fig. seguente), si assume una categoria topografica T1 (l'ubicazione del fabbricato è in pianura).

Coefficiente di amplificazione topografica

1.00

Tab.3.2.V _ Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Determinazione dello spettro di risposta

La valutazione dello spettro di risposta elastico di progetto nei confronti del solo SLV (stato limite di salvaguardia della vita) è stata effettuata mediante il programma “CDM DOLMEN”, in accordo al Paragrafo 3.2 relativo all'azione sismica del D.M. 14/01/08, inserendo i seguenti parametri di calcolo relativi all'edificio in oggetto:

Categoria topografica T1.

All'interno del reticolo di riferimento il sito è così individuato:

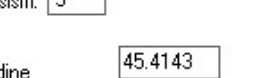
Località

Comune

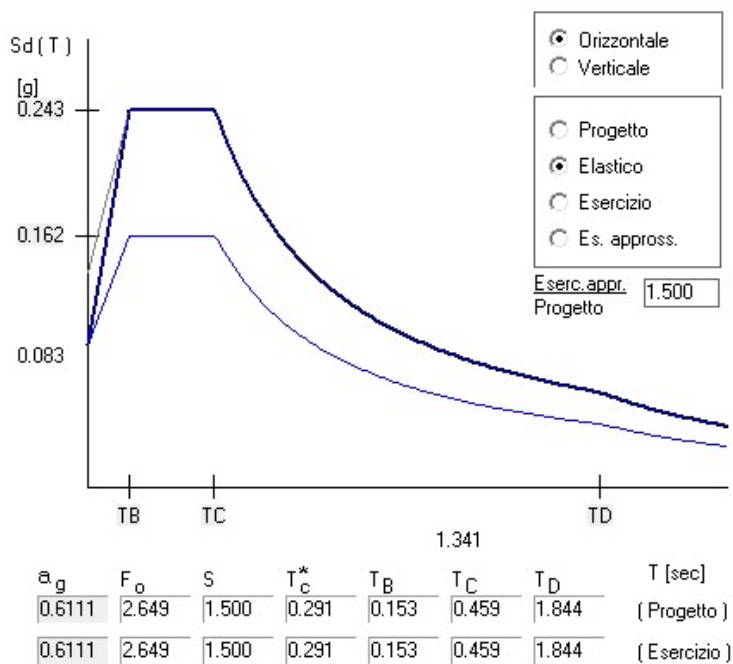
Zona sism.

Latitudine

Longitudine

In seguito, sono mostrate le risultanze grafiche dello spettro di risposta elastico allo SLV (a_g è espressa in $g/10$):



Analisi dei carichi derivanti dagli orizzontamenti

Per quanto riguarda i carichi variabili e permanenti non strutturali riferiti agli elementi divisorii interni si è fatto riferimento alle tabelle contenute nel cap. 3 del D.M. 17/01/18 e di seguito riportate.

In particolare, per i solai di interpiano si è preso il valore relativo alla categoria C1, per le scale si è fatto riferimento alla categoria C2 (ambienti suscettibili di affollamento quali balconi, ballatoi, scale comuni ecc....); per il peso degli elementi divisorii interni, facendo riferimento alla tabella riportata nel DM 2018, si è proceduto a calcolare l'effettiva incidenza dei tamponamenti distribuendola opportunamente sull'area di influenza del solaio. Il valore è stato sommato a quello dei carichi permanenti e inserito nel termine G_2 .

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Non sono presenti coperture praticabili e i sottotetti non sono accessibili che per la sola manutenzione.

Carichi sugli impalcati

Per i solai di interpiano vengono in sintesi considerati i seguenti carichi:

Peso proprio:

Peso proprio dei solai in latero-cemento 20+4: $G_1 = 2.80 \text{ kN/m}^2$

Permanenti:

Pavimenti (piastrelle spessore 1 cm) $G_2 = 0.2 \text{ kN/m}^2$

Massetti (spessore medio 8 cm sabbia e cemento) $G_2 = 1.6 \text{ kN/m}^2$

Tramezzature $G_2 = 1.2 \text{ kN/m}^2$

Variabili:

Cat.C2 Scuole: $Q_v = 3.0 \text{ kN/m}^2$

Per i solai di copertura valgono inoltre i seguenti carichi:

Permanenti:

Manto di copertura $G_2 = 0.5 \text{ kN/m}^2$

Struttura della copertura $G_1 = 1.0 \text{ kN/m}^2$

Variabili:

Manutenzione: $Q_v = 0.5 \text{ kN/m}^2$

Neve: $Q_n = 1.5 \text{ kN/m}^2$

6. Modellazione dell'edificio

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti sono state condotte utilizzando il programma CDM DOLMEN realizzato dalla CDM di Torino.

Programma: CDM DOLMEN ver. 20

Chiave di licenza: ukBETbxC8721

Utente: Ing. Alessio Camelliti

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione; CDM ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$K \cdot u = F$ dove K = matrice di rigidezza

u = vettore spostamenti nodali

F = vettore forze nodali

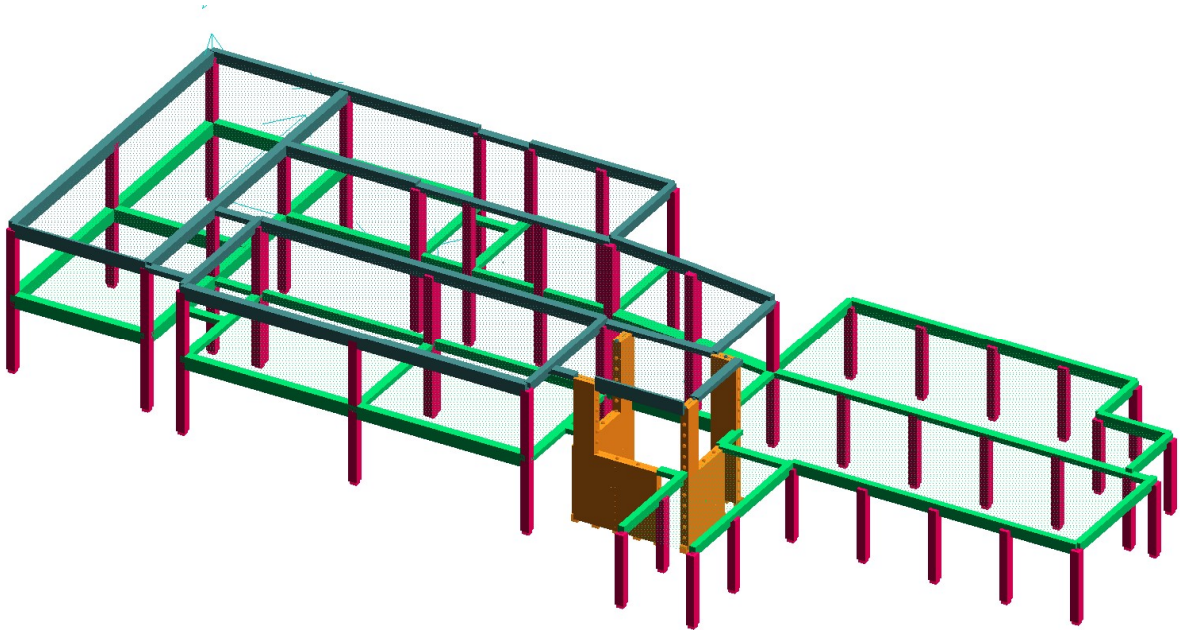
Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

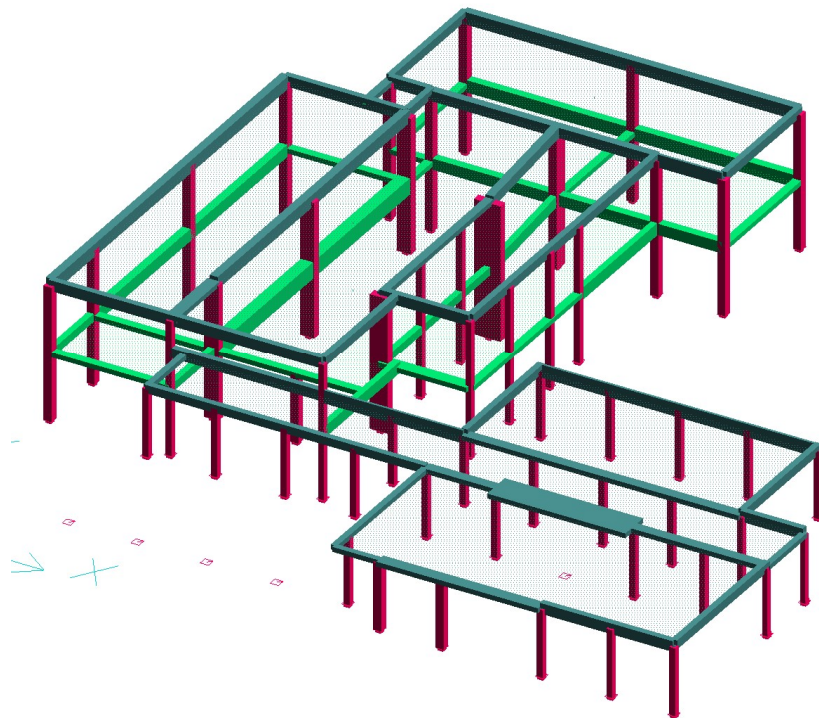
- Elemento tipo TRAVE
- Elemento tipo PILASTRO
- Elemento tipo GUSCIO
- Elemento tipo SOLAIO

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

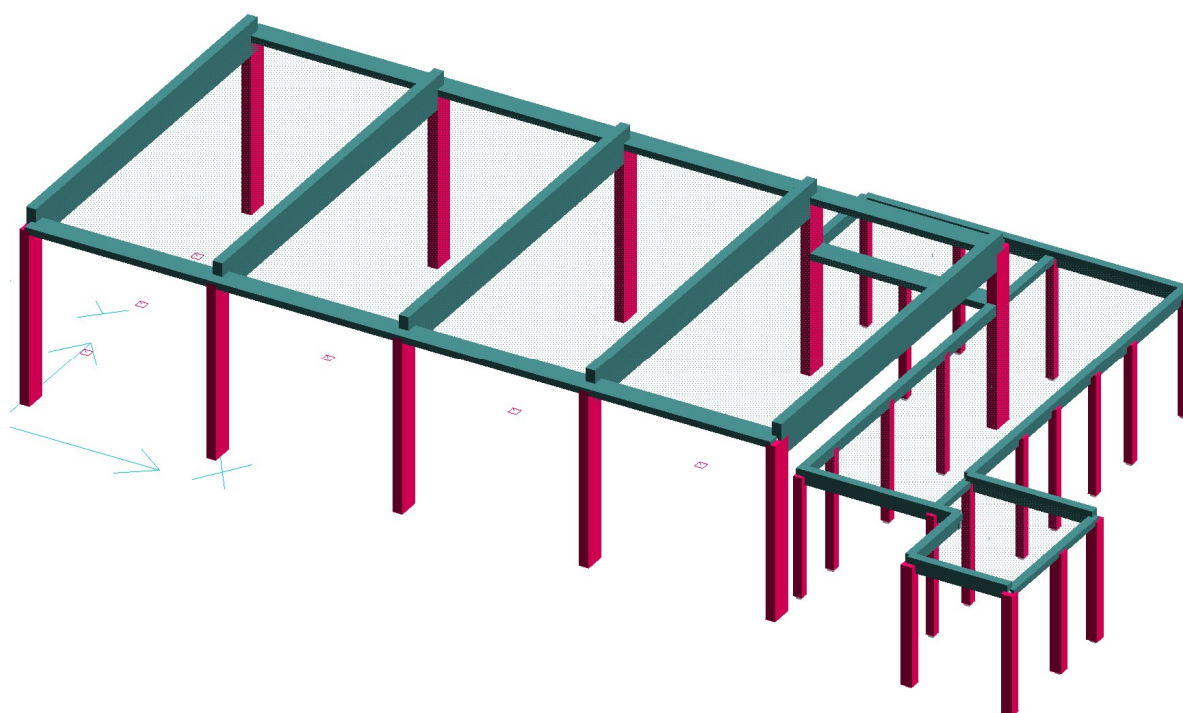
Nel modello sono stati esclusi quegli elementi che non influenzano il comportamento globale della struttura e la cui assenza, in ogni caso, non è tale da migliorare il comportamento sismico del fabbricato. Si riportano alcune immagini salienti del modello generato per ciascuna unità strutturale:



Unità strutturale A



Unità strutturale B



Unità strutturale C

Numerazione degli elementi del modello

La numerazione degli elementi non sarebbe di facile lettura dal disegno in quanto i nodi e gli elementi sono in numero tale da non avere la possibilità di definirli chiaramente in un grafico tridimensionale da contenere su questo formato. Ai fini delle verifiche si è tenuto conto della numerazione degli elementi riportata sulle tavole del progetto strutturale.

6.1 Modellazione e verifica degli elementi in cemento armato

Gli elementi presenti in calcestruzzo armato sono stati schematizzati, attraverso un software commerciale ad elementi finiti, come elementi tipo beam a due nodi.

Gli elementi sono stati verificati in funzione delle sollecitazioni derivanti dalle analisi mediante le usuali formule indicate in seguito.

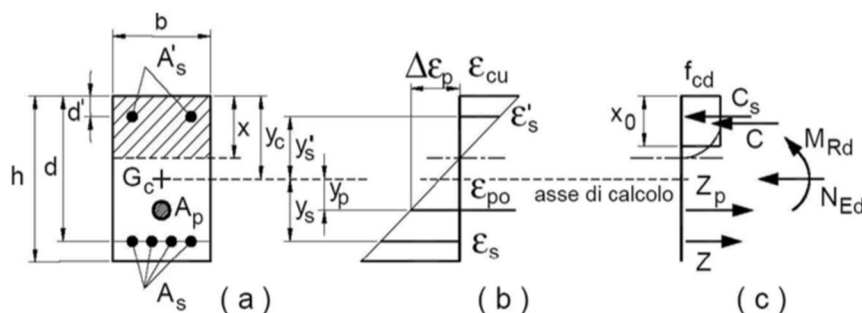
Per confrontare, nelle analisi statiche e sismiche, le sollecitazioni di progetto derivanti dalle analisi dei modelli 3D con le relative resistenze delle travi, dei pilastri in c.a. sono state utilizzate le formule indicate al Capitolo 4.1 del D.M. 17/01/18 e al Paragrafo C8.7.2.2 della Circ. n. 7/19.

Verifiche degli elementi in c.a.

Verifiche a pressoflessione delle travi e dei pilastri in c.a.

Come prescritto al Paragrafo 4.1.2.3.4.2 del D.M. 17/01/18, per la verifica sezionale dell'elemento pressoinflesso, noti le caratteristiche geometriche, i ferri longitudinali della sezione e i legami costitutivi dell'acciaio e del calcestruzzo, si valuta il momento resistente M_{Rd} funzione dello sforzo normale agente N_{Ed} e si confronta con il momento agente massimo derivante dall'analisi del modello 3D:

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



Metodo di valutazione del momento resistente di una sezione presso inflessa

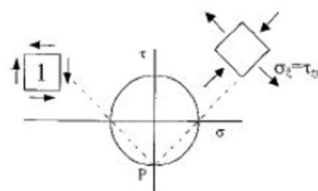
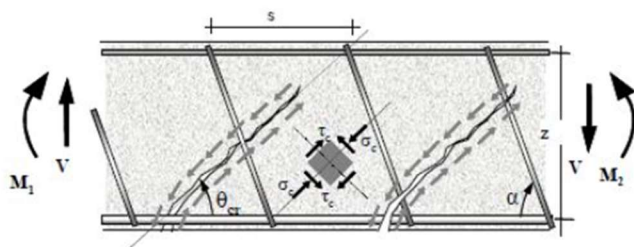
Nel caso di pilastri soggetti a compressione assiale, si assume sempre almeno una componente flettente dello sforzo $M_{Ed} = e \cdot N_{Ed}$ con eccentricità e pari almeno a $0,05h \geq 20\text{mm}$ (con h altezza della sezione).

I pilastri, soggetti ad elevati sforzi normali di compressione, devono anche essere verificati a compressione. Deve essere verificato: $N_{Rd} \geq N_{Ed}$, dove N_{Rd} si ottiene moltiplicando la resistenza a compressione di progetto f_{cd} per l'area della sezione compresso A_c .

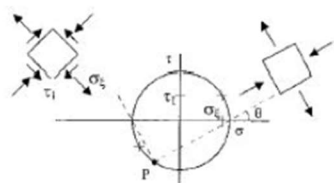
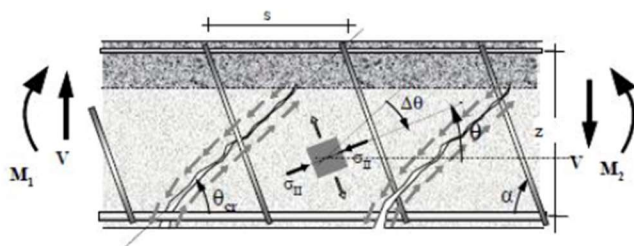
Verifiche a taglio delle travi e dei pilastri in c.a.

Per la valutazione della resistenza a taglio di un elemento in c.a., la Normativa assume il modello non lineare a "traliccio isostatico generalizzato" a inclinazione variabile. Infatti, dalle prove a rottura per taglio condotte su travi si osserva che l'inclinazione delle isostatiche di compressione rispetto all'asse della trave evolve verso una direzione inclinata di θ minore di quello iniziale ($\theta < \theta_{cr}$) dopo lo snervamento dell'armatura a taglio, a causa degli scorrimenti lungo le lesioni taglio.

Si notifica che θ_{cr} rappresenta l'inclinazione della fessurazione primaria rispetto all'asse longitudinale della trave.



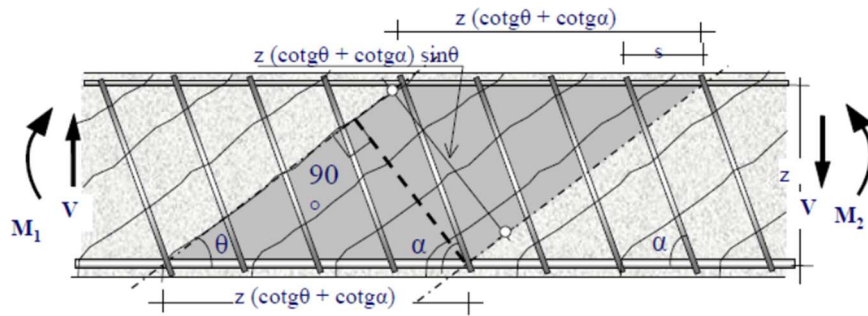
Cerchio di Mohr per le sole τ , ovvero in assenza di azioni trasmesse tra le due facce della lesione



Cerchio di Mohr ottenuto considerando le azioni trasmesse tra le due facce (dovute in particolare all'ingranamento degli inerti)

Lo schema di calcolo si basa sulle ipotesi che intervengano a resistere a taglio il corrente superiore compresso di calcestruzzo, le armature longitudinali e quelle trasversali inclinate, il conglomerato fessurato di parete

soggetto a campi di compressione inclinati di θ generico (da cui traliccio generalizzato) e che ai nodi ci siano le cerniere (da cui traliccio isostatico)

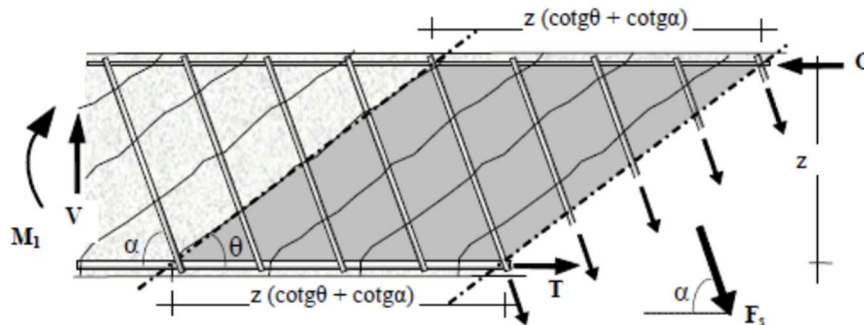


Come indicato al Paragrafo 4.1.2.3.5.2 del D.M. 17/01/18, affinché la verifica a taglio sia soddisfatta occorre che sia $V_{Rd} \geq V_{Ed}$, con V_{Ed} il massimo sforzo di taglio agente derivante dalle combinazioni statiche e V_{Rd} il minore tra il taglio resistente lato acciaio V_{Rsd} e il taglio resistente lato calcestruzzo V_{Rcd} .

La resistenza di calcolo a “taglio trazione” lato acciaio si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cotg \alpha + \cotg \theta) \cdot \sin \alpha$$

dove d è l'altezza utile della sezione, A_{sw} è l'area di armatura trasversale, considerando sia i ferri piegati che le staffe, s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive, f_{yd} è la resistenza di snervamento di progetto dell'acciaio, α è l'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave, e θ è l'inclinazione variabile del puntone di parete di calcestruzzo rispetto l'asse della trave che deve rispettare i limiti: $1 < \cotg \theta < 2,5$.

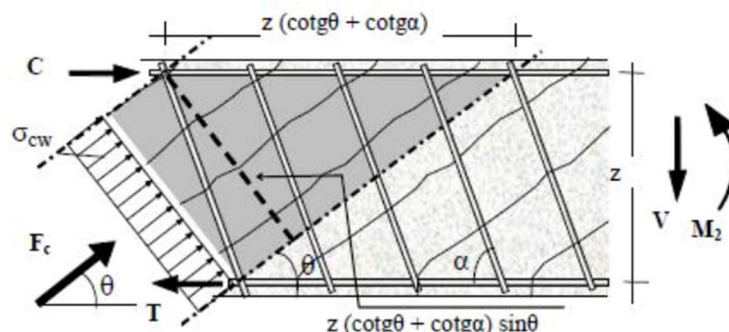


La resistenza di calcolo a “taglio compressione”, con riferimento al calcestruzzo d'anima, si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \theta)$$

Dove b_w è la lunghezza minima della base della sezione trasversale, f'_{cd} è la resistenza del calcestruzzo d'anima ridotta della metà, α_c sforzo di compressione pari a:

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



Verifiche sismiche degli elementi in c.a.

La Circ. n.7/19 prescrive di eseguire differenti verifiche agli elementi/meccanismi resistenti “duttili” (flessione e pressoflessione nelle travi e nei pilastri) e a quelli “fragili” (taglio nelle travi e nei pilastri). La verifica degli elementi “duttili” viene eseguita confrontando gli effetti indotti dalle azioni sismiche in termini di deformazioni con i rispettivi limiti di deformazione.

La verifica degli elementi “fragili” viene eseguita confrontando gli effetti indotti dalle azioni sismiche in termini di forze con le rispettive resistenze.

Nel caso di elementi fragili la domanda in termini di taglio si può calcolare con i criteri definiti al paragrafo C8.7.2.3.5 della Circolare 2019 che tiene conto dell'indice di impegno plastico dell'elemento, considerando il degrado ciclico dei materiali dovuto alla quota parte dell'azione sismica che produce la loro plasticizzazione per flessione (fattore indicato col pallino rosso nella formula a seguire):

$$V_R = \frac{1}{\gamma_{el}} \left[\frac{h-x}{2L_V} \min(N; 0.55A_c f_c) + \left(1 - 0.05 \min(0.5; \mu_{\Delta, pl}) \right) \left[0.16 \max(0.5; 100 \rho_{tot}) \left(1 - 0.16 \min\left(5; \frac{L_V}{h}\right) \right) \sqrt{f_c} A_c + V_W \right] \right]$$

Preso atto che il fattore di struttura è pari a 1.5, per la domanda di duttilità μ_{Δ} dell'elemento il valore di resistenza a taglio è assunto pari a quello utilizzato per le verifiche non sismiche, utilizzando $\cot\theta=1$.

In ogni caso, nei tabulati riportati nella presente, vengono esplicitati i risultati anche per il calcolo del taglio ciclico.

Verifiche sismiche degli elementi “fragili” in c.a.

Per eseguire le verifiche a taglio delle travi e dei pilastri, come indicato al Paragrafo C8.7.2.5 della Circ. n. 7/19, la resistenza degli elementi in c.a. è stata valutata mediante le formule che si utilizzano nella progettazione degli edifici nuovi in cemento armato.

6.2 Modellazione delle strutture di fondazione

Come indicato al Paragrafo 7.2.6 del D.M. 17/01/18 - “le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche”.

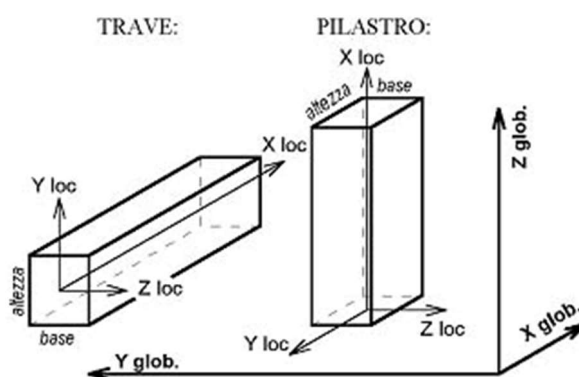
Tuttavia, è possibile omettere approfondimenti sulle strutture di fondazione quando:

- nella costruzione non sono presenti dissesti di qualsiasi natura attribuibili a cedimenti delle fondazioni;
- non risulta che dissesti della stessa natura si siano prodotti in precedenza;
- non sono previste alterazioni nello schema strutturale del fabbricato;
- non vengono modificati i carichi in fondazione;
- sono esclusi fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto delle azioni sismiche.

Anche alla luce dell'evidenza bibliografica per cui l'inadeguatezza delle fondazioni è raramente la causa del danneggiamento osservato nei rilevamenti post-sisma, ancor più nelle zone a bassa sismicità.

6.3 Modellazione degli elementi trave (aste)

Ogni asta ha un sistema di riferimento locale, la cui orientazione standard nello spazio è illustrata in figura. È possibile ruotare tale riferimento attorno all'asse X locale, variando così l'orientamento della sezione, che si trova normalmente con la base e l'altezza rispettivamente coincidenti con l'asse Z e l'asse Y.



7. Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni, tenuto conto che trattandosi di verifica di costruzione esistente in classe d'uso III viene condotta la verifica a SLV e quelle a SLE specificate al par. 7.3.6 delle NTC18.

- Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_P \times P + \gamma_{Q1} \times Q_{k1} + \gamma_{Q2} \times \psi_{02} \times Q_{k2} + \gamma_{Q3} \times \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire *combinato con*.

Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Si perviene alle seguenti combinazioni di carico.

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU SENZA SISMA	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		
				4	1.500	+		
				5	1.500	+		
2	SISMAX SLU	nessuna	somma	6	1.000	quadr.		
				8	1.000	quadr.		
				10	1.000	quadr.		
3	SISMAY SLU	nessuna	somma	7	1.000	quadr.		
				9	1.000	quadr.		
				11	1.000	quadr.		
4	SLU con SISMAX PRINC	S.L.U.	somma	1	1.000	+	2	1.000
				2	1.000	+	3	0.300
				3	0.300	+		
				4	0.200	+		
				5	0.600	+		
5	SLU con SISMAY PRINC	S.L.U.	somma	1	1.000	+	3	1.000
				2	1.000	+	2	0.300
				3	0.300	+		
				4	0.200	+		
				5	0.600	+		

6	SLD con SISMAX PRINC	S.L.Danno	somma	1	1.000	+	2	1.500
				2	1.000	+	3	0.450
				3	0.300	+		
				4	0.200	+		
				5	0.600	+		
7	SLD con SISMAX PRINC	S.L.Danno	somma	1	1.000	+	3	1.500
				2	1.000	+	2	0.450
				3	0.300	+		
				4	0.200	+		
				5	0.600	+		
8	Rara	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		
				4	1.000	+		
				5	1.000	+		
9	Frequente	Freq.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	0.500	+		
				4	0.500	+		
				5	0.700	+		
10	Quasi Perm	QuasiPerm.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	0.300	+		
				4	0.200	+		
				5	0.600	+		

Le condizioni di carico cui si riferisce la tabella sono riportati nella tabella che segue. Gli autovettori sono quelli corrispondenti ad autovalori che producono una partecipazione di massa superiore al 5%.

8. Analisi e parametri di verifica

L'analisi di riferimento assunta per valutare le azioni indotte dal sisma è quella dinamica lineare in quanto ritenuta maggiormente rappresentativa della risposta strutturale del fabbricato.

L'analisi è stata effettuata secondo i seguenti passaggi fondamentali:

- Determinazione delle sollecitazioni per la combinazione fondamentale
- Determinazione dei modi di vibrare naturali della costruzione
- Calcolo degli effetti dell'azione sismica per ciascun modo di vibrare considerato
- Combinazione degli effetti relativi a ciascun modo di vibrare

Per ciascuna Unità Strutturale sono stati considerati tutti i modi con massa partecipante maggiore del 5% ed un numero di modi sufficiente a garantire un'eccitazione della massa totale superiore all' 85%.

Determinazione del fattore di struttura.

Per edifici esistenti la Circolare n° 7 del 2019 al capitolo C8.7.2.4 consiglia l'adozione di un fattore di struttura q compreso tra i seguenti valori:

$$1,5 < q < 3,0$$

In considerazione della tipologia strutturale contraddistinta da nodi trave-pilastro di tipo non duttile si assume cautelativamente il limite inferiore della precedente espressione, ossia **$q = 1,50$** .

Tale parametro è stato utilizzato per tutte le Unità Strutturali.

Parametri dell'analisi modale

Vengono di seguito riportati i parametri di input del sito e quelli risultanti dell'analisi modale per ciascuna Unità Strutturale.

Dati di ingresso

Categoria del suolo di fondazione = C

Coeff. di amplificazione stratigrafica $S_s = 1.500$

Coeff. di amplificazione topografica $S_T = 1.000$

$S = 1.500$

Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni

Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento $V_R = 75.0$

PVR : probabilità di superamento in $V_R = 10 \%$

Tempo di ritorno = 711

Coeff. di smorzamento viscoso = 5.0

Valori risultanti per:

$a_g = 0.611$ [g/10]

$F_o = 2.649$

TC* 0.291

Fattore di comportamento q = 1.500

Rapporto spettro di esercizio / spettro di progetto = 0.726

Risultati analisi modale per Unità Strutturale A:

CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	COEFFICIENTE	PESO RISULTANTE [kN]
1.	1.000	6260.771
2.	1.000	3774.759
3.	0.600	1180.240

*** TABELLA AUTOVETTORI ***

n	PERIODO [sec]	MASSA ATTIVATA		
		%X	%Y	%Z
1	0.286764	10.232	24.423	0.000
2	0.165751	45.573	3.232	0.000
3	0.128269	0.038	13.734	0.000
4	0.116161	0.612	7.481	0.000
5	0.068161	41.867	0.148	0.000
6	0.060185	0.331	49.610	0.000
MASSA TOTALE		98.653	98.627	0.000

Risultati analisi modale per Unità Strutturale B:

CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	COEFFICIENTE	PESO RISULTANTE [kN]
1.	1.000	3702.710
2.	1.000	2703.347
3.	0.600	748.299

*** TABELLA AUTOVETTORI ***

n	PERIODO [sec]	MASSA ATTIVATA		
		%X	%Y	%Z
1	0.417454	8.682	0.000	0.000
2	0.385519	0.193	9.050	0.000
3	0.377162	19.453	0.019	0.000
4	0.344671	3.753	0.026	0.000
5	0.320393	0.001	5.894	0.000
6	0.306379	0.219	48.216	0.000
7	0.302319	0.019	2.934	0.000
8	0.292699	0.001	0.124	0.000
9	0.291013	6.897	2.086	0.000
10	0.273341	0.026	2.872	0.000
11	0.268610	0.246	11.356	0.000
12	0.258467	10.513	1.195	0.000
13	0.250095	10.188	0.012	0.000
14	0.236174	4.758	0.582	0.000
15	0.232414	12.417	0.814	0.000
16	0.228043	0.866	2.802	0.000
17	0.223429	0.000	2.237	0.000

18		0.222329		0.438	0.063	0.000	
19		0.208215		0.000	0.221	0.000	
20		0.204679		0.261	0.077	0.000	
21		0.185306		0.012	0.001	0.000	
22		0.180943		4.188	0.012	0.000	
23		0.175152		2.239	0.000	0.000	

MASSA TOTALE 85.367 90.590 0.000

Risultati analisi modale per Unità Strutturale C:

CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	COEFFICIENTE	PESO RISULTANTE [kN]
1.	1.000	1366.617
2.	1.000	488.077
3.	0.600	0.000

*** TABELLA AUTOVETTORI ***

n		PERIODO		MASSA ATTIVATA			
		[sec]		%X	%Y	%Z	
1		0.465374		72.501	0.009	0.000	
2		0.365217		11.842	0.136	0.000	
3		0.324353		0.002	69.145	0.000	
4		0.255418		0.008	5.636	0.000	
5		0.244776		5.186	0.005	0.000	
6		0.213227		2.623	2.697	0.000	
7		0.205578		0.789	10.017	0.000	

MASSA TOTALE 92.952 87.644 0.000

9. Risultati

Nei paragrafi che seguono sono riportati i tabulati di verifica degli elementi strutturali nelle condizioni statiche e sismiche, tenuto conto delle resistenze definite ai punti precedenti. Il modello di calcolo è stato generato armonizzando le sezioni a quelle degli elaborati di progetto dell'epoca, risultati rispondenti allo stato di fatto.

All'interno dei tabulati sono evidenziate le verifiche positive, caratterizzate dal rapporto:

$$E_S/E_R < 100 \%$$

Intendendo con E la generica sollecitazione (T, M, N) e con il pedice S ed R rispettivamente le azioni sollecitanti e quelle resistenti.

Si evidenzia che i valori sono ottenuti attraverso le seguenti ipotesi cautelative:

- *si è utilizzato un fattore di comportamento $q=1.5$ e un fattore di sicurezza del calcestruzzo $\gamma_c = 1.5$, quest'ultimo sia per le verifiche a flessione e pressoflessione che per quelle a taglio;*
- *si è utilizzato un moltiplicatore delle azioni sismiche pari a 1 (in accordo al par. 8.4.3 delle NTC18, l'adeguamento della struttura può considerarsi raggiunto con un moltiplicatore pari a 0.8).*

I risultati di calcolo sono riportati nei tabulati riportati nel seguito.

Le verifiche hanno avuto **esito positivo** sia per le combinazioni di carico statiche che per le combinazioni di carico sismiche, ottenendo un indice di rischio pari a 1 per entrambe le condizioni. Per la verifica a pressoflessione dei pilastri è stato calcolato il diagramma a rosetta per le condizioni più sfavorevoli, appurando che tutti i vettori agenti siano contenuti all'interno del diagramma.

Hanno avuto esito positivo anche le verifiche strutturali sugli elementi secondari, sia in termini di drift di interpiano che di verifiche di equilibrio di pareti divisorie e muri di tamponamento.

Non sono disponibili dati sul rischio sfondellamento dei solai e questi ultimi, in alcune porzioni del fabbricato, presentano snellezze elevate (rapporto tra luce e spessore). Dato atto che tale circostanza, unita all'età del fabbricato, costituisce un fattore di rischio elevato, **si ritiene necessario un intervento di aumento dei livelli di sicurezza di quei solai che hanno luce maggiore di 6 m.**

10. Tabelle di verifica spostamenti – analisi stato limite operatività

Si riporta di seguito l'estratto del programma di calcolo con la verifica in esercizio degli spostamenti di interpiano. Lo spostamento limite è pari ai 2/3 dello spostamento ammesso per le strutture in classe d'uso I e II. Nel caso in esame, considerata la natura fragile delle tamponature, il limite è pari ai 2/3 dello 0.5% dell'altezza, ossia 0.333% dell'altezza di interpiano. Le verifiche sono esposte rispettivamente per l'Unità Strutturale A, B e C.

VERIFICA SPOSTAMENTI SISMICI DI ESERCIZIO (NTC 7.3.6.1)
spostamento limite interpiano = 0.5% dell'altezza

CASO n. 6 - SLD con SISMAX PRINC:

Zinf	Zsup	h	spost.max	%h	nodo	sest.	ver.
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
0.00	330.00	330.00	0.091090	0.028	2	4	SI
330.00	660.00	330.00	0.116423	0.035	221	4	SI

CASO n. 7 - SLD con SISMAY PRINC:

Zinf	Zsup	h	spost.max	%h	nodo	sest.	ver.
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
0.00	330.00	330.00	0.128353	0.039	2	4	SI
330.00	660.00	330.00	0.165200	0.050	221	4	SI

CASO n. 6 - SLD con SISMAX PRINC:

Zinf	Zsup	h	spost.max	%h	nodo	sest.	ver.
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
330.00	660.00	330.00	0.768303	0.233	283	2	SI

CASO n. 7 - SLD con SISMAY PRINC:

Zinf	Zsup	h	spost.max	%h	nodo	sest.	ver.
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
330.00	660.00	330.00	0.573404	0.174	229	4	SI

CASO n. 6 - SLD con SISMAX PRINC:

Zinf	Zsup	h	spost.max	%h	nodo	sest.	ver.
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
0.00	430.00	430.00	0.473508	0.110	448	2	SI
430.00	630.00	200.00	0.296218	0.148	451	3	SI

CASO n. 7 - SLD con SISMAY PRINC:

Zinf	Zsup	h	spost.max	%h	nodo	sest.	ver.
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]				
0.00	430.00	430.00	0.160679	0.037	448	3	SI
430.00	630.00	200.00	0.113775	0.057	449	3	SI

11. Verifica spostamenti massimi tra Unità Strutturali

Il massimo spostamento dell'US A in corrispondenza del giunto con l'US B è pari a 0.03 cm. L'analogo spostamento tra US B e US A è pari a 0.13 cm.

Il massimo spostamento dell'US B in corrispondenza del giunto con l'US C è pari a 0.43 cm. L'analogo spostamento tra US C e US B è pari a 0.043 cm.

Il giunto tra US A e US B deve risultare maggiore di $0.03 + 0.13 = 0.16$ cm (1.6 mm)

Il giunto tra US B e US C deve risultare maggiore di $0.43 + 0.043 = 0.47$ cm (4.7 mm)

Tra le Unità Strutturali sono presenti 2 cm, sufficienti a consentire il libero spostamento degli impalcati evitando il reciproco martellamento.

12. Verifica elementi strutturali secondari

Il meccanismo resistente è quello dell'effetto arco proposto dall'Eurocodice 6, al punto 6.3.2. Lo schema è riportato nello schema a lato.

La freccia dell'arco è assunta pari a $(0,9t - d_a)$ dove t è lo spessore del muro, e d_a è l'inflessione sotto il carico laterale di progetto; la sezione resistente è assunta pari al 10% della freccia.

Vengono calcolate per iterazioni l'inflessione dell'arco e la corrispondente riduzione di freccia e di sezione resistente, espressa nel coefficiente $K1$.

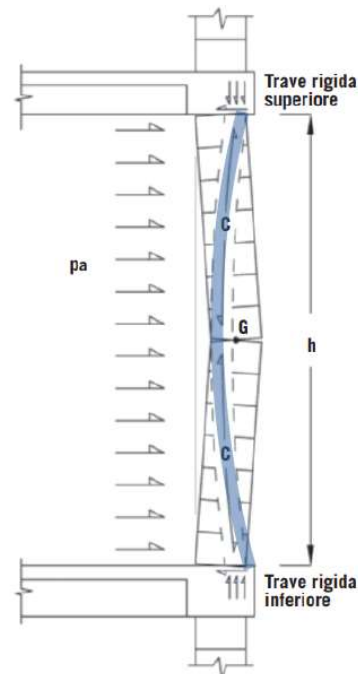
Viene inoltre verificata la stabilità dell'equilibrio tramite il calcolo di σ_E , tensione critica dell'arco: se questa è minore della resistenza f_d il programma

$$F_{lat,d} = q_{lat,d} \cdot B \cdot L \cdot K1 \cdot K2 \quad \text{calcola il coefficiente } K2 \text{ di riduzione per instabilità, pari a } \sigma_E / f_d.$$

In tale situazione la tensione critica nel software viene riportata con sfondo evidenziato in giallo, per indicare che la tensione di progetto indicata dall'utente non può essere raggiunta. Il metodo proposto dall'Eurocodice si basa sulla teoria elastica, ma rispetto a questa prevede un implicito fattore amplificativo della resistenza pari a $1/0,72$ (+39% circa). Se pertanto tutti i requisiti richiesti dal punto 6.3.2 sono soddisfatti (in particolare: presenza di una compressione verticale minima di almeno $0,1 \text{ N/mm}^2$ e snellezza h/t minore di 20) allora può essere usato l'EC6 senza sconti; se no, e a favore di sicurezza basarsi strettamente sulla teoria: tale scelta è attuata dall'utente tramite l'apposito tasto di opzione.

Nel caso in esame si è optato per non amplificare la resistenza col fattore correttivo. L'accelerazione adimensionalizzata "S_a" viene calcolata tramite la formulazione adottata nell'Eurocodice 8 al punto 4.3.5.2. Il meccanismo ad arco può esplicitarsi sia in sezione orizzontale che verticale, a seconda di quali lati siano in

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_2/T_1)^2} - 0,5 \right] \quad \text{grado di offrire una reazione alla spinta. Il programma tiene conto delle dimensioni del pannello e della situazione di vincolo per stabilire massa efficace e schema statico prevalente.}$$



CARATTERISTICHE MECCANICHE E PESO SPECIFICO DELLE STRUTTURE SECONDARIE

MURATURE DIVISORIE INTERNE

Laterizio forato 8 cm con intonaco 1 cm su ambo i lati

Spessore $t = 10 \text{ cm}$

Massa complessiva $\gamma = 11 \text{ kN/m}^3$

Resistenza $f_d = 2.60 \text{ MPa}$

Modulo elastico $E = 2500 \text{ MPa}$

MURATURE TAMPONAMENTO CASSA VUOTA – PARAMENTO INTERNO

Laterizio forato 12 cm con intonaco 1 cm su ambo i lati

Spessore $t = 14 \text{ cm}$

Massa complessiva $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$

Resistenza $f_d = 2.60 \text{ MPa}$

Modulo elastico $E = 2500 \text{ MPa}$

MURATURE TAMPONAMENTO CASSA VUOTA – PARAMANO ESTERNO

Laterizio semipieno 12 cm

Spessore $t = 12 \text{ cm}$

Massa complessiva $\gamma = 14 \text{ kN/m}^3$

Resistenza $f_d = 2.60 \text{ MPa}$

Modulo elastico $E = 2500 \text{ MPa}$

RISULTATI DI CALCOLO

Il calcolo viene sintetizzato nella tabella che segue esplicitando, per ciascuna tipologia di parete, la geometria e la posizione altimetrica rispetto allo zero e le verifiche secondo i criteri in premessa:

LATITUDINE	45.4167	qa	2
LONGITUDINE	9.2667	suolo	C
VN (anni)	50	St	1.000
Cu	1.5	Ss	1.5
VR (anni)	75	S	1.5
PVR (%)	10	α	0.0611
		T1 (sec)	0.2728

$$F_a = (S_a W_a) / q_a$$

Codifica tamponamento	Piano	Altezza (L)	Larghezza (B)	Baricentro (Z)	Spessore (t)	Peso specifico (γ)	Snellezza t/L	Tensione piano medio
		m	m	m	cm	kN/m^3		N/mm^2
Murature tamponamento cassa vuota - Paramento interno	Interrato	3.00	6.20	1.50	14	10	21.4	0.015
	Rialzato	3.00	6.20	4.50	14	10	21.4	0.015
	Primo	3.00	6.20	7.50	14	10	21.4	0.015
Murature tamponamento cassa vuota - Paramento esterno	Interrato	3.00	6.20	1.50	12	14	25.0	0.021
	Rialzato	3.00	6.20	4.50	12	14	25.0	0.021
	Primo	3.00	6.20	7.50	12	14	25.0	0.021
Murature divisorie interne	Interrato	3.00	6.00	1.50	10	11	30.0	0.017
	Rialzato	3.00	6.00	4.50	10	11	30.0	0.017
	Primo	3.00	6.00	7.50	10	11	30.0	0.017

Codifica tamponamento	Piano	E	f _m	f _d	d _a	S _a	F _a	k ₁	k ₂	Flat,d	Verifica
		MPa	N/mm ²	N/mm ²	mm		kN			kN	(positiva se >1)
Murature tamponamento cassa vuota - Paramento interno	Interrato	2500	3.5	2.59	33.13	0.23	2.40	0.54	1.00	23.16	9.65
	Rialzato	2500	3.5	2.59	18.36	0.32	3.30	0.73	1.00	40.57	12.29
	Primo	2500	3.5	2.59	14.99	0.37	3.61	0.78	1.00	47.47	13.15
Murature tamponamento cassa vuota - Paramento esterno	Interrato	2500	3.5	2.59	31.64	0.31	3.83	0.50	0.81	12.63	3.30
	Rialzato	2500	3.5	2.59	22.05	0.35	4.27	0.63	1.00	25.87	6.06
	Primo	2500	3.5	2.59	17.87	0.39	4.61	0.70	1.00	31.89	6.92
Murature divisorie interne	Interrato	2500	3.5	2.59	26.37	0.31	1.97	0.50	0.56	5.61	2.85
	Rialzato	2500	3.5	2.59	26.37	0.35	2.46	0.50	0.95	12.38	5.03
	Primo	2500	3.5	2.59	22.40	0.40	5.99	0.56	1.00	31.68	5.29

13. Allegati

Sono allegati alla presente e ne costituiscono parte integrante:

1. Tabelle di verifica a SLU e SLV di travi e pilastri unità strutturale A;
2. Tabelle di verifica a SLU e SLV di travi e pilastri unità strutturale B;
3. Tabelle di verifica a SLU e SLV di travi e pilastri unità strutturale C;
4. Validazione del codice di calcolo;
5. Elaborati architettonici e strutturali del progetto originario;
6. Campagna di indagini strutturali (Tecnoindagini);
7. Prove geotecniche.

Gli allegati dal n. 5 al n. 7 sono già agli atti della S.A.

Torino, febbraio 2024

Ing. Alessio Camelliti
Studio Tecnico Associato AS32

TRAVI - VERIFICA FLESSIONE A SLU STATICO - UNITA' STRUTTURALE A																				
Nome trave (da modello)	Nome trave (da disegni di carpenteria)	f _{yd} [Mpa]	f _{cd} [Mpa]	BASE [cm]	ALTEZZA [cm]	Armatura inferiore MEZZERIA	Armatura superiore MEZZERIA	A _s [mm ²]	A' _s [mm ²]	LATO ACCIAIO		LATO CLS		VALORI MINIMI		M _{sd} (+) [kNm]	M _{sd} (-) [kNm]	Mrd/Msd [+]	Msd/Mrd [+]	VERIFICA
										M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]					
65	T14	374.00	13.30	30	60	6d18	2d16	1526	402	292.79	-77.11	337.80	-161.11	292.79	-77.11	112.46	-169.08	2.60	38.41%	SI
88	T17	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	23.23	-45.84	1.87	53.40%	SI
89	T17	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	23.43	-46.84	1.86	53.87%	SI
54	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	198.26	-388.55	2.35	42.51%	SI
55	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	198.16	-389.81	2.35	42.49%	SI
70	T9	374.00	13.30	60	80	9d20	2d20+2d14	2826	936	732.45	-242.52	1083.44	-584.97	732.45	-242.52	273.58	-518.66	2.68	37.35%	SI
71	T9	374.00	13.30	60	80	9d20	2d20+2d14	2826	936	732.45	-242.52	1083.44	-584.97	732.45	-242.52	233.39	-471.61	3.14	31.87%	SI
76	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	200.05	-393.42	2.33	42.90%	SI
77	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	200.61	-394.01	2.32	43.02%	SI
66	T4	374.00	13.30	40	55	6d20	2d16+2d14	1884	864	329.76	-151.14	364.56	-237.01	329.76	-151.14	167.02	-250.69	1.97	50.65%	SI
67	T5	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14+2d10	308	465	38.32	-57.88	88.10	-108.52	38.32	-57.88	3.54	-69.08	10.82	9.25%	SI
68	T6	374.00	13.30	30	40	4d14	2d14+2d10	615	465	76.65	-57.88	116.94	-101.16	76.65	-57.88	37.61	-72.18	2.04	49.07%	SI
69	T7	374.00	13.30	30	40	4d14	2d14+2d10	615	465	76.65	-57.88	116.94	-101.16	76.65	-57.88	36.89	-71.27	2.08	48.13%	SI
98	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	51.18	-31.86	1.23	81.00%	SI
99	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	48.85	-20.86	1.29	77.32%	SI
100	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	48.03	-21.00	1.32	76.01%	SI
101	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	51.10	-31.71	1.24	80.87%	SI
115	T30	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	35.09	-66.65	1.24	80.65%	SI
116	T30	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	30.61	-62.66	1.42	70.37%	SI
117	T30	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	30.85	-61.75	1.41	70.90%	SI
118	T30	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	31.33	-62.42	1.39	72.02%	SI
119	T30	374.00	13.30	40	24	4d14	2d14	615	308	43.50	-21.75	58.09	-42.17	43.50	-21.75	24.78	-52.07	1.76	56.96%	SI
106	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	51.29	-31.76	1.23	81.18%	SI
107	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	48.15	-20.66	1.31	76.21%	SI
108	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	46.54	-21.52	1.36	73.66%	SI
109	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	47.61	-24.03	1.33	75.35%	SI

TRAVI - VERIFICA FLESSIONE A SLV SIMSICO - UNITA' STRUTTURALE A																					
Asta	Nome trave (da disegni di carpenteria)	f _{yd} [Mpa]	f _{cd} [Mpa]	BASE [cm]	ALTEZZ A [cm]	Armatura inferiore ESTREMO	Armatura superiore ESTREMO	A _s [mm ²]	A' _s [mm ²]	Nome trave (da modello)	LATO ACCIAIO		LATO CLS		VALORI MINIMI		M _{sd} (+) [kNm]	M _{sd} (-) [kNm]	Mrd/Msd [+]	Mrd/Msd [-]	
											M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]					
65	T14	374.00	13.30	30	60	2d18	4d18+3d16	509	1620		97.60	-310.86	178.35	-340.42	97.60	-310.86	0.00	-131.45	2.36	42.28%	SI
88	T17	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-37.05	1.17	85.17%	SI
89	T17	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-37.68	1.15	86.62%	SI
54	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851		120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-288.97	1.72	58.05%	SI
55	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851		120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-289.67	1.72	58.20%	SI
70	T9	374.00	13.30	60	80	3d20	8d20+2d14	628	2820		162.77	-730.82	476.58	-1101.26	162.77	-730.82	0.00	-323.09	2.26	44.21%	SI
71	T9	374.00	13.30	60	80	3d20	8d20+2d14	628	2820		162.77	-730.82	476.58	-1101.26	162.77	-730.82	0.00	-295.94	2.47	40.49%	SI
76	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851		120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-266.07	1.87	53.45%	SI
77	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851		120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-266.42	1.87	53.52%	SI
66	T4	374.00	13.30	40	55	2d20	4d20+2d16+2d14	628	1966		109.92	-344.05	201.38	-377.92	109.92	-344.05	0.00	-179.33	1.92	52.12%	SI
67	T5	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14+2d14	308	615		38.32	-76.65	84.76	-120.79	38.32	-76.65	0.00	-60.51	1.27	78.94%	SI
68	T6	374.00	13.30	30	40	2d14	4d14+2d10	308	772		38.32	-96.20	81.59	-131.16	38.32	-96.20	0.00	-55.93	1.72	58.14%	SI
69	T7	374.00	13.30	30	40	2d14	4d14+2d10	308	772		38.32	-96.20	81.59	-131.16	38.32	-96.20	0.00	-58.06	1.66	60.36%	SI
98	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-8.43	9.41	10.63%	SI
99	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	13.54	0.00	4.67	21.43%	SI
100	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	13.92	0.00	4.54	22.02%	SI
101	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-8.21	9.66	10.36%	SI
115	T30	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-42.02	1.04	96.59%	SI
116	T30	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-38.71	1.12	88.98%	SI
117	T30	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-38.30	1.14	88.03%	SI
118	T30	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-38.69	1.12	88.94%	SI
119	T30	374.00	13.30	40	24	2d14	4d14	308	615		21.75	-43.50	42.17	-58.09	21.75	-43.50	0.00	-32.75	1.33	75.27%	SI
106	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	3.70	0.00	17.09	5.85%	SI
107	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	21.52	0.00	2.94	34.06%	SI
108	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	21.40	0.00	2.95	33.86%	SI
109	T26	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386		63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	15.48	0.00	4.08	24.49%	SI

TRAVI - VERIFICA A TAGLIO A SLV SMSICO - UNITA' STRUTTURALE A																										
VSd					K	Vmin	ρ1	V _{Rd,c}	cotθ	α	σcp	σcp/fcd	v	αC	V _{Rcd}	cotθ	V _{Rsd}	V _{Rd}	V _W	V _C	V _N	μ _Δ	DP	V _R	VRd	VSd/VRd
kN	Asw	s	rsx	Lv (m)				kN		deg	MPa				kN		kN	kN	kN	kN	kN	1.5		kN	kN	
117.85	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	76.3	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	516.6	2.5	211.5	211.5	88.2	58.0	0.0	1.5	0.975	124.0	211.5	55.7%
56.16	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	71.0%
56.64	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	71.6%
182.56	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	86.3%
182.72	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	86.4%
260.10	100.48	200.00	0.0008	2.00	2.000	0.442	0.001	205.6	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	1392.6	2.5	285.0	285.0	117.6	120.7	0.0	1.5	0.975	202.1	285.0	91.3%
211.18	100.48	200.00	0.0008	2.00	2.000	0.442	0.001	205.6	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	1392.6	2.5	285.0	285.0	117.6	120.7	0.0	1.5	0.975	202.1	285.0	74.1%
176.34	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	83.4%
176.52	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	83.5%
165.64	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	92.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	628.9	2.5	193.1	193.1	80.9	63.3	0.0	1.5	0.975	122.2	193.1	85.8%
74.62	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	10.8	0.0	1.5	0.975	59.0	137.9	54.1%
85.39	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	12.6	0.0	1.5	0.975	60.6	137.9	61.9%
87.22	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	12.6	0.0	1.5	0.975	60.6	137.9	63.2%
63.55	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	28.8%
55.67	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	25.2%
55.37	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	25.1%
63.52	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	28.7%
74.10	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	93.7%
64.57	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	81.7%
64.39	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	81.4%
64.79	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	81.9%
52.07	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	10.8	0.0	1.5	0.975	39.1	79.1	65.9%
57.02	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	25.8%
50.83	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	23.0%
50.63	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	22.9%
52.82	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	23.9%

VERIFICA PILASTRI SLU STATICO - US A								
				fcd [MPa]	13.3	fyd [MPa]	350.21	SLV
Pilastro	Asta	SEZIONE		Armatura	Nsd	Nrcd	Tasso lavoro %	Nsd
		cm	cm				Nsd/Nrcd	
P30	36	40	40	8d14	-150.3	-2128.0	7.1%	-141.5
P31	35	40	40	8d14	-84.9	-2128.0	4.0%	-109
P32	34	40	40	8d14	-201.8	-2128.0	9.5%	-135.1
P33	28	40	40	8d14	-275.1	-2128.0	12.9%	-270.6
P34	37	40	40	8d14	-222.4	-2128.0	10.4%	-143.4
P35	28	40	40	8d14	-275.1	-2128.0	12.9%	-270.6
P36	27	40	40	8d14	-105.0	-2128.0	4.9%	-171
P37	26	40	40	8d14	-125.7	-2128.0	5.9%	-87.5
P38	38	40	40	8d14	-205.6	-2128.0	9.7%	-137.1
P39	32	40	40	8d14	-305.9	-2128.0	14.4%	-189.2
P40	25	40	40	8d14	-223.1	-2128.0	10.5%	-145.9
P41	39	40	40	8d14	-212.8	-2128.0	10.0%	-192.8
P42	31	40	40	8d14	-304.5	-2128.0	14.3%	-189.2
P43	24	40	40	8d14	-205.7	-2128.0	9.7%	-139.5
P44	43	40	40	8d14	-61.2	-2128.0	2.9%	-87.69
P45	42	40	40	8d14	-218.5	-2128.0	10.3%	-142.9
P46	40	40	40	8d14	-311.3	-2128.0	14.6%	-200.9
P47	30	40	40	8d14	-309.5	-2128.0	14.5%	-192.3
P48	23	40	40	8d14	-223.6	-2128.0	10.5%	-146.2
P49	45	40	40	8d14	-75.4	-2128.0	3.5%	-241.3
P50	44	40	40	8d14	-133.3	-2128.0	6.3%	-90.78
P51	29	40	40	8d14	-404.5	-2128.0	19.0%	-270.6
P52	22	40	40	8d14	-150.9	-2128.0	7.1%	-146.2
P53	46	40	70	8d16	-376.8	-3724.0	10.1%	-241.3
P54	14	40	40	8d14	-423.9	-2128.0	19.9%	-488.2
P55	17	40	70	8d16	-715.5	-3724.0	19.2%	-470.2
P56	19	40	70	8d16	-464.9	-3724.0	12.5%	-300.7
P57	6	40	40	8d14	-195.8	-2128.0	9.2%	-502.6
P58	21	40	40	8d14	-430.6	-2128.0	20.2%	-300.7
P59	5	40	40	8d14	-274.9	-2128.0	12.9%	-173.4
P60	13	40	40	8d14	-858.8	-2128.0	40.4%	-537.8
P61	16	40	70	8d16	-1186.6	-3724.0	31.9%	-709
P62	20	40	40	8d14	-351.9	-1670.5	21.1%	-300.7
P63	4	40	40	8d14	-234.2	-1670.5	14.0%	-171.5
P64	18	40	70	8d16	-639.3	-3724.0	17.2%	-470.2
P65	3	40	40	8d14	-352.9	-2128.0	16.6%	-232.2
P66	12	40	40	8d14	-421.5	-2128.0	19.8%	-535.7
P67	15	40	70	8d16	-780.5	-3724.0	21.0%	-709
P68	11	40	40	8d14	-342.0	-2128.0	16.1%	-257.3
P69	10	40	40	8d14	-600.8	-2128.0	28.2%	-383.1
P70	9	40	40	8d14	-856.5	-2128.0	40.2%	-541.8
P71	2	40	40	8d14	-543.5	-2128.0	25.5%	-376.7
P72	8	40	40	8d14	-445.7	-2128.0	20.9%	-502.6
P73	7	40	40	8d14	-874.1	-2128.0	41.1%	-502.6
P74	1	40	40	8d14	-429.5	-2128.0	20.2%	-545.5
P51	149	30	30	4d14	-59.9	-1197.0	5.0%	-84.89
P53	165	40	70	8d16	-136.4	-3724.0	3.7%	-84.89
P54	134	30	30	4d14	-151.4	-1197.0	12.6%	-190
P55	137	40	70	8d16	-274.1	-3724.0	7.4%	-180.4
P56	141	40	70	8d16	-161.4	-3724.0	4.3%	-108
P57	128	30	30	4d14	-62.8	-1197.0	5.2%	-175.8
P58	139	30	30	4d14	-161.9	-1197.0	13.5%	-138.1
P59	127	30	30	4d14	-94.5	-1197.0	7.9%	-57.25
P60	133	30	30	4d14	-293.0	-1197.0	24.5%	-172.1
P61	136	40	70	8d16	-463.5	-3724.0	12.4%	-259.8
P62	138	30	30	4d14	-134.1	-1197.0	11.2%	-90.91
P63	126	30	30	4d14	-77.4	-1197.0	6.5%	-55.41
P64	140	40	70	8d16	-239.9	-3724.0	6.4%	-138.1
P65	125	30	30	4d14	-116.9	-1197.0	9.8%	-69.46
P66	132	30	30	4d14	-163.3	-1197.0	13.6%	-172
P67	135	40	70	8d16	-311.3	-3724.0	8.4%	-259.5
P68	131	30	30	4d14	-131.0	-1197.0	10.9%	-93.9
P69	130	30	30	4d14	-224.2	-1197.0	18.7%	-138.4
P70	129	30	30	4d14	-322.9	-1197.0	27.0%	-194.3
P71	124	30	30	4d14	-171.4	-1197.0	14.3%	-114.4
P72	123	30	30	4d14	-141.7	-1197.0	11.8%	-114.4
P73	122	30	30	4d14	-293.9	-1197.0	24.6%	-172.6
P74	121	30	30	4d14	-138.6	-1197.0	11.6%	-172.6

UNITA' STRUTTURALE A - VERIFICHE A TAGLIO DEI PILASTRI COMBINAZIONE SISMICA

Piastra	Asta PT	ASTA - SEZIONE E LUNGHEZZA				Armatura long.		Arm. Trasv.		Nad	Parametri geometrici e meccanici														Resistenza senza armatura trasversale eq. 4.1.23 NTC18				Resistenza massima taglio-compresione (ctg0=1) eq. 4.1.28 NTC18						Resistenza traliccio inclinazione variabile eq. 4.1.27 NTC18		Resistenza a taglio (eq. 4.1.29)		Resistenza ciclica (eq. C8.7.2.8)						Resistenza di taglio assunta per le verifiche		TMAX	
		b _w	h	d	L	long	As,tot	As	Asw	sx	kN	Ac	p1	ps,tot	ps,x	fcm	fc(k)	γc	γs	γel	fc(d)	fy	Lv	K	Vmin	ncp	V _{Rd,c}	cot(θ)	α	ncp	ncp/fcd	v	αc	V _{Rd,s}	cot(θ)	V _{Rd,s}	V _{Rd}	V _w	V _c	x	V _R	ρ _{st}	DP	V _R	V _{Rd}	kN		
		cm	cm	cm	cm		mm ²	mm ²	mm ²	mm		mm ²				MPa	MPa					MPa	MPa	m			MPa	kN		deg	MPa			kN		kN	kN	kN	mm	kN	1.5	kN	kN		kN			
P30	36	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-141.5	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.943	81.8	1	90	0.884	0.080	0.5	1.080	405.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	128.9	11.6	1.5	0.975	55.3	77.6	25.8	33.2%	
P31	35	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-109.0	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.727	77.0	1	90	0.882	0.061	0.5	1.061	398.3	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	122.2	9.2	1.5	0.975	53.2	77.6	7.4	9.5%	
P32	34	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-135.1	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.901	80.9	1	90	0.844	0.076	0.5	1.076	403.8	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	127.6	11.2	1.5	0.975	54.9	77.6	17.5	22.5%	
P33	28	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-270.6	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.804	101.2	1	90	1.691	0.152	0.5	1.152	432.4	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	155.2	20.1	1.5	0.975	62.7	77.6	9.3	12.0%	
P34	37	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-143.4	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.956	82.1	1	90	0.896	0.081	0.5	1.081	405.6	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	129.2	11.8	1.5	0.975	55.4	77.6	5.5	7.0%	
P35	28	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-270.6	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.804	101.2	1	90	1.691	0.152	0.5	1.152	432.4	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	155.2	20.1	1.5	0.975	62.7	77.6	9.3	12.0%	
P36	27	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-171.0	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.140	86.3	1	90	1.068	0.096	0.5	1.096	411.4	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	134.9	13.7	1.5	0.975	57.2	77.6	15.5	20.0%	
P37	26	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-87.5	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.583	73.7	1	90	0.547	0.049	0.5	1.049	393.8	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	117.9	7.5	1.5	0.975	51.7	77.6	20.0	25.7%	
P38	38	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-137.1	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.914	81.2	1	90	0.857	0.077	0.5	1.077	404.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	128.0	11.3	1.5	0.975	55.0	77.6	6.1	7.8%	
P39	32	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-189.2	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.262	89.5	1	90	1.183	0.106	0.5	1.106	415.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	138.6	15.0	1.5	0.975	58.3	77.6	6.3	8.2%	
P40	25	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-145.9	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.973	82.0	1	90	0.912	0.082	0.5	1.082	406.1	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	129.8	11.9	1.5	0.975	55.6	77.6	15.7	20.2%	
P41	39	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-192.8	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.285	89.5	1	90	1.205	0.108	0.5	1.108	416.0	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	139.3	15.2	1.5	0.975	58.5	77.6	6.5	8.4%	
P42	31	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-189.2	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.261	89.5	1	90	1.183	0.106	0.5	1.106	415.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	138.6	15.0	1.5	0.975	58.3	77.6	6.4	8.3%	
P43	24	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-139.5	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.930	81.5	1	90	0.872	0.078	0.5	1.078	404.7	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	128.4	11.5	1.5	0.975	55.2	77.6	16.0	20.6%	
P44	43	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-87.7	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.585	73.8	1	90	0.548	0.049	0.5	1.049	393.8	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	117.9	7.5	1.5	0.975	51.7	77.6	8.0	10.4%	
P45	42	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-142.9	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.952	82.1	1	90	0.893	0.080	0.5	1.080	405.5	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	129.1	11.7	1.5	0.975	55.4	77.6	12.5	16.2%	
P46	40	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-200.9	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.239	90.8	1	90	1.256	0.113	0.5	1.113	417.7	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	141.0	15.8	1.5	0.975	58.9	77.6	10.3	13.2%	
P47	30	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-192.3	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.282	89.5	1	90	1.202	0.108	0.5	1.108	415.9	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	139.2	15.2	1.5	0.975	58.4	77.6	8.0	10.3%	
P48	23	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-146.2	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.974	82.5	1	90	0.914	0.082	0.5	1.082	406.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	129.8	12.0	1.5	0.975	55.6	77.6	17.5	22.5%	
P49	45	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-241.3	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.609	96.8	1	90	1.508	0.136	0.5	1.136	426.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	149.2	18.3	1.5	0.975	61.2	77.6	7.3	9.4%	
P50	44	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-80.8	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.605	74.2	1	90	0.567	0.051	0.5	1.051	394.5	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	118.5	7.7	1.5	0.975	52.0	77.6	5.7	7.3%	
P51	29	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-270.6	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.804	101.2	1	90	1.691	0.152	0.5	1.152	432.4	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	155.2	20.1	1.5	0.975	62.7	77.6	10.1	13.1%	
P52	22	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-146.2	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.974	82.5	1	90	0.914	0.082	0.5	1.082	406.2	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	129.8	12.0	1.5	0.975	55.6	77.6	12.4	16.0%	
P53	46	40	40	37.5	330	8d16	1608	804	57	200	-241.3	270000	0.0030	0.0060	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.894	145.3	1	90	0.862	0.078	0.5	1.078	727.9	2.5	139.6	139.6	55.8	53.4	222.9	34.9	1.5	0.975	123.0	139.6	11.3	8.1%	
P54	14	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-488.2	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	2.222	110.6	1	90	3.051	0.275	0.5	1.275	478.4	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	199.6	29.6	1.5	0.975	71.0	77.6	28.2	36.3%	
P55	17	40	40	37.5	330	8d16	1608	804	57	200	-470.2	270000	0.0030	0.0060	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.742	179.7	1	90	1.679	0.151	0.5	1.151	777.6	2.5	139.6	139.6	55.8	53.4	269.3	61.5	1.5	0.975	146.1	146.1	50.9	34.8%	
P56	19	40	40	37.5	330	8d16	1608	804	57	200	-300.7	270000	0.0030	0.0060	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1																									

TRAVI - VERIFICA FLESSIONE A SLU STATICO - UNITA' STRUTTURALE B																				
Nome trave (da modello)	Nome trave (da disegni di carpenteria)	f _{yd} [Mpa]	f _{cd} [Mpa]	BASE [cm]	ALTEZZA [cm]	Armatura inferiore MEZZERIA	Armatura superiore MEZZERIA	A _s [mm ²]	A' _s [mm ²]	LATO ACCIAIO		LATO CLS		VALORI MINIMI		M _{sd} (+) [kNm]	M _{sd} (-) [kNm]	M _{rd} /M _{sd} [+]	M _{sd} /M _{rd} [+]	VERIFICA
										M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]					
288	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	130.18	-251.18	3.58	27.91%	SI
289	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	118.57	-238.59	3.93	25.42%	SI
291	T12	374.00	13.30	40	24	2d14+2d18	2d14	816	308	57.71	-21.75	63.85	-40.59	57.71	-21.75	0.19	-0.16	298.20	0.34%	SI
292	T12	374.00	13.30	40	24	2d14+2d18	2d14	816	308	57.71	-21.75	63.85	-40.59	57.71	-21.75	1.47	-1.78	39.26	2.55%	SI
293	T13	374.00	13.30	40	24	2d14+2d18	2d14	816	308	57.71	-21.75	63.85	-40.59	57.71	-21.75	1.40	-2.62	41.10	2.43%	SI
286	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	138.17	-271.79	3.38	29.63%	SI
287	T8	374.00	13.30	40	60	8d20	2d20+3d12	2512	967	481.96	-185.55	466.34	-272.01	466.34	-185.55	139.72	-272.96	3.34	29.96%	SI
294	T1	374.00	13.30	40	24	2d14	2d14	308	308	21.75	-21.75	45.06	-45.06	21.75	-21.75	5.09	-22.95	4.28	23.39%	SI
295	T2	374.00	13.30	40	55	2d18+2d20	2d14+2d10	1137	465	198.96	-81.34	317.02	-196.87	198.96	-81.34	79.35	-142.41	2.51	39.88%	SI
296	T3	374.00	13.30	40	55	4d18	2d14+2d10	1017	465	178.07	-81.34	304.11	-200.81	178.07	-81.34	41.84	-99.68	4.26	23.50%	SI
321	T1	374.00	13.30	40	60	6d20	4d14	1884	615	361.47	-118.08	435.79	-234.83	361.47	-118.08	82.27	-157.02	4.39	22.76%	SI
326	T1	374.00	13.30	40	60	6d20	4d14	1884	615	361.47	-118.08	435.79	-234.83	361.47	-118.08	78.52	-142.94	4.60	21.72%	SI
327	T1	374.00	13.30	40	60	6d20	4d14	1884	615	361.47	-118.08	435.79	-234.83	361.47	-118.08	64.66	-133.18	5.59	17.89%	SI
350	T3	374.00	13.30	40	50	4d18	2d14+2d10	1017	465	160.95	-73.52	257.23	-170.26	160.95	-73.52	42.86	-76.96	3.75	26.63%	SI
329	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	-2.67	-4.59	17.29	5.78%	SI
323	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	3.10	-3.52	20.38	4.91%	SI
324	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	3.36	-1.68	18.82	5.31%	SI
331	T17	374.00	13.30	12	64	3d20	2d14+1d10	942	386	193.42	-79.30	165.49	-99.06	165.49	-79.30	38.29	-103.66	4.32	23.14%	SI
343	T13	374.00	13.30	40	60	7d20	2d20+2d10	2198	785	421.71	-150.61	452.49	-254.45	421.71	-150.61	142.55	-280.27	2.96	33.80%	SI
344	T13	374.00	13.30	40	60	7d20	2d20+2d10	2198	785	421.71	-150.61	452.49	-254.45	421.71	-150.61	148.36	-289.36	2.84	35.18%	SI
352	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	11.67	-18.57	3.28	30.45%	SI
353	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	8.03	-18.01	4.77	20.96%	SI
354	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	2.96	-32.69	12.93	7.73%	SI
355	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	35.25	-46.57	1.09	91.97%	SI
356	T2	374.00	13.30	50	24	3d14+2d16	3d12	864	339	61.04	-23.97	76.04	-49.45	61.04	-23.97	13.30	-101.00	4.59	21.78%	SI
361	T2	374.00	13.30	50	24	3d14+2d16	3d12	864	339	61.04	-23.97	76.04	-49.45	61.04	-23.97	13.77	-101.44	4.43	22.56%	SI
357	T2	374.00	13.30	50	24	3d14+2d16	3d12	864	339	61.04	-23.97	76.04	-49.45	61.04	-23.97	24.16	-47.51	2.53	39.58%	SI
358	T2	374.00	13.30	50	24	3d14+2d16	3d12	864	339	61.04	-23.97	76.04	-49.45	61.04	-23.97	22.92	-46.06	2.66	37.55%	SI
359	T2	374.00	13.30	50	24	3d14+2d16	3d12	864	339	61.04	-23.97	76.04	-49.45	61.04	-23.97	22.57	-46.75	2.70	36.98%	SI
360	T2	374.00	13.30	50	24	3d14+2d16	3d12	864	339	61.04	-23.97	76.04	-49.45	61.04	-23.97	24.52	-46.86	2.49	40.16%	SI
384	T3	374.00	13.30	150	24	11d22	5d22	4179	1900	295.42	-134.28	256.20	-175.76	256.20	-134.28	145.32	-166.45	1.76	56.72%	SI
369	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	26.46	-35.67	2.39	41.87%	SI
370	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	13.81	-34.70	4.58	21.86%	SI
371	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	14.15	-34.67	4.47	22.39%	SI
372	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	26.18	-35.61	2.41	41.44%	SI
374	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	2.22	-38.15	28.47	3.51%	SI
375	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	-2.00	-43.76	1.81	55.18%	SI
368	T8	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.31	-0.31	202.81	0.49%	SI
373	T8	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.21	-0.11	297.16	0.34%	SI
366	T9	374.00	13.30	12	64	2d16	2d14+1d10	402	386	82.52	-79.30	120.78	-118.16	82.52	-79.30	0.38	-0.75	219.53	0.46%	SI

TRAVI - VERIFICA FLESSIONE A SLV SIMSICO - UNITA' STRUTTURALE B																				
Asta	Nome trave (da disegni di carpenteria)	f _{yd} [Mpa]	f _{cd} [Mpa]	BASE [cm]	ALTEZZ A [cm]	Armatura inferiore ESTREMO	Armatura superiore ESTREMO	A _s [mm ²]	A' _s [mm ²]	LATO ACCIAIO		LATO CLS		VALORI MINIMI		M _{sd} (+) [kNm]	M _{sd} (-) [kNm]	Mrd/Msd [+]	Mrd/Msd [-]	
										M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]					
288	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851	120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-161.44	3.08	32.43%	SI
289	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851	120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-153.12	3.25	30.76%	SI
291	T12	374.00	13.30	40	24	2d14	2d18+2d14	308	816	21.75	-57.71	40.59	-63.85	21.75	-57.71	0.00	-5.35	10.78	9.27%	SI
292	T12	374.00	13.30	40	24	2d14	2d18+2d14	308	816	21.75	-57.71	40.59	-63.85	21.75	-57.71	0.00	-17.82	3.24	30.87%	SI
293	T13	374.00	13.30	40	24	3d14	2d16+3d14	308	864	21.75	-61.04	40.25	-65.01	21.75	-61.04	0.00	-15.62	3.91	25.59%	SI
286	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851	120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-167.40	2.97	33.63%	SI
287	T8	374.00	13.30	40	60	2d20	8d20+3d12	628	2851	120.49	-547.02	210.53	-497.76	120.49	-497.76	0.00	-167.95	2.96	33.74%	SI
294	T1	374.00	13.30	40	24	2d14	2d14	308	308	21.75	-21.75	45.06	-45.06	21.75	-21.75	0.00	-20.39	1.07	93.76%	SI
295	T2	374.00	13.30	40	55	2d18	2d14+2d10+2d20	509	1093	89.04	-191.26	206.82	-310.69	89.04	-191.26	0.00	-106.51	1.80	55.69%	SI
296	T3	374.00	13.30	40	55	2d18	2d14+2d10+2d20	509	1093	89.04	-191.26	206.82	-310.69	89.04	-191.26	0.00	-82.15	2.33	42.95%	SI
321	T1	374.00	13.30	40	60	2d20+1d14	4d20+4d14	782	1871	150.01	-359.06	264.22	-428.27	150.01	-359.06	0.00	-80.62	4.45	22.45%	SI
326	T1	374.00	13.30	40	60	2d20+1d14	4d20+4d14	782	1871	150.01	-359.06	264.22	-428.27	150.01	-359.06	0.00	-77.46	4.64	21.57%	SI
327	T1	374.00	13.30	40	60	2d20+1d14	4d20+4d14	782	1871	150.01	-359.06	264.22	-428.27	150.01	-359.06	0.00	-71.41	5.03	19.89%	SI
350	T3	374.00	13.30	40	50	2d18	2d14+2d18+2d10	509	973	80.47	-153.99	178.72	-251.50	80.47	-153.99	0.00	-49.11	3.14	31.89%	SI
329	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	0.00	-26.62	2.37	42.13%	SI
323	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	0.00	-54.06	1.17	85.56%	SI
324	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14	308	308	63.18	-63.18	111.27	-111.27	63.18	-63.18	0.00	-23.26	2.72	36.81%	SI
331	T17	374.00	13.30	12	64	2d20	1d10+2d14+1d20	628	700	128.94	-143.77	132.19	-140.66	128.94	-140.66	2.91	0.00	44.31	2.26%	SI
343	T13	374.00	13.30	40	60	3d20	6d20+2d10	628	2041	120.49	-391.59	232.36	-447.27	120.49	-391.59	0.00	-159.95	2.45	40.85%	SI
344	T13	374.00	13.30	40	60	3d20	6d20+2d10	628	2041	120.49	-391.59	232.36	-447.27	120.49	-391.59	0.00	-167.28	2.34	42.72%	SI
352	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-11.15	3.44	29.09%	SI
353	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-10.53	3.64	27.47%	SI
354	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-18.76	2.04	48.94%	SI
355	T1	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-26.57	1.44	69.32%	SI
356	T2	374.00	13.30	50	24	3d14	2d16+3d12	462	741	32.63	-52.38	56.83	-70.83	32.63	-52.38	0.00	-50.69	1.03	96.78%	SI
361	T2	374.00	13.30	50	24	3d14	2d16+3d12	462	741	32.63	-52.38	56.83	-70.83	32.63	-52.38	0.00	-50.97	1.03	97.31%	SI
357	T2	374.00	13.30	50	24	3d14	2d16+3d12	462	741	32.63	-52.38	56.83	-70.83	32.63	-52.38	0.00	-29.31	1.79	55.96%	SI
358	T2	374.00	13.30	50	24	3d14	2d16+3d12	462	741	32.63	-52.38	56.83	-70.83	32.63	-52.38	0.00	-29.14	1.80	55.63%	SI
359	T2	374.00	13.30	50	24	3d14	2d16+3d12	462	741	32.63	-52.38	56.83	-70.83	32.63	-52.38	0.00	-29.48	1.78	56.28%	SI
360	T2	374.00	13.30	50	24	3d14	2d16+3d12	462	741	32.63	-52.38	56.83	-70.83	32.63	-52.38	0.00	-28.86	1.82	55.09%	SI
384	T3	374.00	13.30	150	24	5d22	11d22	1900	4179	134.28	-295.42	175.76	-256.20	134.28	-256.20	0.00	-92.86	2.76	36.25%	SI
369	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-20.01	3.96	25.24%	SI
370	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-19.44	4.08	24.52%	SI
371	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-19.37	4.09	24.43%	SI
372	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-20.04	3.96	25.27%	SI
374	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-27.73	2.86	34.97%	SI
375	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-30.45	2.60	38.39%	SI
368	T8	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-20.66	3.84	26.05%	SI
373	T8	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-24.59	3.23	31.00%	SI
366	T9	374.00	13.30	12	64	2d16	2d14+1d10	402	386	82.52	-79.30	120.78	-118.16	82.52	-79.30	0.00	-16.41	4.83	20.69%	SI

TRAVI - VERIFICA A TAGLIO A SLV SIMSICO - UNITA' STRUTTURALE B																										
VSd					K	Vmin	ρ1	V _{Rd,c}	cotθ	α	σ _{cp}	σ _{cp} /f _{cd}	v	α _C	V _{Rcd}	cotθ	V _{Rsd}	V _{Rd}	V _W	V _C	V _N	μ _Δ	DP	V _R	VRd	VSd/VRd
kN	Asw	s	rsx	Lv (m)				kN		deg	MPa				kN		kN	kN	kN	kN	kN	1.5		kN	kN	
106.60	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	50.4%
102.72	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	48.6%
1.70	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	13.1	0.0	1.5	0.975	41.0	79.1	2.1%
5.58	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	13.1	0.0	1.5	0.975	41.0	79.1	7.1%
5.02	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	13.7	0.0	1.5	0.975	41.5	79.1	6.3%
113.27	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	53.6%
113.60	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	94.7	0.0	1.5	0.975	155.1	211.5	53.7%
36.55	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.004	39.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	257.6	2.5	79.1	79.1	35.3	7.2	0.0	1.5	0.975	36.0	79.1	46.2%
89.24	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.002	92.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	628.9	2.5	193.1	193.1	80.9	39.1	0.0	1.5	0.975	101.7	193.1	46.2%
74.33	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.002	92.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	628.9	2.5	193.1	193.1	80.9	39.1	0.0	1.5	0.975	101.7	193.1	38.5%
54.90	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	104.5	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	72.3	0.0	1.5	0.975	136.1	211.5	26.0%
51.69	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	104.5	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	72.3	0.0	1.5	0.975	136.1	211.5	24.4%
48.47	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	104.5	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	72.3	0.0	1.5	0.975	136.1	211.5	22.9%
41.56	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	84.0	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	569.0	2.5	174.7	174.7	73.5	31.1	0.0	1.5	0.975	88.7	174.7	23.8%
6.60	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	18.0	0.0	1.5	0.975	95.0	221.0	3.0%
15.89	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	18.0	0.0	1.5	0.975	95.0	221.0	7.2%
6.15	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	18.0	0.0	1.5	0.975	95.0	221.0	2.8%
49.55	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.009	45.5	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	38.8	0.0	1.5	0.975	112.6	221.0	22.4%
105.74	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	72.7	0.0	1.5	0.975	136.4	211.5	50.0%
108.28	100.48	200.00	0.0013	2.00	2.000	0.442	0.003	101.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	688.8	2.5	211.5	211.5	88.2	72.7	0.0	1.5	0.975	136.4	211.5	51.2%
17.86	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	13.0%
16.32	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	11.8%
19.04	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	13.8%
66.09	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	47.9%
62.06	100.48	200.00	0.0010	2.00	2.000	0.442	0.004	52.8	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	321.9	2.5	79.1	79.1	35.3	14.0	0.0	1.5	0.975	41.8	79.1	78.5%
62.37	100.48	200.00	0.0010	2.00	2.000	0.442	0.004	52.8	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	321.9	2.5	79.1	79.1	35.3	14.0	0.0	1.5	0.975	41.8	79.1	78.9%
47.49	100.48	200.00	0.0010	2.00	2.000	0.442	0.004	52.8	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	321.9	2.5	79.1	79.1	35.3	14.0	0.0	1.5	0.975	41.8	79.1	60.1%
47.19	100.48	200.00	0.0010	2.00	2.000	0.442	0.004	52.8	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	321.9	2.5	79.1	79.1	35.3	14.0	0.0	1.5	0.975	41.8	79.1	59.7%
47.29	100.48	200.00	0.0010	2.00	2.000	0.442	0.004	52.8	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	321.9	2.5	79.1	79.1	35.3	14.0	0.0	1.5	0.975	41.8	79.1	59.8%
47.33	100.48	200.00	0.0010	2.00	2.000	0.442	0.004	52.8	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	321.9	2.5	79.1	79.1	35.3	14.0	0.0	1.5	0.975	41.8	79.1	59.9%
102.26	200.96	200.00	0.0007	2.00	2.000	0.442	0.006	176.0	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	965.8	2.5	158.1	158.1	70.6	70.9	0.0	1.5	0.975	120.0	158.1	64.7%
35.32	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	16.0%
31.08	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	14.1%
31.15	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	14.1%
35.25	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	15.9%
23.15	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	10.5%
23.44	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	10.6%
5.76	100.48	200.00	0.0042	2																						

VERIFICA PILASTRI SLU STATICO - US B								
				fcd [MPa]	13.3	fcd [MPa]	374	SLV
Pilastro	Asta	SEZIONE		Armatura	Nsd	Nrcd	Tasso lavoro %	Nsd
		cm	cm				Nsd/Nrcd	
P100	256	40	40	4d12	-115.0	-2128.0	5.4%	-87.43
P101	258	40	40	4d12	-156.7	-2128.0	7.4%	-87.44
P102	268	30	30	4d14	-171.1	-1197.0	14.3%	-87.44
P103	270	30	30	4d14	-123.0	-1197.0	10.3%	-87.44
P104	272	30	30	4d14	-51.0	-1197.0	4.3%	-163.9
P109	250	30	30	4d14	-27.6	-1197.0	2.3%	-62.38
P110	226	30	30	4d14	-25.2	-1197.0	2.1%	-33.41
P111	228	30	30	4d14	-59.9	-1197.0	5.0%	-33.46
P112	236	30	30	4d14	-45.7	-1197.0	3.8%	-25.35
P113	242	30	30	4d14	-105.8	-1197.0	8.8%	-25.35
P114	248	30	30	4d14	-189.9	-1197.0	15.9%	-25.35
P115	254	30	30	4d14	-296.1	-1197.0	24.7%	-62.38
P116	266	30	30	4d14	-296.5	-1197.0	24.8%	-87.44
P117	274	30	30	4d14	-165.2	-1197.0	13.8%	-111.3
P118	276	25	30	4d14	-75.3	-997.5	7.6%	-111.3
P119	198	40	40	8d14	-103.8	-2128.0	4.9%	-417.9
P119	199	40	40	8d14	-44.6	-2128.0	2.1%	-417.9
P120	194	30	30	4d14	-180.2	-1197.0	15.1%	-222
P120	195	30	30	4d14	-125.7	-1197.0	10.5%	-222
P120	285	30	30	4d14	-78.0	-1197.0	6.5%	-46.56
P121	234	30	30	4d14	-222.5	-1197.0	18.6%	-33.46
P121	235	30	30	4d14	-197.3	-1197.0	16.5%	-33.46
P121	284	30	30	4d14	-93.7	-1197.0	7.8%	-71.16
P122	240	30	30	4d14	-37.6	-1197.0	3.1%	-25.35
P123	246	30	30	4d14	-115.8	-1197.0	9.7%	-25.35
P124	252	30	30	4d14	-164.5	-1197.0	13.7%	-62.38
P125	260	30	30	4d14	-162.1	-1197.0	13.5%	-87.44
P126	264	30	30	4d14	-164.5	-1197.0	13.7%	-87.44
P127	278	30	30	4d14	-117.8	-1197.0	9.8%	-111.3
P128	280	25	30	4d14	-12.0	-997.5	1.2%	-111.3
P129	196	40	40	8d14	-381.0	-2128.0	17.9%	-226.8
P129	197	40	40	8d14	-153.0	-2128.0	7.2%	-84.9
P130	192	40	70	8d16	-710.6	-3724.0	19.1%	-222
P130	193	40	70	8d16	-317.7	-3724.0	8.5%	-222
P131	210	40	90	8d16	-390.3	-4788.0	8.2%	-98.41
P131	211	40	90	8d16	-179.4	-4788.0	3.7%	-98.41
P132	214	30	30	4d14	-103.7	-1197.0	8.7%	-80.57
P132	215	30	30	4d14	-48.0	-1197.0	4.0%	-80.57
P133	216	30	30	4d14	-45.7	-1197.0	3.8%	-80.57
P134	218	30	30	4d14	-119.3	-1197.0	10.0%	-80.57
P135	220	30	30	4d14	-105.7	-1197.0	8.8%	-80.57
P136	222	30	30	4d14	-119.4	-939.6	12.7%	-80.57
P137	282	30	30	4d14	-46.2	-939.6	4.9%	-111.3
P138	186	40	40	8d14	-547.2	-2128.0	25.7%	-316.5
P138	187	40	40	8d14	-208.8	-2128.0	9.8%	-222
P139	190	40	70	8d16	-1176.3	-3724.0	31.6%	-222
P139	191	40	70	8d16	-429.9	-3724.0	11.5%	-222
P140	208	30	30	4d14	-393.6	-1197.0	32.9%	-98.41
P140	209	30	30	4d14	-147.6	-1197.0	12.3%	-98.41
P141	212	30	30	4d14	-162.9	-1197.0	13.6%	-98.41
P141	213	30	30	4d14	-64.3	-1197.0	5.4%	-174.4
P142	204	30	30	4d14	-320.4	-1197.0	26.8%	-72.23
P142	205	30	30	4d14	-123.9	-1197.0	10.4%	-72.23
P143	206	30	30	4d14	-123.3	-1197.0	10.3%	-76.81
P143	207	30	30	4d14	-46.4	-1197.0	3.9%	-98.41
P144	200	40	130	10d14	-580.3	-6916.0	8.4%	-417.9
P144	201	40	130	10d14	-243.4	-6916.0	3.5%	-345.4
P145	202	30	30	4d14	-229.2	-1197.0	19.2%	-139.5
P145	203	30	30	4d14	-96.1	-1197.0	8.0%	-72.23
P146	184	40	40	8d14	-242.7	-2128.0	11.4%	-157.4
P146	185	40	40	8d14	-98.7	-2128.0	4.6%	-315.8
P147	188	40	70	8d16	-641.2	-3724.0	17.2%	-222
P147	189	40	70	8d16	-291.8	-3724.0	7.8%	-222
P148	174	40	40	8d14	-77.5	-2128.0	3.6%	-66.2
P148	175	40	40	8d14	-40.9	-2128.0	1.9%	-206.9
P149	176	40	40	8d14	-309.4	-2128.0	14.5%	-206.9
P149	177	40	40	8d14	-108.3	-2128.0	5.1%	-279.3
P150	179	40	70	8d16	-301.9	-3724.0	8.1%	-279.3
P150	178	40	70	8d16	-786.4	-3724.0	21.1%	-279.3
P151	180	40	40	8d14	-445.2	-2128.0	20.9%	-285.2
P151	181	40	40	8d14	-168.2	-2128.0	7.9%	-97.77
P152	182	40	40	8d14	-114.8	-2128.0	5.4%	-95.68
P152	183	40	40	8d14	-53.4	-2128.0	2.5%	-140.5
P153	168	40	40	8d14	-259.9	-2128.0	12.2%	-160.4
P153	169	40	40	8d14	-103.3	-2128.0	4.9%	-352
P154	170	40	40	8d14	-602.9	-2128.0	28.3%	-352
P154	171	40	40	8d14	-230.7	-2128.0	10.8%	-170.8
P155	172	40	40	8d14	-257.8	-2128.0	12.1%	-170.8
P155	173	40	40	8d14	-102.5	-2128.0	4.8%	-72.5

UNITA' STRUTTURALE B - VERIFICHE A TAGLIO DEI PILASTRI COMBINAZIONE SISMICA

Pilastro	Asta PT	ASTA - SEZIONE E LUNGHEZZI				Armatura long.		Arm. Trasv.		Nsd	Parametri geometrici e meccanici													Resistenza senza armatura trasversale eq. 4.1.23 NTC18				Resistenza massima taglio-compressione (ctg0=1) eq. 4.1.28 NTC18						Resistenza traliccio inclinazione variabile eq. 4.1.27 NTC18		Resistenza a taglio (eq. 4.1.29)		Resistenza ciclica (eq. C8.7.2.8)							Resistenza di taglio assunta per le verifiche		TMAX	
		b _w	h	d	L	long	As,tot	As	Asw		sx	kN	Ac	ρ1	ρs,tot	ρs,x	fcm	fc(k)	γc	γs	γel	fc(d)	fy	Lv	K	Vmin	σcp	V _{Red,c}	cot(θ)	α	σcp	σcp/fcd	v	αc	V _{Red}	cot(θ)	V _{Red}	V _{Rs}	V _W	V _C	x	V _N	μ ₁	DP	V _R	VRd		
		cm	cm	cm	cm	4d12	mm ²	mm ²	mm ²	mm		mm ²				MPa	MPa					MPa	MPa	m		MPa	kN		deg	MPa					kN		kN	kN	mm	kN	1.5		kN	kN			kN	
P100	256	40	40	37.5	330	4d12	452	226	57	200	-87.4	150000	0.0015	0.0030	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.583	73.7	1	90	0.546	0.049	0.5	1.049	393.8	2.5	77.6	77.6	31.0	13.6	117.8	7.5	1.5	0.975	44.3	77.6	10.8	14.0%	
P101	258	40	40	37.5	330	4d12	452	226	57	200	-87.4	150000	0.0015	0.0030	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.583	73.7	1	90	0.546	0.049	0.5	1.049	393.8	2.5	77.6	77.6	31.0	13.6	117.8	7.5	1.5	0.975	44.3	77.6	7.5	9.6%	
P102	268	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-94.7	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.148	47.5	1	90	1.052	0.095	0.5	1.095	226.0	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	101.3	5.7	1.5	0.975	29.8	56.9	7.5	13.1%	
P103	270	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-68.1	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.825	43.6	1	90	0.756	0.068	0.5	1.068	220.5	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	93.9	4.2	1.5	0.975	28.5	56.9	7.5	13.1%	
P104	272	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-163.9	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.987	57.9	1	90	1.821	0.164	0.5	1.164	240.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	120.6	8.9	1.5	0.975	32.6	56.9	7.1	12.5%	
P109	250	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-62.4	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.756	42.7	1	90	0.693	0.062	0.5	1.062	219.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	92.4	3.9	1.5	0.975	28.3	56.9	17.0	29.9%	
P110	226	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-33.4	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.405	38.4	1	90	0.371	0.033	0.5	1.033	213.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	84.3	2.2	1.5	0.975	26.8	56.9	5.0	8.8%	
P111	228	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-33.5	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.406	38.4	1	90	0.372	0.033	0.5	1.033	213.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	84.3	2.2	1.5	0.975	26.8	56.9	1.7	2.9%	
P112	236	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-25.3	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.307	37.1	1	90	0.282	0.025	0.5	1.025	211.6	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	82.1	1.7	1.5	0.975	26.3	56.9	0.9	1.6%	
P113	242	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-58.6	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.710	42.1	1	90	0.651	0.059	0.5	1.059	218.5	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	91.3	3.7	1.5	0.975	28.1	56.9	0.9	1.6%	
P114	248	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-108.6	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.317	49.6	1	90	1.207	0.109	0.5	1.109	228.8	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	105.2	6.4	1.5	0.975	30.4	56.9	0.9	1.6%	
P115	254	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-164.1	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.989	58.0	1	90	1.823	0.164	0.5	1.164	240.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	120.6	8.9	1.5	0.975	32.6	56.9	17.0	29.9%	
P116	266	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-164.2	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.990	58.0	1	90	1.824	0.164	0.5	1.164	240.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	120.7	8.9	1.5	0.975	32.6	56.9	7.5	13.1%	
P117	274	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-91.5	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.109	47.1	1	90	1.017	0.092	0.5	1.092	225.3	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	100.5	5.5	1.5	0.975	29.7	56.9	7.7	13.5%	
P118	276	25	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-94.7	68750	0.0045	0.0090	0.0011	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.378	42.0	1	90	1.263	0.114	0.5	1.114	191.6	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	106.6	5.5	1.5	0.975	29.7	56.9	7.7	13.5%	
P119	198	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-71.2	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.475	71.3	1	90	0.445	0.040	0.5	1.040	390.3	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	114.5	6.2	1.5	0.975	50.6	77.6	29.0	37.3%	
P119	199	40	40	37.5	330	8d14	1231	615	57	200	-33.6	150000	0.0041	0.0082	0.0007	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.224	65.7	1	90	0.210	0.019	0.5	1.019	382.4	2.5	77.6	77.6	31.0	22.3	106.9	3.0	1.5	0.975	47.8	77.6	29.0	37.3%	
P120	194	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-121.4	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	1.472	51.6	1	90	1.349	0.121	0.5	1.121	231.5	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	108.8	7.0	1.5	0.975	31.0	56.9	18.7	32.9%	
P120	195	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-71.2	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.863	44.0	1	90	0.791	0.071	0.5	1.071	221.1	2.5	56.9	56.9	22.7	6.6	94.8	4.4	1.5	0.975	28.7	56.9	18.7	32.9%	
P120	285	30	30	27.5	330	4d14	615	308	57	200	-46.6	82500	0.0037	0.0075	0.0009	20.00	16.67	1.500	1.150	1.150	11.11	325	1.65	2	0.404	0.564	40.3	1	90	0.517	0.047	0.5																

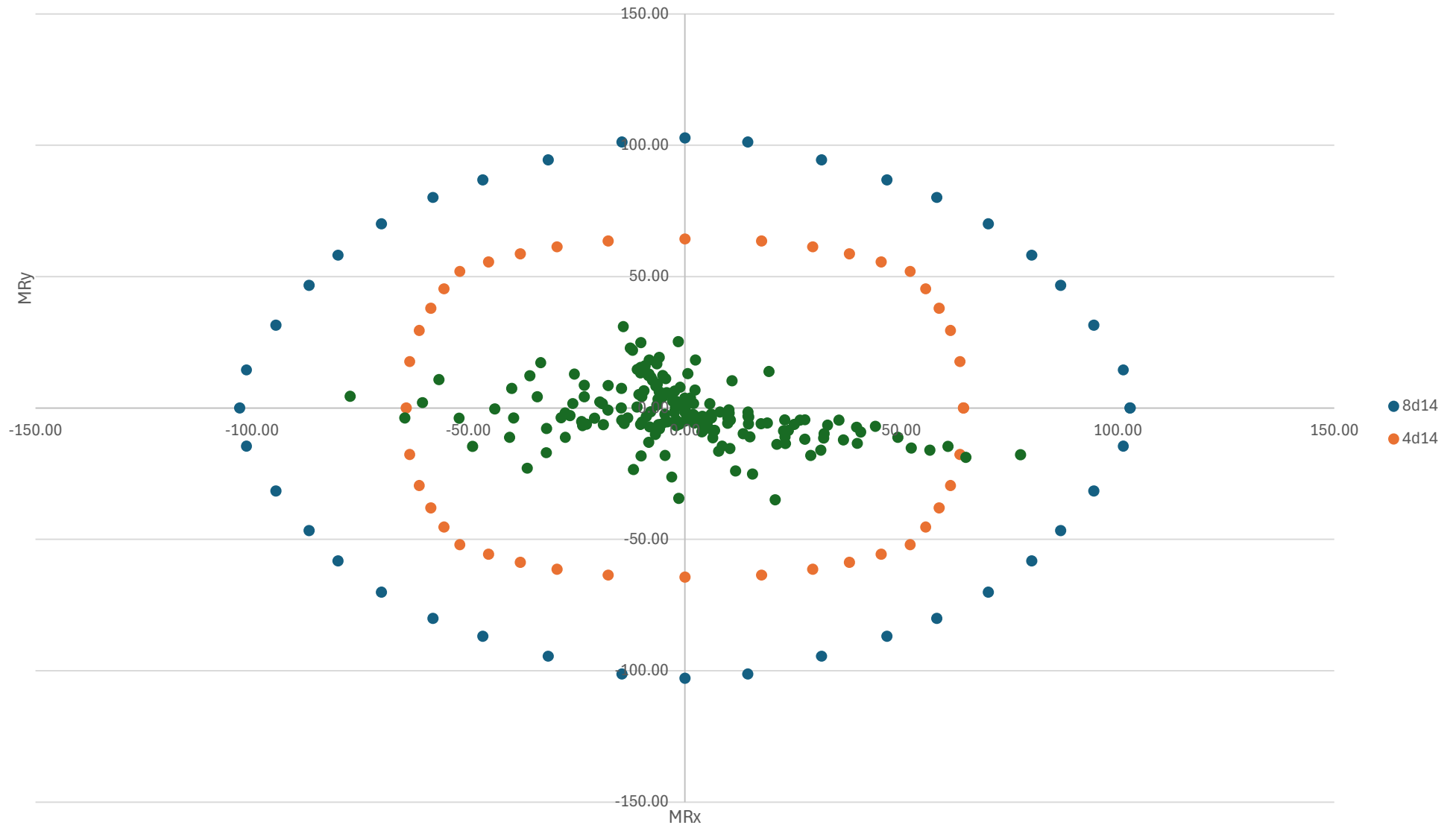
TRAVI - VERIFICA FLESSIONE A SLU STATICO - UNITA' STRUTTURALE C																				
Nome trave (da modello)	Nome trave (da disegni di carpenteria)	f _{yd} [Mpa]	f _{cd} [Mpa]	BASE [cm]	ALTEZZA [cm]	Armatura inferiore MEZZERIA	Armatura superiore MEZZERIA	A _s [mm ²]	A' _s [mm ²]	LATO ACCIAIO		LATO CLS		VALORI MINIMI		M _{sd} (+) [kNm]	M _{sd} (-) [kNm]	M _{rd} /M _{sd} [+]	M _{sd} /M _{rd} [+]	VERIFICA
										M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]					
394	T1	374.00	13.30	35	120	10d20	2d20	3140	628	1236.60	-247.32	1589.82	-616.71	1236.60	-247.32	589.33	0.00	2.10	47.66%	SI
398	T1	374.00	13.30	35	120	10d20	2d20	3140	628	1236.60	-247.32	1589.82	-616.71	1236.60	-247.32	589.33	0.00	2.10	47.66%	SI
395	T2	374.00	13.30	35	120	10d22	2d22	3799	760	1496.29	-299.26	1681.27	-642.86	1496.29	-299.26	1178.66	0.00	1.27	78.77%	SI
396	T2	374.00	13.30	35	120	10d22	2d22	3799	760	1496.29	-299.26	1681.27	-642.86	1496.29	-299.26	1178.66	0.00	1.27	78.77%	SI
397	T2	374.00	13.30	35	120	10d22	2d22	3799	760	1496.29	-299.26	1681.27	-642.86	1496.29	-299.26	1178.66	0.00	1.27	78.77%	SI
384	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.33	-0.31	309.84	0.32%	SI
385	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.10	-0.08	972.86	0.10%	SI
386	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.31	-0.14	331.35	0.30%	SI
387	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.17	-0.42	596.86	0.17%	SI
388	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.34	-0.33	295.19	0.34%	SI
389	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.08	-0.04	1262.43	0.08%	SI
392	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.11	-0.05	906.15	0.11%	SI
393	T3	374.00	13.30	80	24	4d16+2d20	4d16	1432	804	101.21	-56.82	120.25	-91.75	101.21	-56.82	0.33	-0.36	305.71	0.33%	SI
402	T1	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.76	-3.57	83.64	1.20%	SI
403	T1	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	14.59	-9.66	8.21	12.19%	SI
406	T1	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	14.85	-15.73	4.26	23.50%	SI
410	T1	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	16.55	-9.87	3.82	26.20%	SI
404	T2	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	14.49	-7.87	4.36	22.94%	SI
405	T4	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	3.61	-0.17	17.52	5.71%	SI
407	T5	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	14.48	-0.34	4.36	22.92%	SI
408	T6	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	8.33	-5.41	7.59	13.18%	SI
409	T7	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	11.34	0.30	5.57	17.94%	SI
415	T8	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	13.43	-1.61	4.70	21.26%	SI
421	T9	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	8.32	-18.15	4.61	21.70%	SI
422	T9	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	10.17	-18.28	3.77	26.54%	SI
420	T10	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	8.91	-17.84	4.30	23.25%	SI
411	T12	374.00	13.30	12	64	2d14+1d12	2d14+1d10	462	386	94.77	-79.30	127.73	-115.74	94.77	-79.30	0.83	-1.03	113.86	0.88%	SI
413	T14	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.36	-0.78	173.97	0.57%	SI
400	T15	374.00	13.30	80	24	3d16	3d16	603	603	42.62	-42.62	89.54	-89.54	42.62	-42.62	6.22	-13.63	6.85	14.60%	SI
401	T15	374.00	13.30	80	24	3d16	3d16	603	603	42.62	-42.62	89.54	-89.54	42.62	-42.62	6.07	-13.43	7.02	14.24%	SI

TRAVI - VERIFICA FLESSIONE A SLV SIMSICO - UNITA' STRUTTURALE C																				
Asta	Nome trave (da disegni di carpenteria)	f _{yd} [Mpa]	f _{cd} [Mpa]	BASE [cm]	ALTEZZ A [cm]	Armatura inferiore ESTREMO	Armatura superiore ESTREMO	A _s [mm ²]	A' _s [mm ²]	LATO ACCIAIO		LATO CLS		VALORI MINIMI		M _{sd} (+) [kNm]	M _{sd} (-) [kNm]	Mrd/Msd [+]	Mrd/Msd [-]	
										M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]	M _{rd} (+) [kNm]	M _{rd} (-) [kNm]					
384	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-24.52	4.13	24.22%	SI
385	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-19.33	5.24	19.10%	SI
386	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-21.76	4.65	21.50%	SI
387	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-26.03	3.89	25.72%	SI
388	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-37.50	2.70	37.05%	SI
389	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-30.61	3.31	30.24%	SI
392	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-30.78	3.29	30.41%	SI
393	T3	374.00	13.30	80	24	4d16	4d16+2d20	804	1432	56.82	-101.21	91.75	-120.25	56.82	-101.21	0.00	-37.65	2.69	37.20%	SI
402	T1	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-65.90	1.20	83.10%	SI
403	T1	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-11.34	7.00	14.30%	SI
405	T4	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-10.33	7.68	13.03%	SI
415	T8	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-3.27	24.24	4.12%	SI
421	T9	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-11.28	3.40	29.43%	SI
422	T9	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-11.23	3.41	29.30%	SI
420	T10	374.00	13.30	30	40	2d14	2d14	308	308	38.32	-38.32	91.89	-91.89	38.32	-38.32	0.00	-23.05	1.66	60.14%	SI
411	T12	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10+1d12	308	499	63.18	-102.51	103.32	-135.00	63.18	-102.51	0.00	-4.83	21.23	4.71%	SI
413	T14	374.00	13.30	12	64	2d14	2d14+1d10	308	386	63.18	-79.30	107.89	-122.14	63.18	-79.30	0.00	-1.09	73.06	1.37%	SI
400	T15	374.00	13.30	80	24	3d16	3d16	603	603	42.62	-42.62	89.54	-89.54	42.62	-42.62	0.00	-39.32	1.08	92.27%	SI
401	T15	374.00	13.30	80	24	3d16	3d16	603	603	42.62	-42.62	89.54	-89.54	42.62	-42.62	0.00	-37.88	1.12	88.90%	SI

TRAVI - VERIFICA A TAGLIO A SLV SIMSICO - UNITA' STRUTTURALE C																										
VSd					K	Vmin	ρ1	V _{Rd,c}	cotθ	α	σ _{cp}	σ _{cp} /f _{cd}	v	α _C	V _{Rcd}	cotθ	V _{Rsd}	V _{Rd}	V _W	V _C	V _N	μ _A	DP	V _R	VRd	VSd/VRd
kN	Asw	s	rsx	Lv (m)				kN		deg	MPa				kN		kN	kN	kN	kN	kN	1.5		kN	kN	
6.92	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	8.7%
5.75	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	7.3%
6.39	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	8.1%
7.54	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	9.5%
10.64	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	13.5%
9.09	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	11.5%
9.17	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	11.6%
10.70	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.005	86.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	26.1	0.0	1.5	0.975	52.0	79.1	13.5%
24.13	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	10.9%
18.30	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	8.3%
4.13	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	1.9%
2.35	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	1.1%
16.17	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	11.7%
17.83	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	12.9%
22.68	100.48	200.00	0.0017	2.00	2.000	0.442	0.003	49.7	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	336.9	2.5	137.9	137.9	58.8	7.2	0.0	1.5	0.975	56.0	137.9	16.4%
2.22	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	23.5	0.0	1.5	0.975	99.8	221.0	1.0%
0.55	100.48	200.00	0.0042	2.00	2.000	0.442	0.004	35.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	221.0	2.5	226.2	221.0	94.1	20.2	0.0	1.5	0.975	97.0	221.0	0.2%
25.93	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.004	78.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	14.1	0.0	1.5	0.975	41.9	79.1	32.8%
25.06	100.48	200.00	0.0006	2.00	2.000	0.442	0.004	78.9	1	90	0.000	0.000	0.5	1.000	515.1	2.5	79.1	79.1	35.3	14.1	0.0	1.5	0.975	41.9	79.1	31.7%

VERIFICA PILASTRI SLU STATICO - US C								
				fcd [MPa]	13.3	fyd [MPa]	374	SLV
Pilastro	Asta	SEZIONE		Armatura	Nsd	Nrcd	Tasso	Nsd
		cm	cm				lavoro %	
					kN	kN	Nsd/Nrcd	kN
P1	382	35	80	20d22+2d10	-170.9	-3724.0	4.6%	-94.75
P2	383	35	80	20d22+2d10	-170.9	-3724.0	4.6%	-98.47
P3	380	35	80	20d22+2d10	-341.5	-3724.0	9.2%	-177.1
P4	381	35	80	20d22+2d10	-341.5	-3724.0	9.2%	-177.1
P5	379	35	80	20d22+2d10	-341.7	-3724.0	9.2%	-176.7
P6	378	35	80	20d22+2d10	-341.7	-3724.0	9.2%	-175.8
P7	371	35	80	20d22+2d10	-359.4	-3724.0	9.7%	-212.7
P8	377	35	80	20d22+2d10	-341.5	-3724.0	9.2%	-177.1
P9	372	35	80	20d22+2d10	-252.2	-3724.0	6.8%	-152.6
P10	373	35	80	20d22+2d10	-170.9	-3724.0	4.6%	-175.2
P11	353	30	30	4d12	-18.2	-1197.0	1.5%	-33.6
P12	352	30	30	4d12	-48.2	-1197.0	4.0%	-27.54
P13	399	30	30	4d12	-44.2	-1197.0	3.7%	-23.53
P14	354	30	30	4d12	-45.5	-1197.0	3.8%	-25.78
P15	359	30	30	4d12	-60.7	-1197.0	5.1%	-162.6
P16	360	30	30	4d12	-62.1	-1197.0	5.2%	-33.02
P17	364	30	30	4d12	-51.9	-1197.0	4.3%	-33.02
P18	366	30	30	4d12	-9.0	-1197.0	0.7%	-29.12
P19	356	30	30	4d12	-25.0	-1197.0	2.1%	-28.75
P20	357	30	30	4d12	-55.8	-1197.0	4.7%	-28.84
P21	358	30	30	4d12	-38.6	-1197.0	3.2%	-19.89
P22	361	30	30	4d12	-37.3	-1197.0	3.1%	-24.56
P23	362	30	30	4d12	-48.1	-1197.0	4.0%	-36.46
P24	363	30	30	4d12	-72.4	-1197.0	6.0%	-39.21
P25	365	30	30	4d12	-57.3	-1197.0	4.8%	-30.32
P26	370	40	40	4d12	-21.1	-2128.0	1.0%	-30.16
P27	367	30	30	4d12	-18.3	-1197.0	1.5%	-21.27
P29	369	40	40	4d12	-19.8	-2128.0	0.9%	-10.76

Pilastri 40x40





DOLMEN®

PRESENTAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

Il codice di calcolo DOLMEN® è prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via B. Drovetti 9F.

La società produttrice è presente da anni nell'ambito dei programmi di calcolo per l'ingegneria. Gli sviluppatori sono tutti ingegneri civili laureati presso il Politecnico di Torino, con vasta esperienza professionale nel settore delle costruzioni e dell'analisi strutturale.

La procedura è sviluppata in ambiente Windows, ed è stata scritta utilizzando i linguaggi FORTRAN, C++ e BASIC. Il solutore ad elementi finiti è stato scritto all'interno della società, collaudandolo tramite confronto con esempi di calcolo dotati di soluzione analitica e con altri codici di analisi. In particolare, essendo nato il solutore nella seconda metà negli anni '80 su workstation in ambiente UNIX, si è fatto ricorso al programma ad elementi finiti HERCULE, della SOCOTEC (Francia).

DOLMEN® permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave (elemento BEAM), con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse, ed il guscio (elemento SHELL), sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra. La matrice di rigidezza dei gusci quadrangolari è ottenuta per condensazione di quattro gusci triangolari con vertice interno in comune. I carichi possono essere applicati sui nodi, sulle travi e sui gusci come forze (distribuite, trapezie, concentrate), coppie e distorsioni termiche. I vincoli esterni sono definiti tramite le sei costanti di rigidezza elastica.

Eventuali analisi sismiche possono essere effettuate sia in regime statico che dinamico tramite analisi modale, con o senza presa in conto di piani orizzontali rigidi. Il calcolo delle forze sismiche ed il successivo dimensionamento degli elementi resistenti può avvenire sia secondo il DM 16.01.96, sia secondo le Nuove Norme Tecniche 2018.

I riferimenti bibliografici fondamentali usati nella scrittura del codice sono stati i seguenti:

- O. C. Zienkiewicz, "The Finite Element Method", Third Edition, McGraw-Hill
- V. I. Carbone – D. Munari, "Analisi Strutturale per il Calcolo Automatico", Levrotto & Bella
- M. Como – G. Lanni, "Elementi di Costruzioni Antisismiche", Cremonese

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, composta da un manuale d'uso contenente fra l'altro più esempi dettagliati di calcolo e da una vasta serie di test di validazione, sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata. La validità del programma è suffragata da anni di uso intensivo presso centinaia di utenti in tutta Italia e all'estero. Inoltre la presenza di un modulo CAD per



l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura, ed al termine dell'elaborazione viene valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

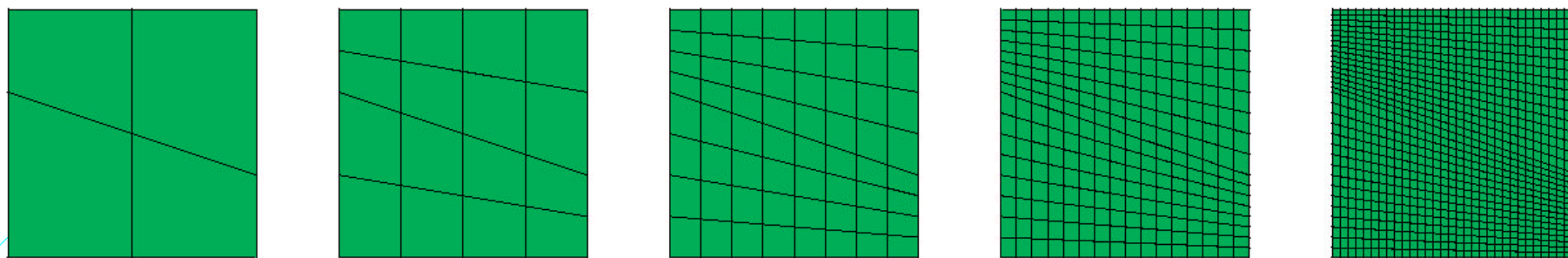
DOLMEN® è dotato inoltre di moduli a corredo del solutore principale, che consentono il progetto e la verifica di membrature in acciaio, di travi, pilastri e piastre in calcestruzzo, di pareti in muratura portante. Tali moduli leggono direttamente le sollecitazioni prodotte dal solutore e producono disegni e relazioni di calcolo secondo le ultime normative vigenti.

DOLMEN® tratta anche la geotecnica con lo studio di muri controterra, di pali infissi, trivellati, a elica continua e micropali, di opere di contenimento flessibili, con l'analisi di fondazioni superficiali e della stabilità di pendii e la caratterizzazione dei terreni e delle rocce.

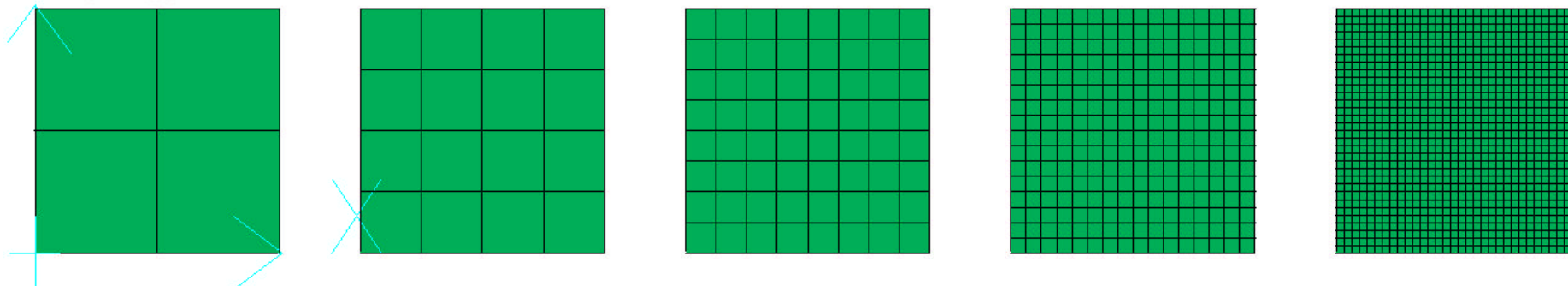
Per CDM DOLMEN Srl
Ing. Gianmarco MASSUCCO

MODELLAZIONE DI PIASTRA QUADRATA INCASTRATA AI LATI

MESH IRREGOLARE



MESH REGOLARE

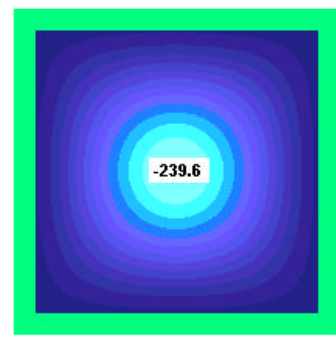
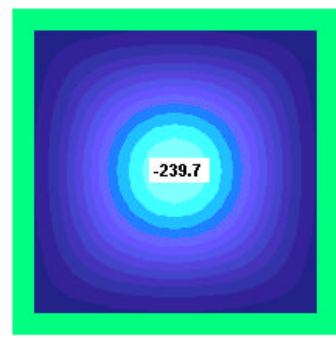
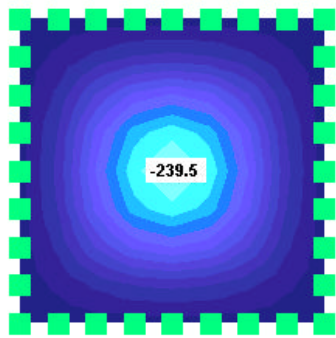
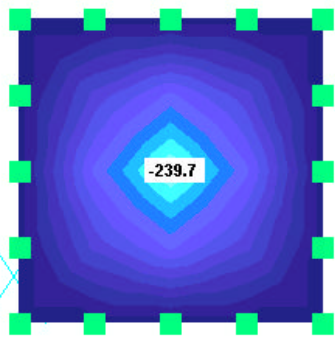
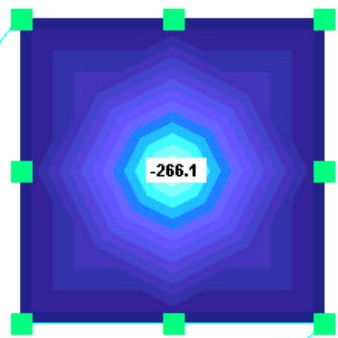
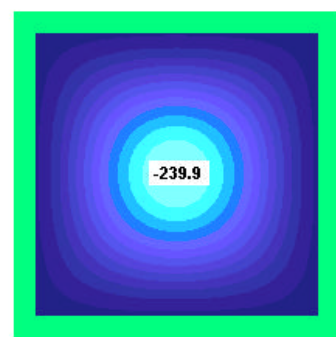
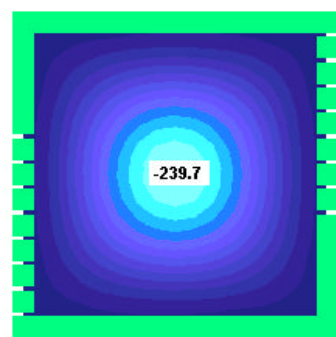
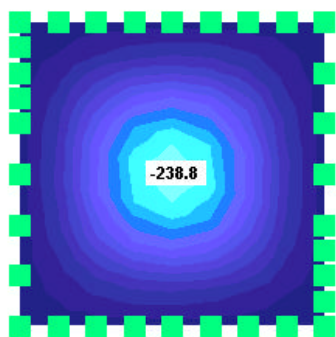
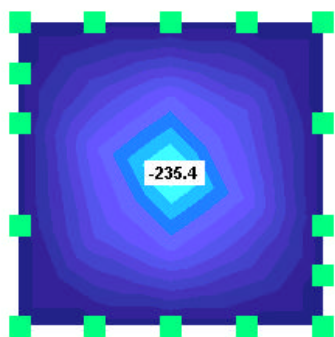
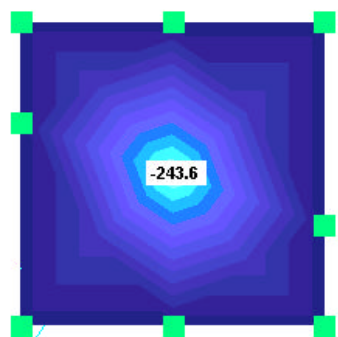


DATI:
dimensioni 600x600 cm
spessore 30 cm

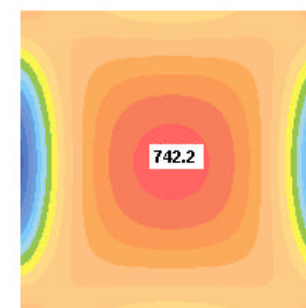
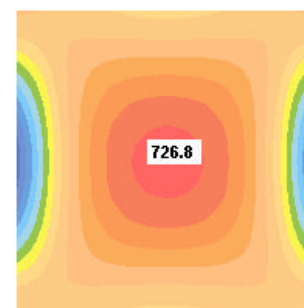
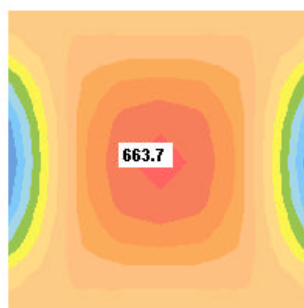
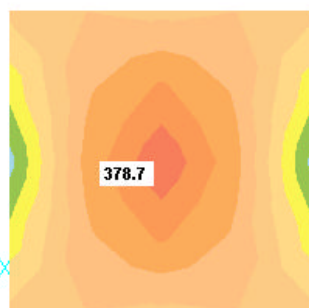
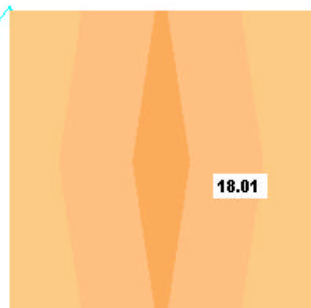
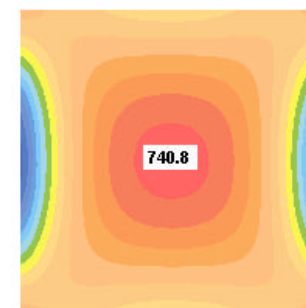
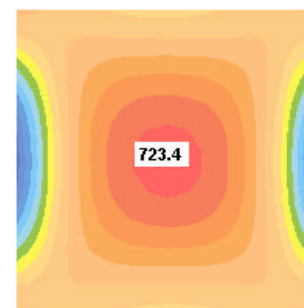
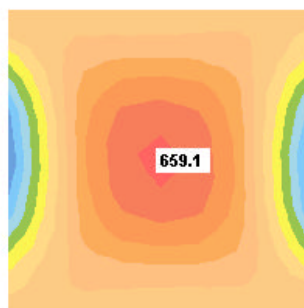
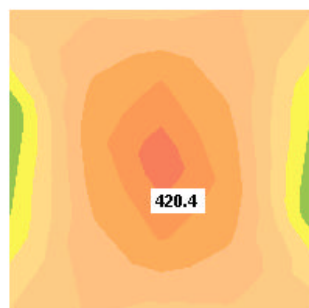
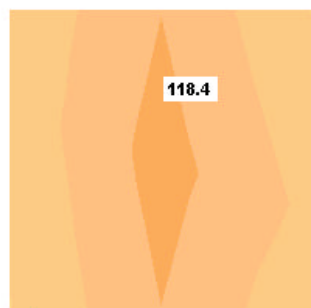
$E = 300000 \text{ kg/cm}^2$
 $\nu = 0.2$

$q = 1000 \text{ kg/m}^2$

SPOSTAMENTI (micron)
Valore ricavato da tabelle = 232.2 micron
errore = 3.1%



MOMENTI FLETTENTI X (kgcm/cm)
valore da tabelle = 768.96 kgcm/cm
errore = 3.4%



MODELLAZIONE DI TRAVE A MENSOLA

luce = 2 m
 $b \times h = 30 \times 50$

DATI:

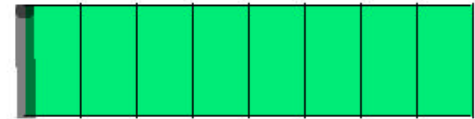
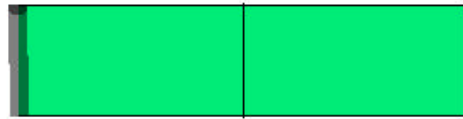
$E = 300000 \text{ kg/cm}^2$

$\nu = 0.2$

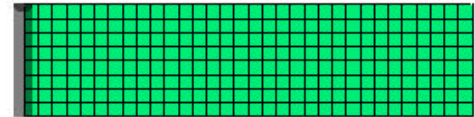
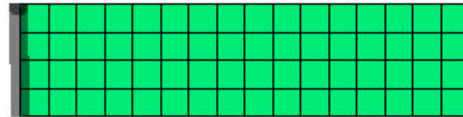
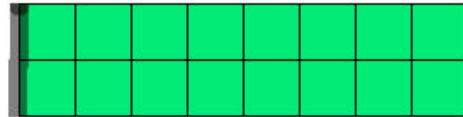
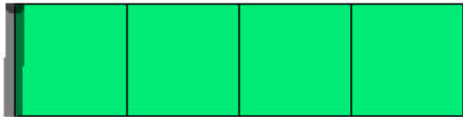
$G = 125000 \text{ kg/cm}^2$

$q = 1000 \text{ kg/m}$

Modelli con elementi TRAVE

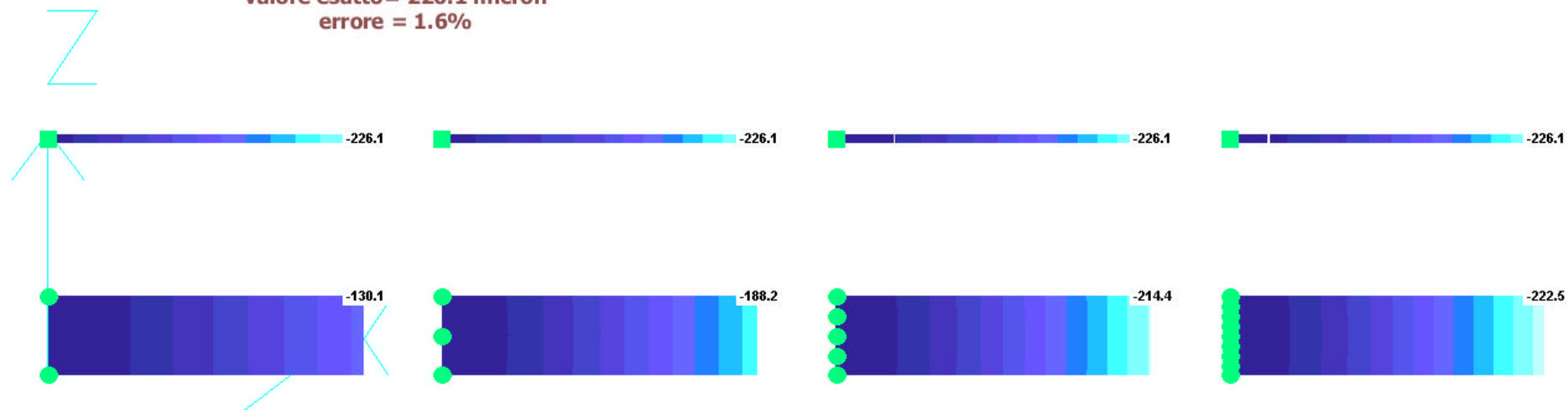


Modelli con elementi GUSCIO BIDIMENSIONALE



Piano XZ Y = 0

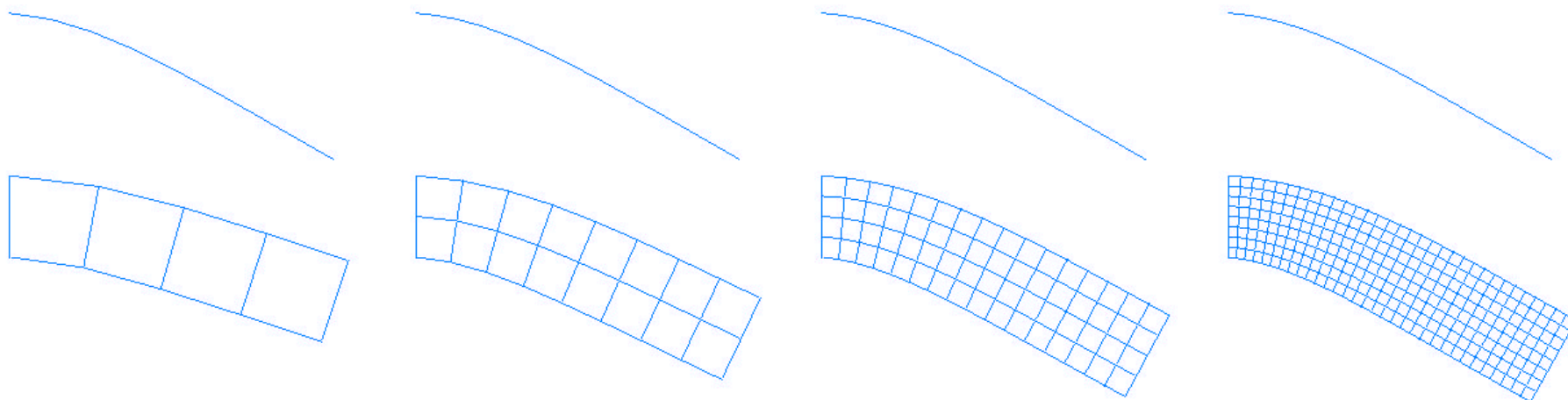
SPOSTAMENTI (micron)
valore esatto= 226.1 micron
errore = 1.6%



**NB: l'elemento finito ASTA è "perfetto" in quanto le funzioni interpolatrici interne sono esatte.
Pertanto i risultati delle aste NON dipendono dalla loro schematizzazione, più o meno fitta.**

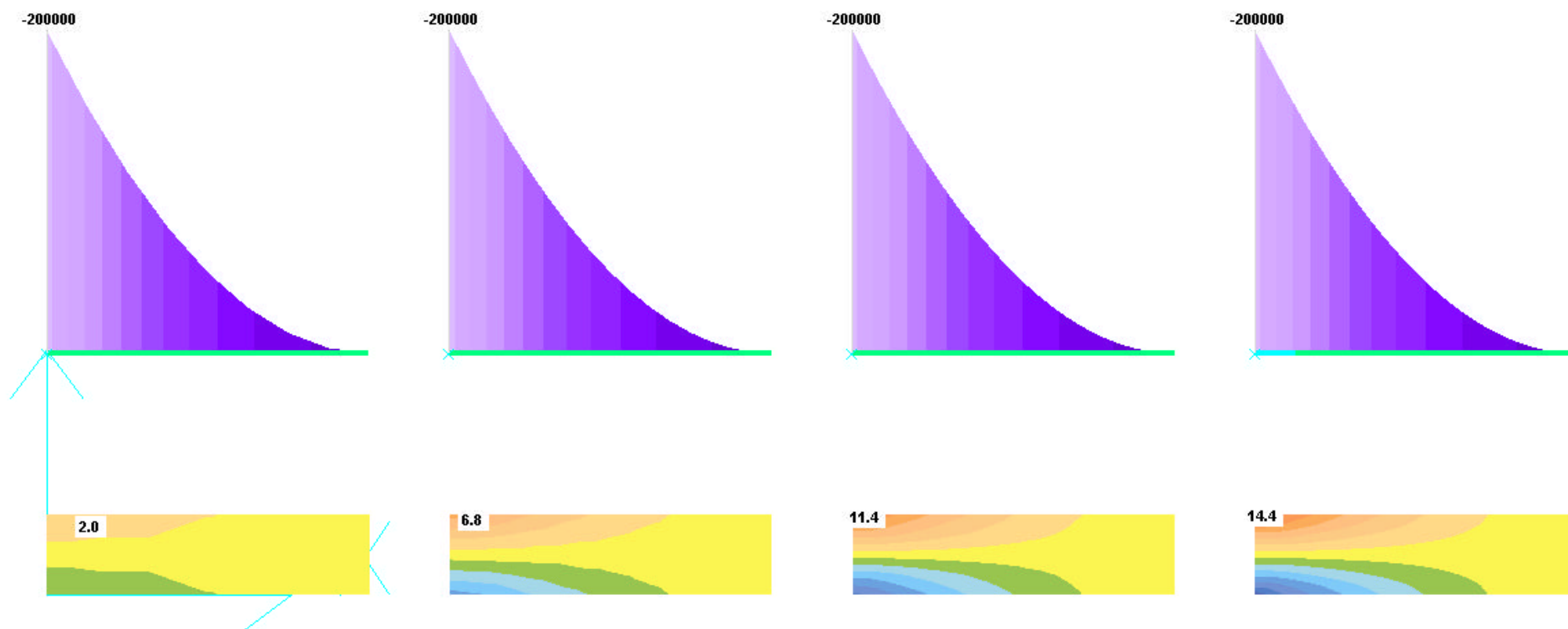
Piano XZ Y = 0

VISUALIZZAZIONE DELLA DEFORMATA



**Il calcolo tiene conto della deformabilità a taglio: trascurandola si ottiene il risultato "manuale"
pari a 213 micron ($= pL^4/8EJ$)**

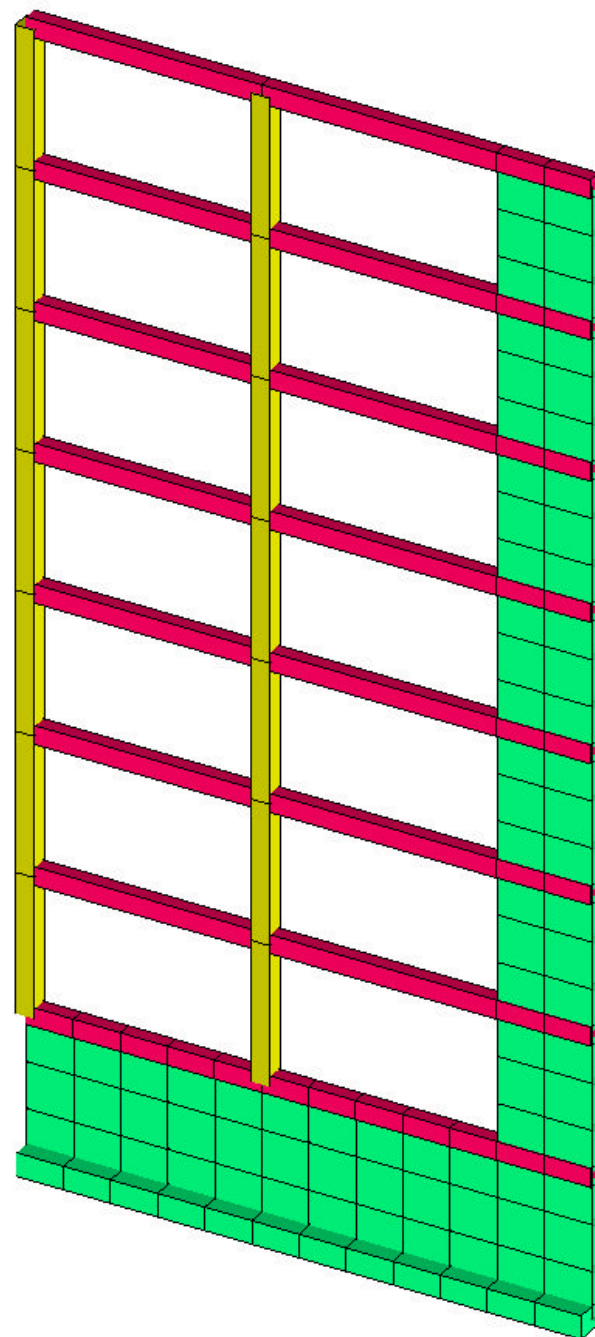
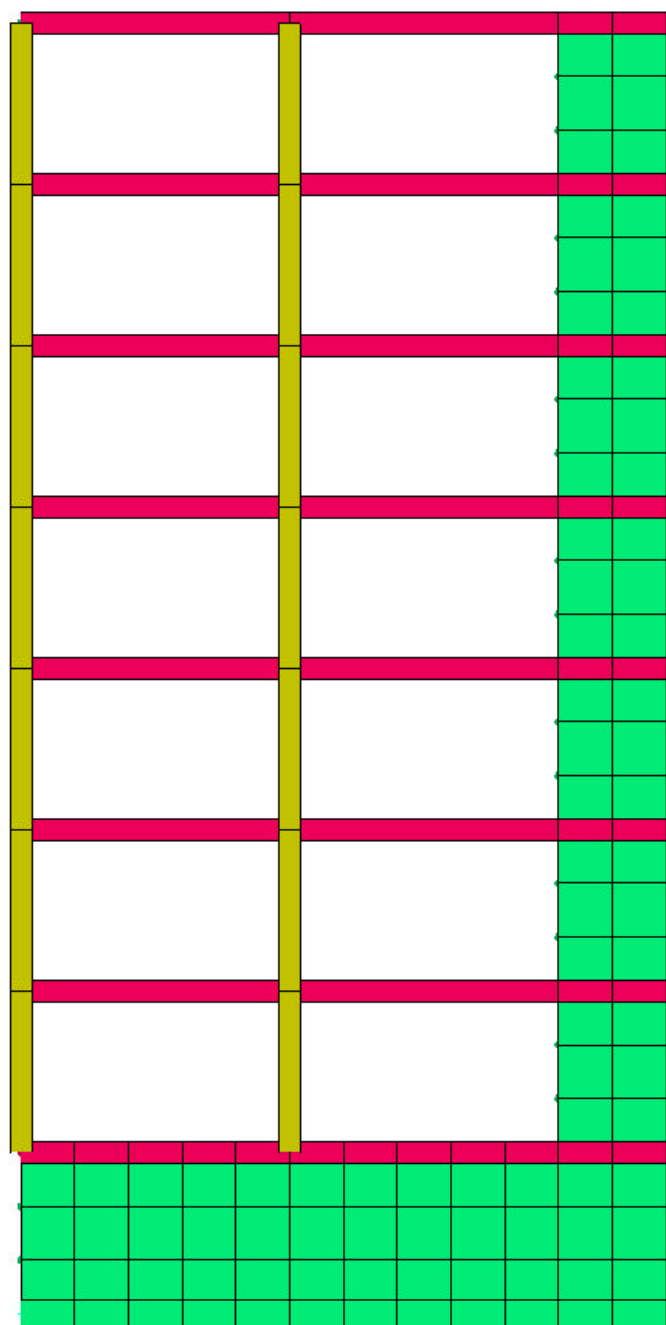
**MOMENTI (kgcm)
e TENSIONI (kg/cm²)**



**Tensione calcolata ad
x = 3.12 cm ed y = 48.96 cm**

**Valore teorico = 15.1 kg/cm²
errore = 4.8 %**

ANALISI DINAMICA DI TELAIO IN C.A.

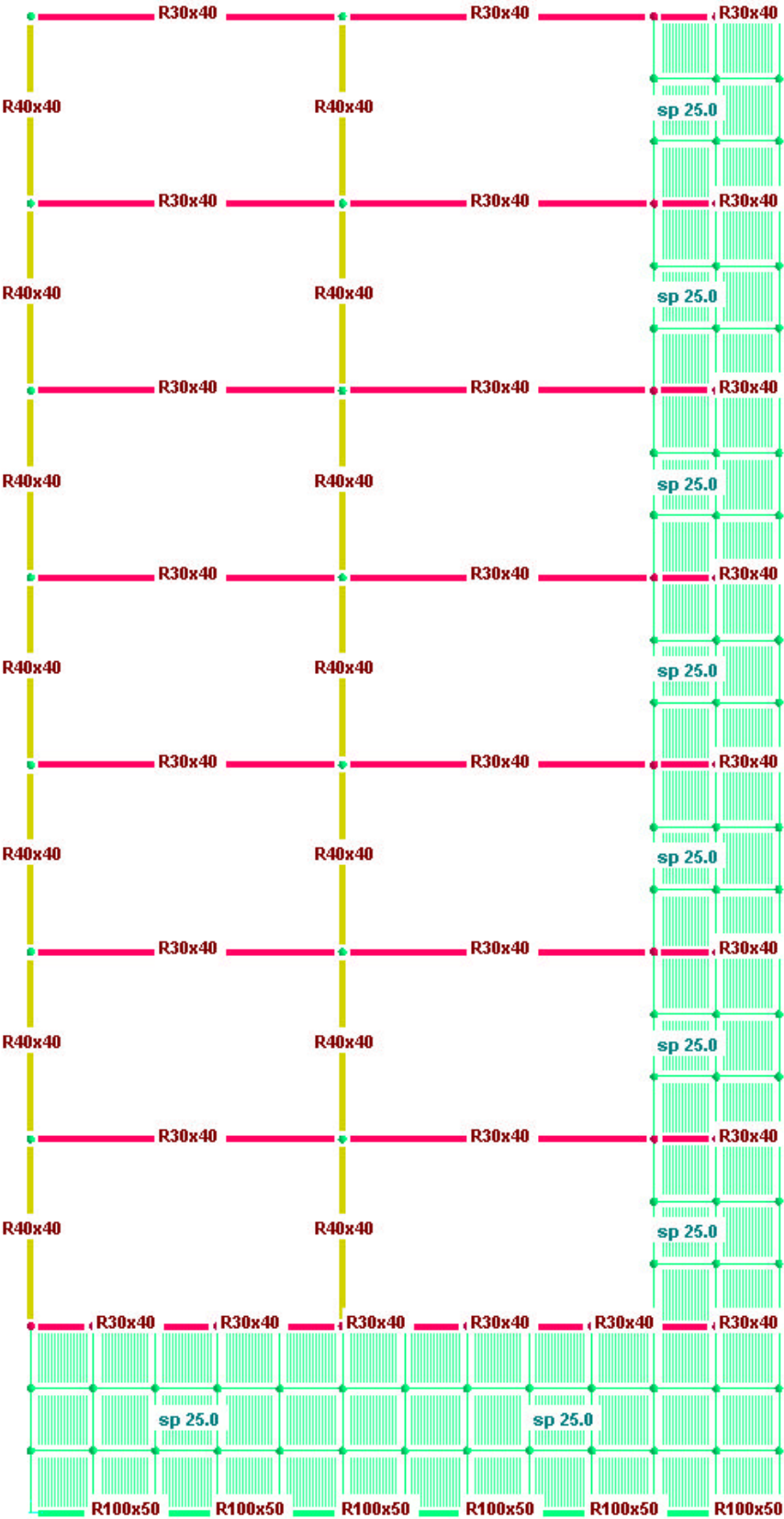


**TELAIO SISMICO:
DATI GEOMETRICI**

H piano = 3 m
L travi = 5 m
L setto = 2 m

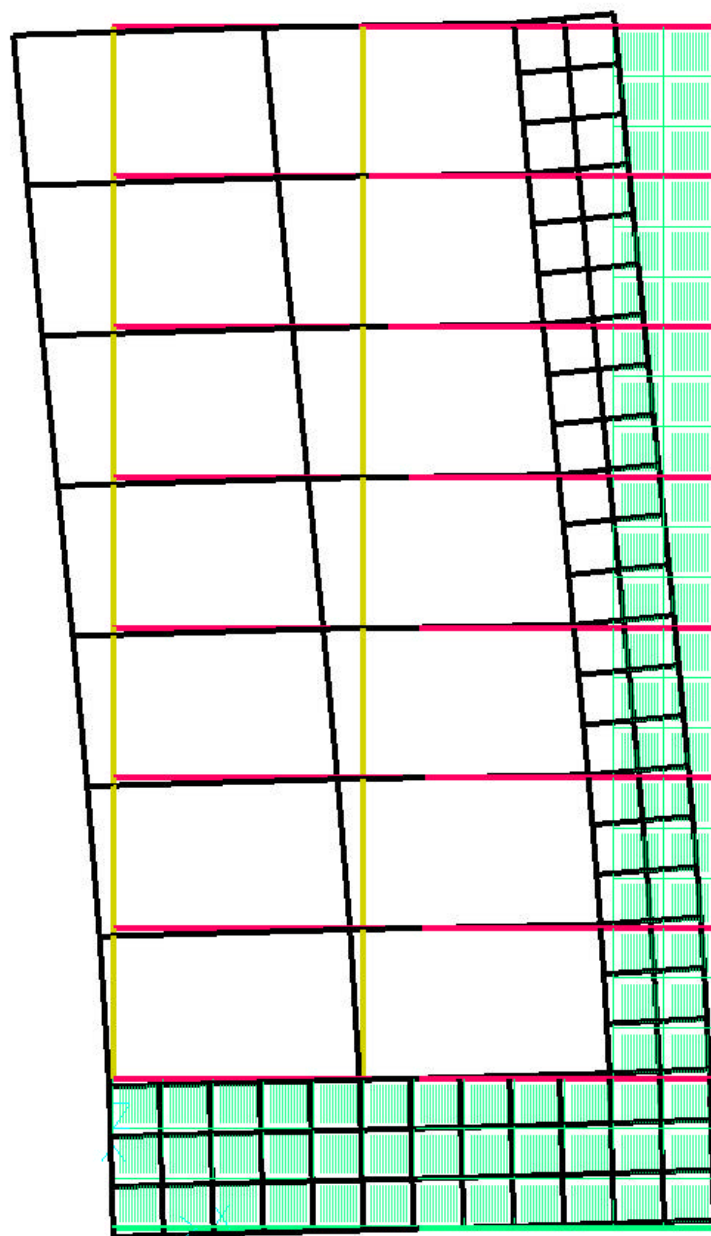
CARICHI:
3000 kg/m ad ogni piano

MATERIALE:
E = 300000 kg/cm²
nu = 0.2
G = 125000 kg/cm²

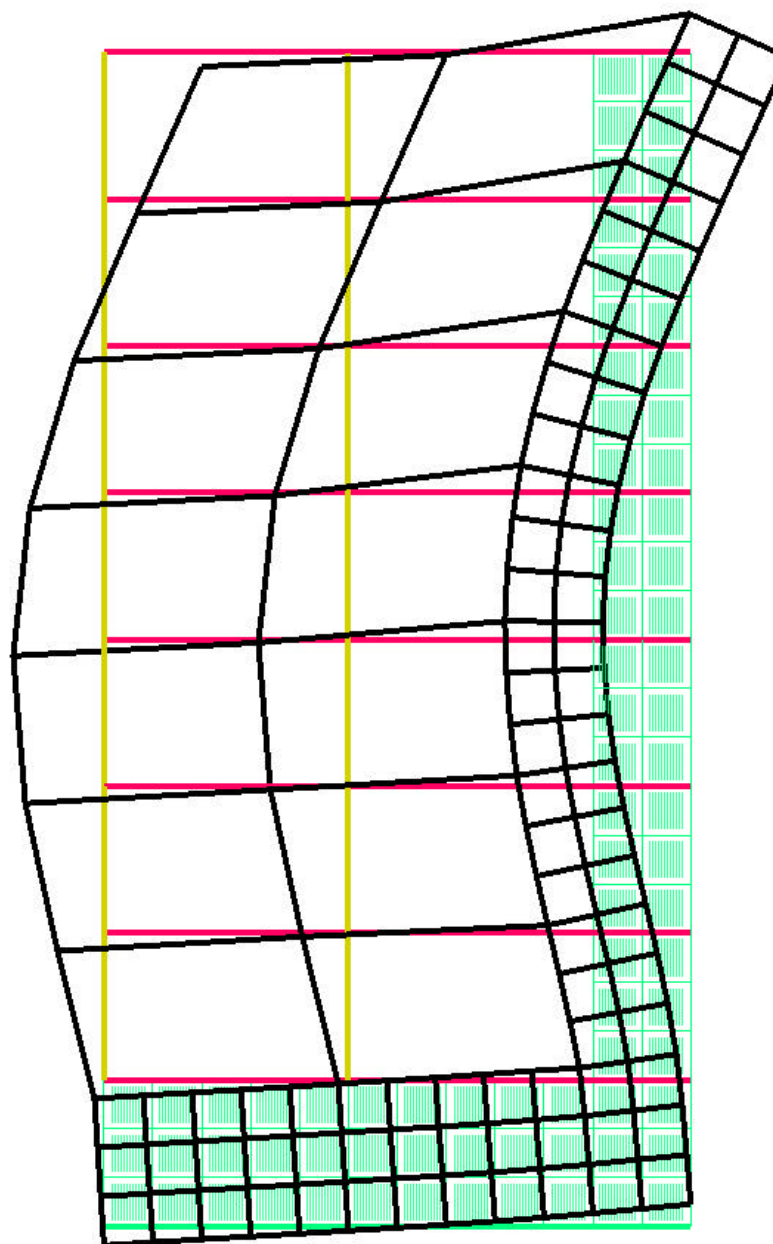


In fondazione: k winkler = 5 kg/cm³

1° MODO DI VIBRARE
 periodo = 1.0316 s
 massa attivata = 70.215 %



2° MODO DI VIBRARE
 periodo = 0.2071 s
 massa attivata = 14.796 %



La formula semplificata $T_1 = 0.075 \cdot H^{(3/4)}$ produce $T_1 = 0.8132$ s
 In effetti, sostituendo la fondazione alla winkler con nodi incastrati si ottiene $T_1 = 0.8287$ s