

R.T.P. con capogruppo
arch. REDIGONDA MASSIMO A.
viale Marconi 38
33170 - Pordenone
Tel. 0434.521175
info@redigonda.it

ing. Busetto Michele
arch. DELL'ACCIO CRISTINA
arch. MAZZA ISABELLA
arch. ZENI STEFANIA
p.i. ZILLE DAVIDE

COMUNE DI VILLORBA

PROVINCIA DI TREVISO

LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELL'EX SCUOLA "L. PASTRO"

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE ING. MICHELE Busetto

Committente: Comune di Villorba

**LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO
DELL'EDIFICIO DENOMINATO
EX SCUOLA "L. PASTRO" SITO A CARITA' DI VILLORBA**



ANALISI SISMICA DEL FABBRICATO

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per il conseguimento del miglioramento sismico del fabbricato è stata innanzitutto aggiunta una appendice - ad uso vano ascensore e servizi - in maniera tale da conseguire una simmetria nella direzione "debole" dell'edificio.

Tale ampliamento sarà realizzato in struttura muraria di laterizio pieno $S=24$ cm rinforzata mediante doppia lastra di cls armato $S=10$ cm ed "in continuità strutturale" con l'esistente; ciò allo scopo di avvicinare il più possibile in baricentro delle masse con quello delle rigidità.

Parallelamente saranno irrigiditi, sempre mediante doppia lastra di cls armato $S=10$ cm, il vano scala esistente ed il locale situato specularmente al medesimo, in maniera tale da costituire due corpi "ad elle" - all'estremità del fabbricato - ai quali affidare la gran parte dell'azione sismica orizzontale.

Verrà inserito un orizzontamento in legno, con cappa in cls armato collaborante e irrigidente - tra il primo livello e la copertura - dal momento che le altezze lo consentono, e verranno allo scopo rinforzate - con la medesima tecnica vista in precedenza - pure le due murature di spina centrali.

Si procederà nel contempo alla realizzazione di una struttura piana reticolare in acciaio - in corrispondenza del sottotetto - tale da irrigidire il piano ultimo (privo di cordatura in c.a.), collegare le murature perimetrali ai nuclei irrigidenti nonché mettere in condizioni l'edificio di trasmettere il tagliante sismico relativo al corpo di fabbrica principale ai due corpi "ad elle" di nuova individuazione, nonché alle murature di spina rinforzate.

L'intervento non andrà quindi in alcun modo ad alterare l'architettura pregevole dell'edificio, salvaguardandone così l'ornato.

Il rinforzo degli elementi in laterizio mediante doppia lastra di cls armato $S=10$ cm consentirà il confinamento dei pannelli murari e degli orizzontamenti che ricadono nei nuclei irrigidenti, spinto fino ad un grado tale da rendere questi due presidi laterali di bordo in grado di assorbire l'intera forza sismica orizzontale.

Saranno realizzati interventi di rinforzo delle fondazioni esistenti - in corrispondenza dei due nuclei irrigidenti e dei muri di spina - assieme alla costruzione di nuove membrature di fondazione del corpo aggiunto.

Gli orizzontamenti di interpiano del nuovo volume saranno in latero cemento, così come i corrispondenti solai dell'appendice speculare, da rifare per esigenze distributive; in questo ultimo manufatto verrà pure inserita la nuova scala in c.a.

L'inquadramento normativo dell'intervento si rifà al nuovo D.M. Infrastrutture Trasporti del 17.01.2018 ed in particolare al Cap.8, laddove sono disciplinati gli interventi sulle Costruzioni esistenti.

Nello studio di Fattibilità era stato contemplato, in ragione della destinazione d'uso del fabbricato, un intervento di "Miglioramento sismico" a seguito del quale l'edificio attingeva un valore $\zeta_E \geq 0,60$.

Vista però l'aggiunta del livello abitabile si è optato, infine, per un intervento di adeguamento – come suggerisce il nuovo D.M. 17/01/2018 e quindi attingere ad un valore $\zeta_E = 1.00$.

INDICE

- 1 PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO
- 1.1 PREMESSA
- 1.2 DESCRIZIONE DEL FABBRICATO
- 1.3 OBIETTIVI DELL'INTERVENTO
- 1.4 INTERVENTI PREVISTI
- 1.5 INQUADRAMENTO NORMATIVO
- 1.6 SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE
- 1.6.1 Premessa: analisi sismica dei meccanismi locali e dei meccanismi globali
- 1.6.2 Metodo semiprobabilistico agli stati limite
- 1.7 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELL'OPERA
- 1.8 CRITERI E METODI DI ANALISI, MODELLAZIONE E VERIFICA DEL FABBRICATO
- 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO
- 3 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO DI FONDAZIONE
- 3.1.1 Caratterizzazione del terreno
- 3.1.2 Classificazione sismica del terreno
- 3.1.3 Classificazione topografica del terreno
- 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
- 4.1 PREMESSA
- 4.2 MATERIALI ESISTENTI
- 4.2.1 Muratura portante esistente in mattoni pieni e malta di calce (strutture in elevazione)
- 4.2.2 Muratura portante esistente in calcestruzzo non armato (strutture piano seminterrato)
- 4.3 MATERIALI PER ELEMENTI DI NUOVA REALIZZAZIONE
- 4.3.3 Calcestruzzo per elementi di fondazione (pali, travi e muretti controterra)
- 4.3.4 Calcestruzzo per elementi in elevazione (setti, travi fuori terra) esposti alle azioni ambientali
- 4.3.5 Acciaio per armatura lenta
- 5 ANALISI DEI CARICHI
- 5.1 VITA NOMINALE CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO
- 5.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI
- 5.2.1 Peso specifico materiali da costruzione
- 5.2.2 Solai – Peso proprio + sovraccarichi permanenti portati
- 5.2.3 Nicchie finestrate e scale – Peso proprio
- 5.2.4 Spinta statica terreno
- 5.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI
- 5.3.1 Sovraccarico dovuto alla neve
- 5.3.2 Sovraccarico dovuto alle azioni del vento
- 5.3.3 Sovraccarichi accidentali
- 5.4 AZIONE SISMICA
- 5.5 MODELLAZIONE DELLE AZIONI CON IL CODICE F.E.M.
- 5.5.1 Legenda tabella dati azioni
- 5.5.2 Inserimento dei carichi nel modello di calcolo

- 6 COMBINAZIONE DELLE AZIONI DI CALCOLO
- 6.1 COMBINAZIONE DELLE AZIONI CON IL METODO DEGLI STATI LIMITE
- 6.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI IN PRESENZA DI FORZE SISMICHE
- 6.3 STATI LIMITE CONSIDERATI
- 6.4 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO CON IL CODICE F.E.M.
- 6.4.1 Legenda tabella casi di carico
- 6.5 COMBINAZIONI DEI CARICHI CONSIDERATE DAL CODICE F.E.M.
- 6.5.1 Legenda tabella combinazioni di carico
- 7 MODELLAZIONE E CALCOLO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI CON CODICE F.E.M.
- 7.1 CODICE DI LICENZA E DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ DEL SOFTWARE DI CALCOLO AUTOMATICO
- 7.2 DESCRIZIONE DEL CALCOLO CON CODICE DI CALCOLO AD ELEMENTI FINITI
- 7.2.1 Descrizione del metodo di calcolo
- 7.2.2 Sistema di riferimento globale
- 7.2.3 Modellazione della struttura e dei vincoli
- 7.2.4 Origine e caratteristiche del codice di calcolo
- 7.3 MODELLAZIONE DEI MATERIALI
- 7.3.1 Legenda tabella dati materiali
- 7.4 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI
- 7.4.1 Legenda tabella dati sezioni
- 7.5 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI
- 7.5.1 Legenda tabella dati nodi
- 7.6 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE
- 7.6.1 Legenda tabella dati travi
- 7.7 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL
- 7.7.1 Legenda tabella dati shell
- 7.8 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO
- 7.8.1 Legenda tabella dati solai
- 8 RISULTATI DELLE ANALISI
- 8.1 RISULTATI ANALISI SISMICHE
- 8.1.1 Legenda tabella analisi sismiche
- 8.2 RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL
- 8.2.1 Legenda risultati elementi tipo shell
- 8.2.2 Sintesi dei risultati delle analisi
- 9 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI
- 9.1.1 Sintesi delle verifiche sugli elementi strutturali: setti in c.a.
- 9.1.2 Sintesi delle verifiche sugli elementi strutturali: elementi in acciaio
- 9.1.3 Verifica dei pali di fondazione
- 9.1.4 Verifica degli ancoraggi tra la struttura nuova e la struttura esistente
- 10 QUANTIFICAZIONE DEI RAPPORTI CAPACITA'/DOMANDA NEGLI STATI LIMITE CONSIDERATI
- 11 VERIFICHE LOCALI

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO

1.1. Premessa

La presente relazione è parte del progetto di **adeguamento sismico** redatto per l'edificio denominato Ex Scuole "L. Pastro", sito a Carità di Villorba (TV) , secondo la O.C.D.P.C. 293 del 26.07.2015 e lo strumento attuativo rappresentato dalla D.G.R. 428 del 07.04.2016.

Il fabbricato è attualmente adibito a sede per alcuni uffici del Comune di Villorba, tra cui anche per la Polizia Municipale, nonchè per alcune associazioni socio-culturali e ricreative ed è quindi considerato in classe d'uso III; dopo l'intervento è previsto il mantenimento nella classe d'uso III, pur permettendo la modifica della destinazione d'uso entro i limiti consentiti dalla normativa vigente.

L'intervento si è reso necessario in seguito all'analisi della vulnerabilità sismica effettuata nei mesi scorsi, che ha evidenziato **un comportamento gravemente insufficiente per quanto concerne la resistenza alle azioni sismiche. Il Parametro indicatore di rischio relativo allo stato limite di danno severo (DS – SLV) ai sensi dell'O.P.C.M. 3362, in termini di rapporto tra le accelerazioni è**

$$\alpha_u = \text{PGADS/PGA10\%} = 0,05,$$

mentre il parametro indicatore di rischio relativo allo stato limite di danno lieve (DL – SLD) ai sensi dell'O.P.C.M. 3362, in termini di rapporto tra le accelerazioni è

$$\alpha_d = \text{PGADS/PGA10\%} = 0,408$$

L'intervento di adeguamento si pone l'obiettivo di raggiungere il valore minimo del rapporto tra capacità e domanda, traducibile nel rapporto tra PGA di verifica della struttura e $\text{PGA}_{10\%}$, pari al 100%.

Le analisi strutturali si sono avvalse dei risultati della precedente verifica tecnica dei livelli di sicurezza sismica svolta ai sensi della O.P.C.M 3274/2003 e s.m.i. e, per la caratterizzazione dei materiali, dei risultati della campagna di rilievo e delle indagini realizzata dallo Studio di Ingegneria La Torre, dell'Ing. Leonardo La Torre in occasione della stessa verifica; è stato altresì possibile verificare la corrispondenza dei dati ricavati dai rilievi con i disegni esecutivi originali della struttura ed appunti dei libretti delle misure, recuperati dagli originali. Tutti i documenti reperiti sono stati in grado di fornire informazioni principalmente architettoniche e geometriche (piante e prospetti) dell'edificio, oltre a qualche dettaglio costruttivo.

1.2. Descrizione del fabbricato

Il fabbricato presenta forma pressochè rettangolare allungata in direzione Est-Ovest, con le estremità leggermente allargate verso Sud; sul lato a Nord, ad Est, si trova un ingrossamento del corpo principale presente a tutti i piani, ove trovano sempre sede i servizi igienici. Si riportano di seguito le piante dei vari piani rilevati e controllati, per una migliore comprensione (immagini da 2.1 a 2.4).

Le dimensioni massime in pianta sono di circa 36,00 x 10,70 metri, con gli allargamenti alle estremità pari a 40 cm per una lunghezza di 3,70 metri; il corpo a Nord ha dimensioni pari a 4,40 x 8,90 metri circa, ed è a forma rettangolare. L'altezza di gronda è circa pari a 10 metri; il piano terra è rialzato rispetto al livello del terreno e del piazzale antistante (assunto come quota "0", o piano campagna) di circa 1 metro, e la quota del pavimento del piano seminterrato è di circa 1,50 metri inferiore al piano campagna.

Le piante sono regolari in altezza, e le strutture portanti verticali hanno tutte continuità dalla fondazione fino al piano del sottotetto. Unica irregolarità è rappresentata da due piccole edicole, situate ad Est e ad Ovest, e rappresentanti gli ingressi per il piano terreno ed interrato (ad Est) e per il piano primo (ad Ovest).

Le strutture portanti verticali dei piani in elevazione sono costituite da muratura portante a due teste (26 cm) con buona tessitura costituita da laterizio e da malta di calce e sabbia con scarsa capacità legante, assai povera e disgregabile per cui risultano praticamente nulle le resistenze a trazione da essa offerte. Le strutture verticali del piano seminterrato invece sono costituite da calcestruzzo (non armato e di scarse caratteristiche meccaniche, come rilevato dalle indagini effettuate), con spessori variabili tra 30 e 35 centimetri.

Le fondazioni sono realizzate con allargamenti in cls dei setti murari seminterrati aventi spessore di 40 cm e larghezza variabile, da 50 a 70 cm in base alla tipologia dei setti sovrastanti ed ai loro carichi.

I solai del piano terra e del primo piano sono costituiti da travetti in c.a. ed elementi di alleggerimento in laterizio forato (tipo UNIC, come da libretto misure originale); quello di copertura è costituito da capriate lignee, orditure secondarie sempre in legno, tavelle in cotto e coppi.

Inferiormente alla quota d'imposta delle strutture lignee di copertura è presente il controsoffitto del piano primo, realizzato con cannucciato, malta ed intonaco inferiore, sorretto da travetti in cemento armato con sezione rettangolare posizionati ad interasse di circa 1,5 metri e travature minute in legno appese ai precedenti.

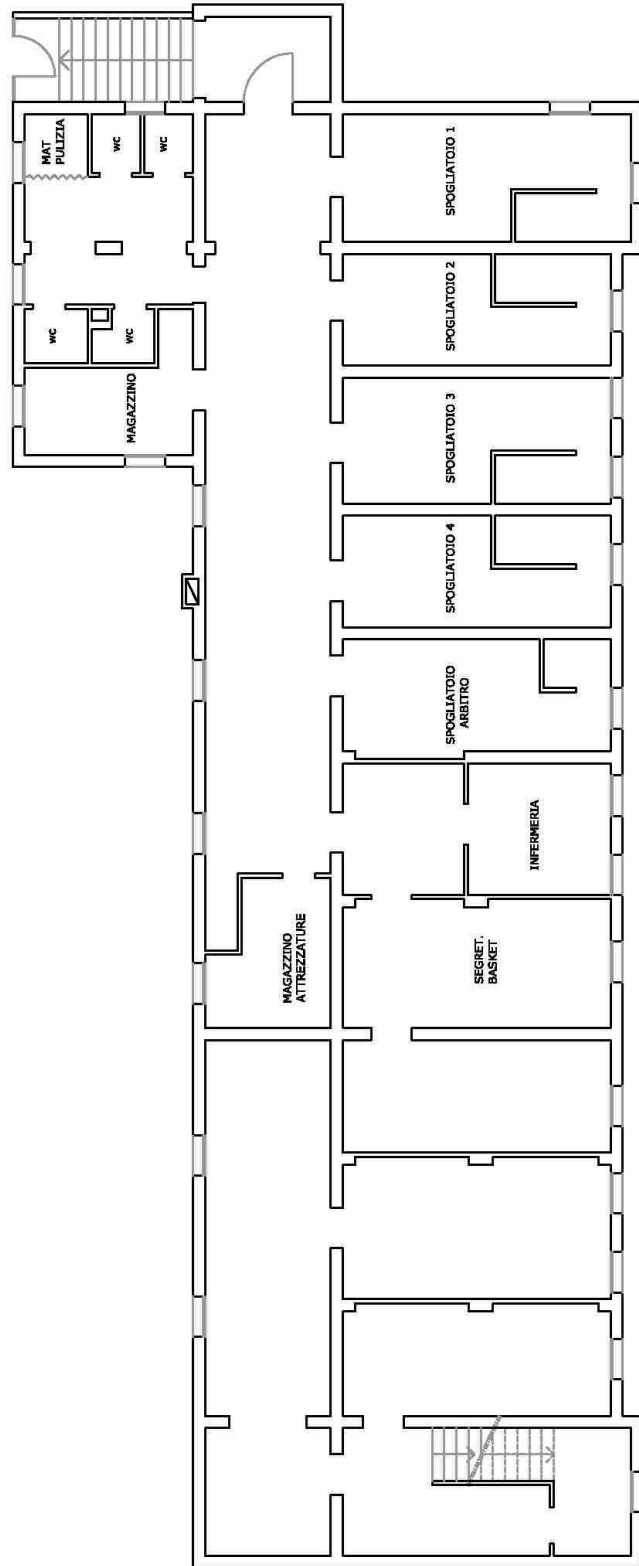


Immagine 1.1 Pianta piano seminterrato

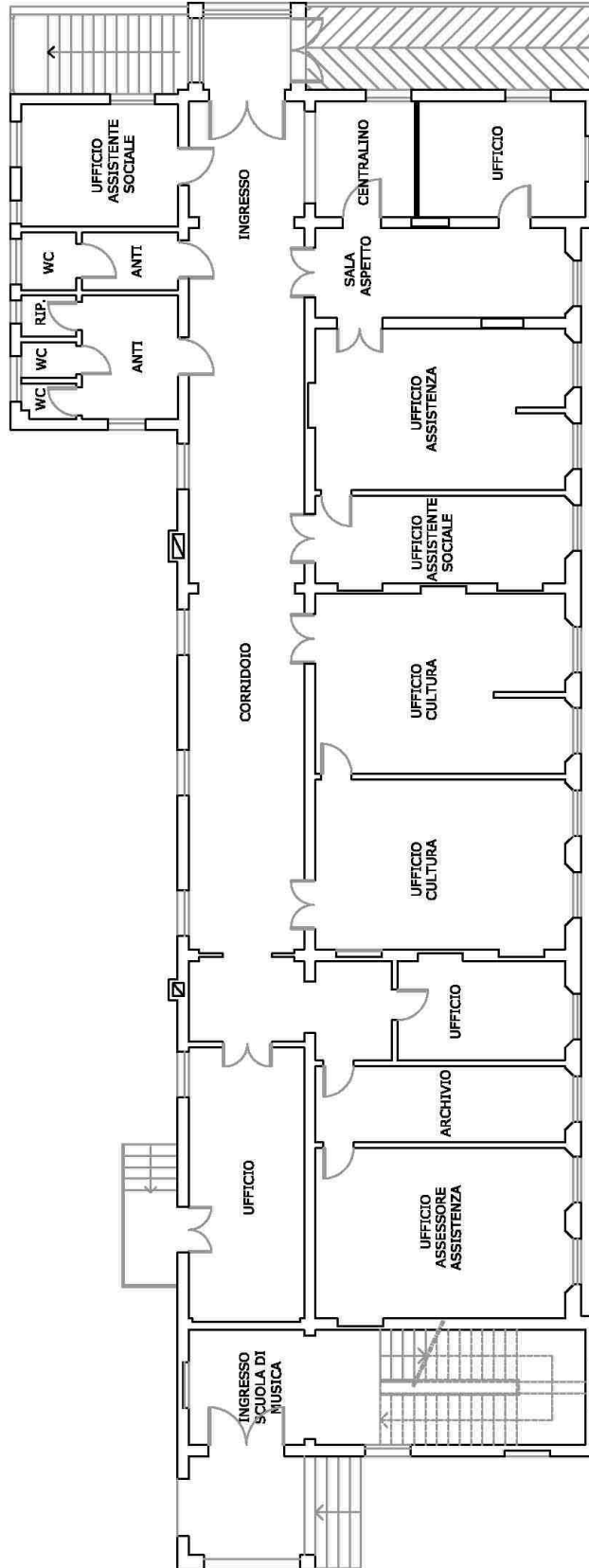


Immagine 1.2 Pianta piano terra

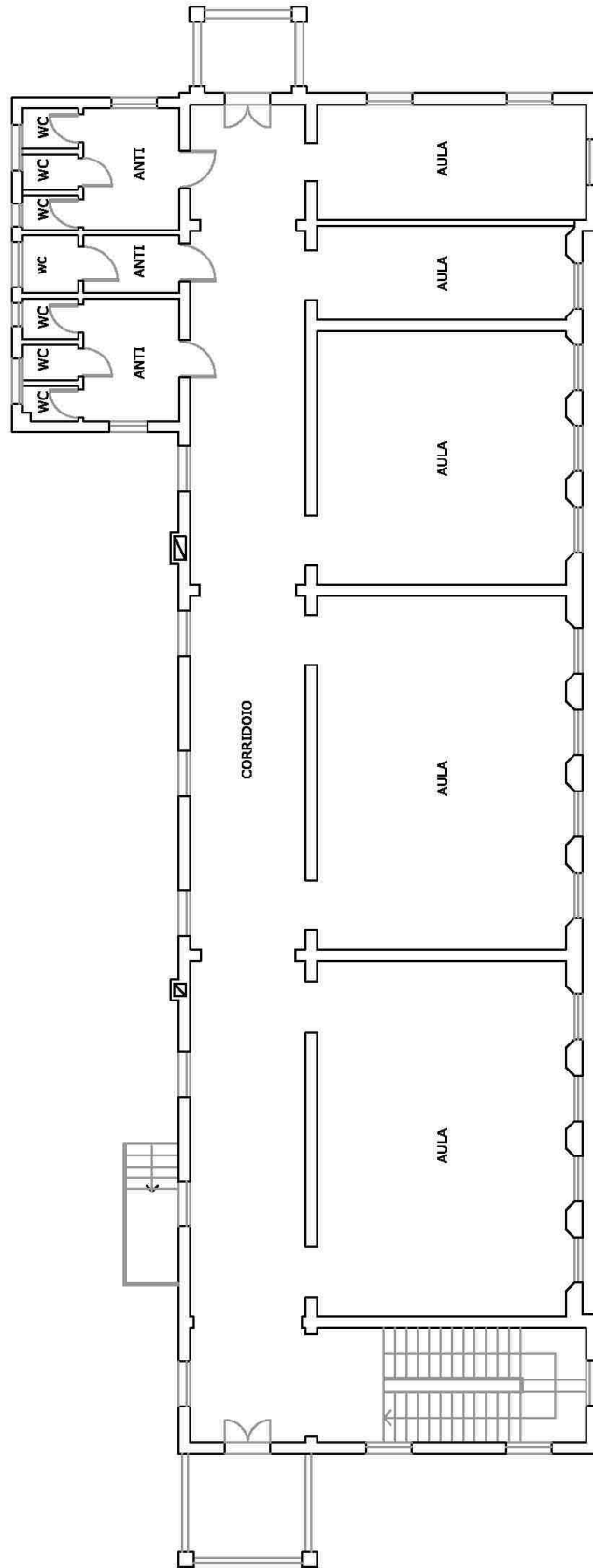


Immagine 1.3 Pianta piano primo

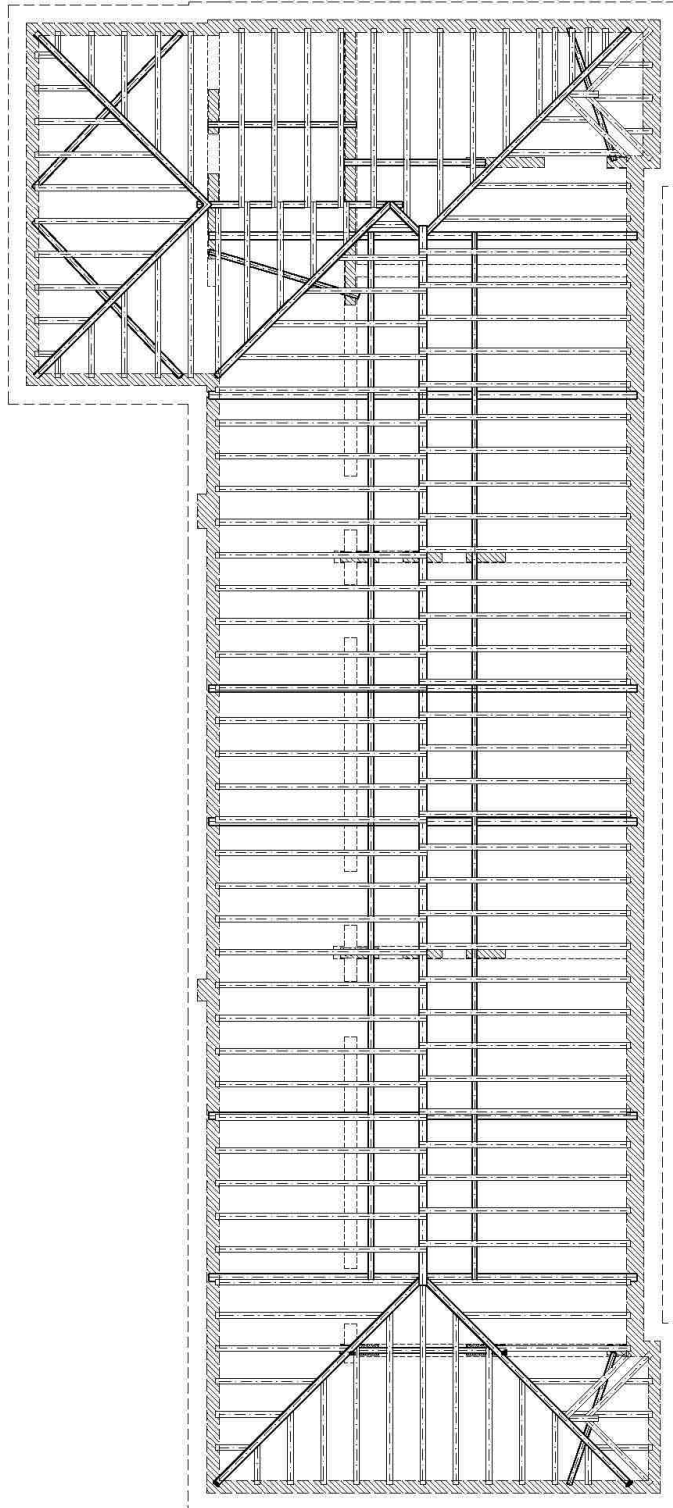


Immagine 1.4 Pianta copertura

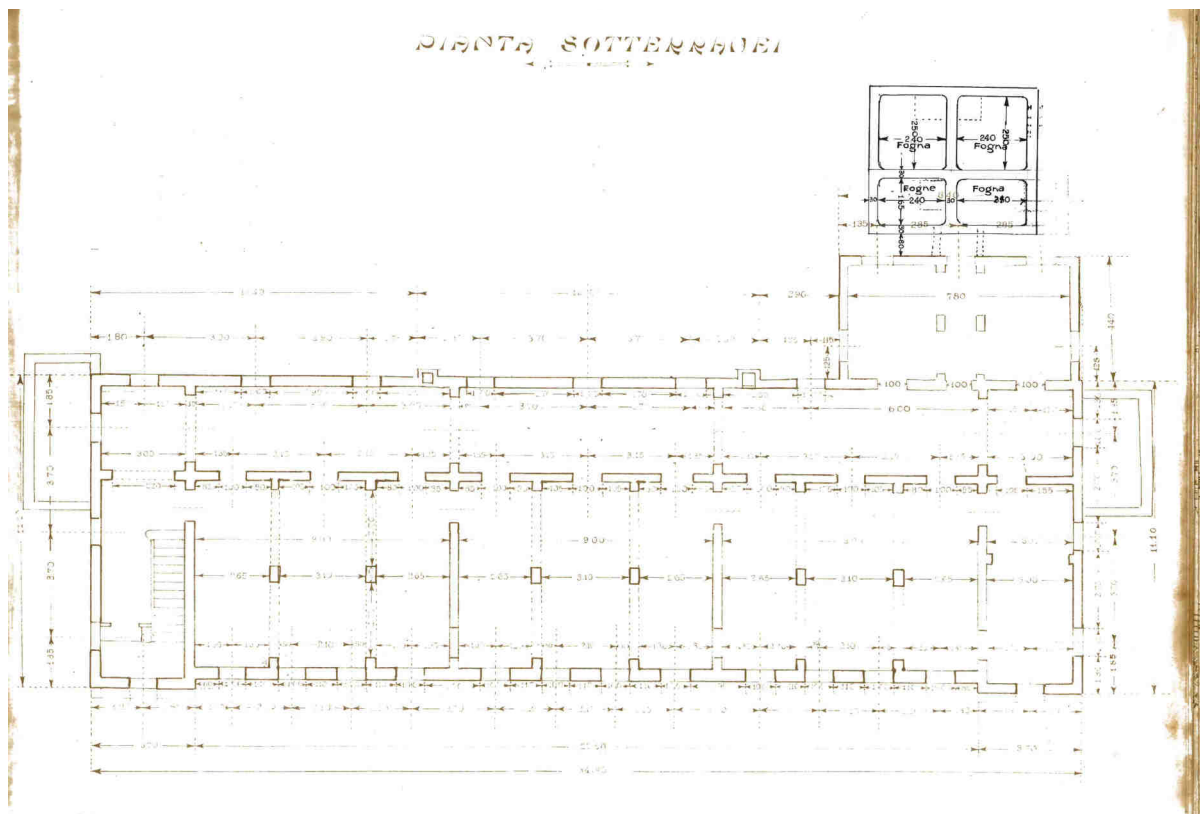
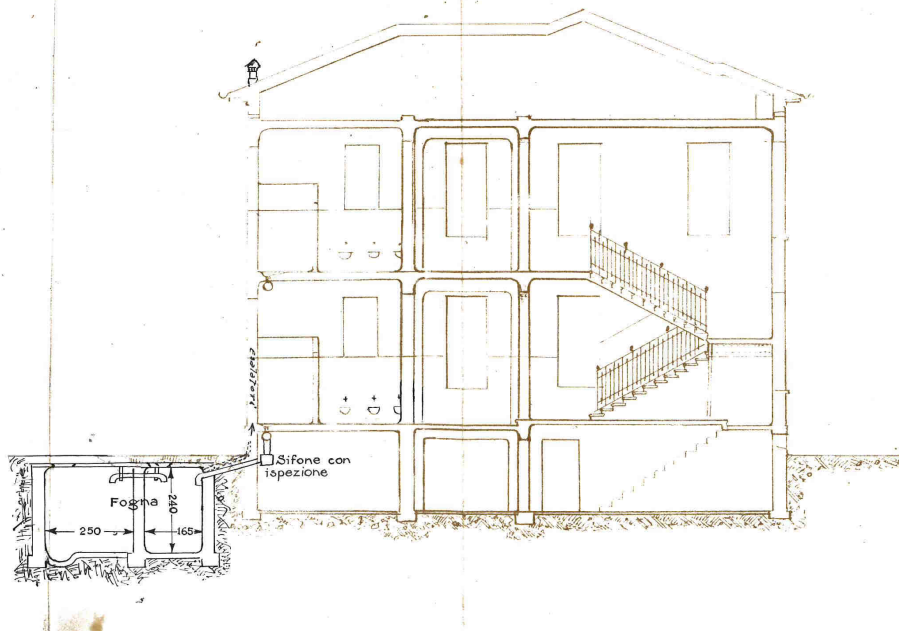


Immagine 1.5 Piante dei sotterranei e del tetto originarie

SEZIONE TRASVERSALE

SULL'ASSE DELLA SCALIA



SEZIONE TRASVERSALE

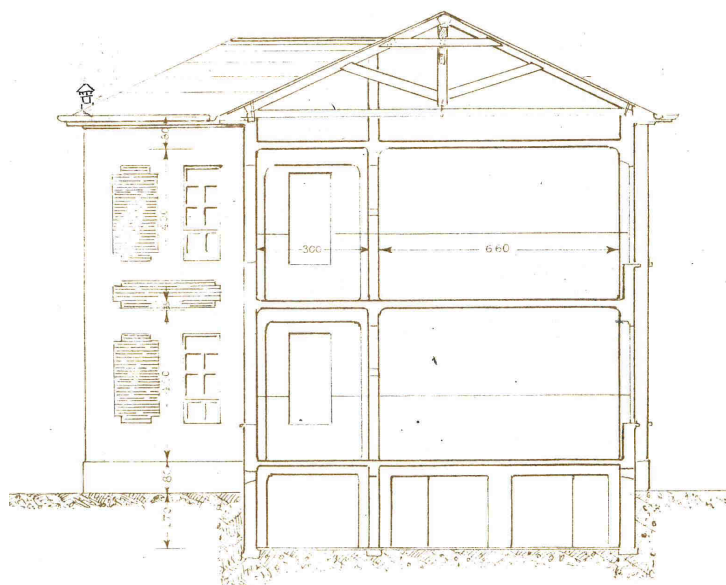


Immagine 1.6 Sezioni trasversali originarie

SEZIONE LONGITUDINALE

SECCASSE DELLE AULE

SECCASSE DEL CORRIDOIO

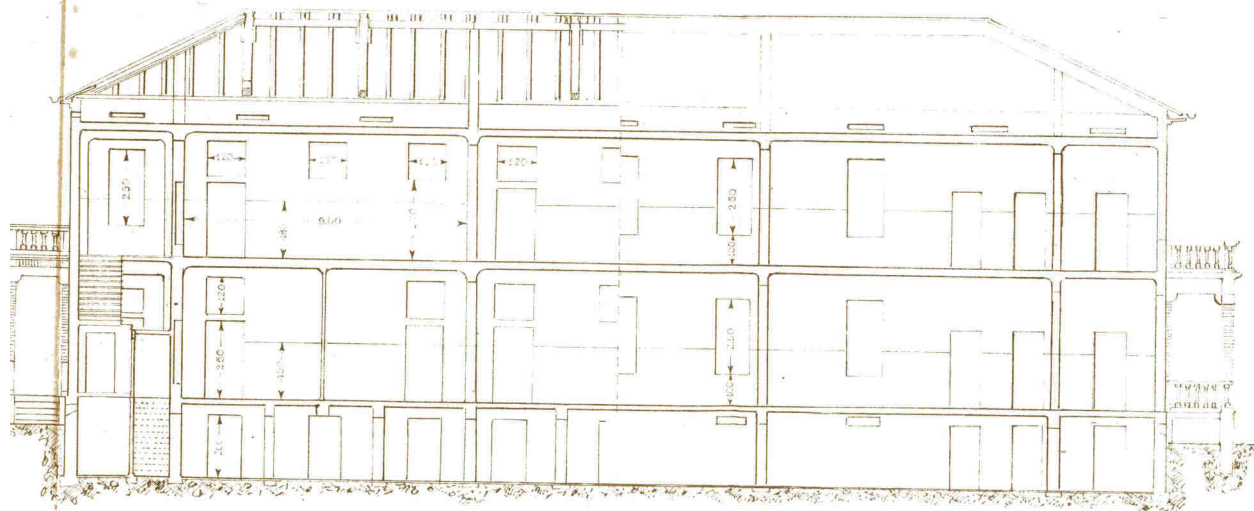
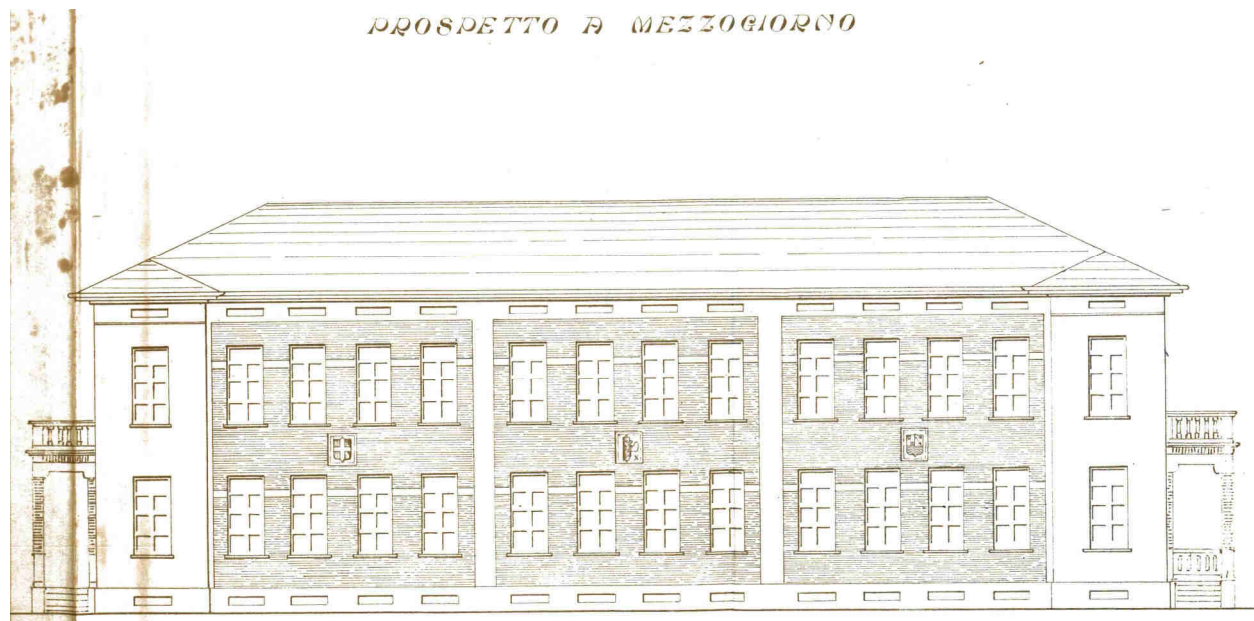


Immagine 1.7 Sezione longitudinale originaria

PROSPETTO DI MEZZOGIORNO



PROSPETTO A PONENTE

PROSPETTO A LEVANTE



PROSPETTO A TRAMONTANA

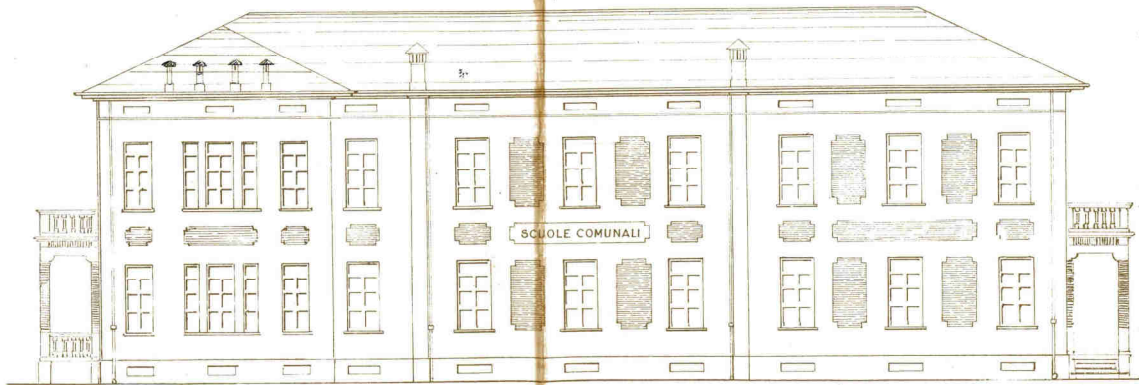


Immagine 1.8 Prospetti originari

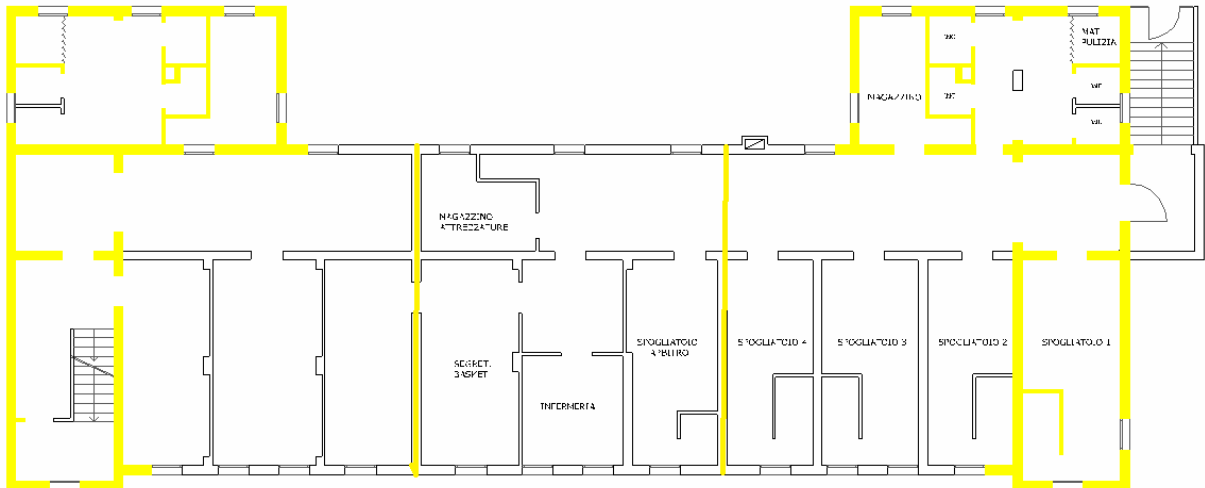
1.3. Obiettivi dell'intervento

Il progetto prevede di intervenire sul fabbricato principalmente dall'esterno, mediante la realizzazione di strutture sismoresistenti in muratura rinforzata ai due lati estremi; le ulteriori opere che incideranno sulla struttura esistente saranno quelle necessarie a garantire la connessione tra l'edificio e le strutture nuove, che verranno realizzate anche con lo scopo di garantire l'adesione tra i due sistemi ed il conseguente controllo degli spostamenti; preliminarmente alle nuove strutture, verranno poste in opera le strutture necessarie a garantire la rigidità del piano sottotetto. **Il progetto di adeguamento sismico del fabbricato in esame si prefigge di raggiungere un valore di sicurezza pari al 100% di quella prevista allo SLV dalle NTC 2018, come esplicitamente richiesto al paragrafo 8.4.3**

1.4. Interventi previsti

Si prevedono i seguenti interventi:

- Intervento previsto: costruzione nuovi setti (a sinistra) e rinforzo murature a destra (in giallo)
- Realizzazione di nuovi setti in muratura $s=26$ cm rinforzata con paretine in cls di spessore 10 cm su entrambi i lati, comprese le due pareti centrali trasversali che avranno un rinforzo in cls di spessore 10 cm da entrambi i lati, in modo da rendere l'edificio perfettamente simmetrico e da avvicinare la posizione del centro di taglio della struttura esistente al baricentro, questo a tutti i piani; i nuovi setti saranno uniti da travi in c.a., poste a livello dei solai, che circondaeranno la struttura. Le travi avranno larghezza 25 cm ed altezza rispettivamente 25 cm per il piano terra, 100 cm per il P1 e 50 cm per il piano sottotetto; le travi saranno connesse alla struttura esistente mediante inghisaggi chimici a base di resine bicomponenti, uniformemente distribuiti lungo il perimetro e realizzati previo lievo locale dell'intonaco esistente, per garantire l'ottimale trasferimento delle forze sismiche.
- Realizzazione di un nuovo solaio intermedio a quota 7.54 m , solaio "Compound" in legno Lamellare e soletta in clc. spes. 5 cm, travetti in legno sezione 14x36 con inserito traliccio tipo "Bausta" interasse travetti 64 cm, perlinato in abete più pannello isolante.
- Posa in opera di elementi atti ad irrigidire il piano sottotetto e a trasferire la massa della copertura a livello dello stesso:
 - Cordolatura interna posata a livello del piano d'appoggio delle capriate e dei falsi puntoni della copertura, realizzata con un profilo in acciaio tipo UPN 180, connesso alla struttura esistente mediante l'utilizzo di inghisaggi chimici a base di resine bicomponenti, ancoraggio mediante piastre delle capriate e dei puntoni al profilo UPN; per impedirne l'effetto spingente e la fuoriuscita dalla sede di appoggio.



1.5. Inquadramento normativo

Le analisi strutturali sono state realizzate ai sensi delle N.T.C. 2018 (D.M. 17.01.2018) e la circolare esplicativa 617 02.02.2009.

Le analisi effettuate seguono i principi che regolano la progettazione delle opere strutturali, enunciati nelle Norme Tecniche per le Costruzioni”, D.M. del 17.01.2018 che si basano sulla definizione dei concetti di **Stato limite**, **Vita nominale**, **Classe d’uso**, **Periodo di riferimento** delle azioni.

Si riportano di seguito alcune considerazioni comprendenti stralci del capitolo 2 della suddetta norma e della Circolare attuativa C.S.LL.PP. n° 617 02.02.2009, in cui si chiariscono i principi adottati ed il significato dei parametri considerati.

1.6. Sicurezza e prestazioni attese

1.6.1. Premessa: analisi sismica dei meccanismi locali e dei meccanismi globali

Il D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 e la relativa Circolare 2 febbraio 2009 n. 617, al Punto C8.7.1.1 riguardante gli edifici esistenti, indicano che la valutazione della sicurezza sismica degli edifici in muratura va eseguita, oltre che con riferimento al comportamento sismico globale, anche con riferimento all’analisi dei meccanismi locali di collasso. *“Quando la costruzione non manifesta un chiaro comportamento d’insieme, ma piuttosto tende a reagire al sisma come un insieme di sottosistemi (meccanismi locali), la verifica su un modello globale non ha rispondenza rispetto al suo effettivo comportamento sismico... In tali casi la verifica globale può essere effettuata attraverso un insieme esaustivo di verifiche locali.”* La sicurezza della costruzione deve essere quindi valutata nei confronti di entrambi i tipi di meccanismo.

Le verifiche di vulnerabilità sismica realizzate precedentemente hanno posto l'attenzione anche sulle carenze del fabbricato nei riguardi dei meccanismi locali, in particolare sui meccanismi di ribaltamento, data l'assenza di cordoli armati a livello dei solai e della mancanza di un impalcato con rigidità adeguata a livello del sottotetto. Gli interventi previsti dal progetto di adeguamento, risolvendo anche questi aspetti, pongono le basi per un comportamento di tipo globale del fabbricato.

1.6.2. Metodo semiprobabilistico agli stati limite

Le Norme Tecniche per le Costruzioni prescrivono che [...le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme...].

Per il raggiungimento delle prestazioni previste in fase progettuale la norma impone l'utilizzo del metodo semiprobabilistico agli stati limite.

[...Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. In genere, i frattili sono assunti pari al 5%...], che equivale a dire che, ammesso un certo grado di incertezza, per ogni azione considerata, esiste una probabilità del 5% che il suo valore venga superato nel corso della vita del fabbricato, mentre per ogni resistenza di progetto esiste la medesima probabilità che essa risulti minore di quella considerata. A tal proposito si precisa che, in ogni caso, le combinazioni delle azioni agenti utilizzate per il calcolo della struttura tengono conto di opportuni coefficienti atti ad aumentare il grado di sicurezza.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. **Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.**

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- **sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)**: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera...], ad esempio un sisma di grande intensità;
- **sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)**: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio, ad esempio un terremoto di medie proporzioni.
- **robustezza nei confronti di azioni eccezionali**: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescati quali incendio, esplosioni, urti.

[...Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile...].

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza è espressa dalla seguente equazione:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni.

All'interno dell'equazione sopra enunciata sono presenti i coefficienti parziali di sicurezza, γ_{mi} e γ_{fi} , associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima che tengono in conto della variabilità delle rispettive grandezze e i coefficienti di combinazione ψ_{0i} che forniscono i valori di combinazione dei carichi variabili secondari; il significato di questi simboli sarà illustrato in seguito.

La verifica nei confronti degli stati limite di esercizio è espressa da equazioni analoghe alla precedente, dove sono assenti i coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali e dove si trovano valori differenti e minori dei coefficienti di combinazione dei carichi, denominati ψ_{1i} e ψ_{2i} , il cui significato verrà espresso in seguito. Il controllo si effettua infatti sulle effettive condizioni di carico della struttura (di esercizio, appunto) e in particolare sulle tensioni agenti sugli elementi, sulla loro deformazione, sugli stati fessurativi.

Inoltre particolare attenzione è dedicata dalla norma alla durabilità dell'opera in seno alle condizioni ambientali che la investono.

1.7. Criteri di classificazione dell'opera

Al fine di procedere correttamente con il calcolo e la verifica delle strutture del fabbricato l'utilizzo del metodo sopra illustrato impone, quindi, l'adozione di misure che permettono di valutare la resistenza dei materiali e l'entità delle azioni. Queste ultime, laddove dipendano dall'ambiente, si possono quantificare su base probabilistica in relazione alla vita attesa del fabbricato, alla sua importanza strategica, al suo utilizzo. I parametri che inquadrano l'edificio in seno all'esposizione alle azioni ambientali sono definiti dalla norma con l'obiettivo di consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto. Per edifici di nuova realizzazione sono scelti dal progettista di concerto con la committenza; nel caso di edifici esistenti e rilevanti, sono imposti dalla normativa di riferimento, cioè con l'obiettivo di tradurli in risultati, all'interno dell'impianto normativo previsto dalle norme tecniche per le costruzioni, DM 17.01.2018.

Si definiscono quindi:

- [...La **vita nominale** di un'opera strutturale **V_N** è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1...]

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

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

[...La Vita nominale (V_N) di una costruzione, così come definita al § 2.4.1 delle NTC, è la durata alla quale deve farsi espresso riferimento in sede progettuale, con riferimento alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionare le strutture ed i particolari costruttivi, nella scelta dei materiali e delle eventuali applicazioni e delle misure protettive per garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità...]. La definizione della Vita nominale interviene, ad esempio, nella scelta della classe di esposizione del calcestruzzo e nella definizione del copriferro minimo da utilizzare nelle strutture in c.a..

[...Nelle previsioni progettuali dunque, se le condizioni ambientali e d'uso sono rimaste nei limiti previsti, non prima della fine di detto periodo saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria per ripristinare le capacità di durata della costruzione.

L'effettiva durata della costruzione non è valutabile in sede progettuale, venendo a dipendere da eventi futuri fuori dal controllo del progettista. Di fatto, la grande maggioranza delle costruzioni ha avuto ed ha, anche attraverso successivi interventi di ripristino manutentivo, una durata effettiva molto maggiore della vita nominale quantificata nelle NTC...];

- La **classe d'uso** di un edificio influisce sulle sole azioni sismiche di progetto ed è definita in base alla destinazione del fabbricato, come illustrato nell'elenco che segue:

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- 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.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il valore del coefficiente d'uso **CU** è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_{11}

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_{11}	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_{\tau} \leq 35$ anni si pone comunque $V_{\tau} = 35$ anni.

- **Periodo di riferimento dell'azione sismica:** il D. M. 17.01.2018 prevede che [...le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento **VR** che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale **VN** per il coefficiente d'uso **CU** : $VR = VN \times CU$ (2.4.1)...]. Il concetto di periodo di riferimento è legato al periodo di ritorno dell'evento considerato. In particolare, per ogni periodo di riferimento si definisce la **Probabilità di superamento (PVR)** dell'evento sismico, che corrisponde, nello Stato limite ultimo di collasso della struttura, al 5% e, negli Stati limite di esercizio, può arrivare fino all'81%. Questo significa che il calcolo deve garantire che la struttura, pur danneggiandosi gravemente, sia resistente al crollo nel caso di eventi catastrofici e, nello stesso momento, garantire il contenimento dei danni economici nel caso di eventi più leggeri ma più frequenti.

La vita nominale scelta per il caso in esame, è riportata nella tabella sottostante, dove è stata evidenziata la scelta operata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	< 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

L'apparato strutturale del presente progetto è stato collocato nella classe d'uso III, che considera costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi (D.M. del 17.01.2018 § 2.4.2.)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono state valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava dalla seguente formula:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente C_U è definito dalla classe d'uso.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C _U	0,7	1,0	1,5	2,0

Ne risulta pertanto un periodo di riferimento per le azioni sismiche pari a 75 anni (vedasi tabella seguente)

Periodo di riferimento			
Classe d'uso	Vita V _n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V _r [anni]
IV	50	1.5	75

1.8. Criteri e metodi di analisi, modellazione e verifica del fabbricato

Le analisi di calcolo sono state eseguite con i correnti metodi della Scienza e Tecnica delle Costruzioni, mentre le verifiche sono state effettuate con il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Le verifiche di tutte le strutture e le relazioni che seguiranno fanno riferimento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. del 17.01.2018 con il relativo capitolo 7 per la progettazione in zona sismica, nonché il capitolo 8 che tratta gli edifici esistenti e sono effettuate con il **metodo semiprobabilistico agli stati limite**.

L'analisi e la verifica della struttura sono state svolte con il codice F.E.M. **Pro_Sap 2S.I.**, discretizzando la struttura con un modello che ne rappresenti per quanto più possibile i reali schemi statici nelle tre dimensioni. Il programma, partendo dalla modellazione di strutture iperstatiche e dalla definizione dei carichi agenti, esegue analisi statiche e/o modali e riporta le verifiche col metodo agli stati limite per i singoli elementi componenti la struttura stessa.

L'analisi è stata svolta con il seguente approccio; partendo dai risultati dell'analisi di vulnerabilità sismica svolta nei mesi scorsi e dai tipi di intervento scelti per migliorare la resistenza sismica del fabbricato, si è scelto di:

- Realizzare un modello di calcolo:
 - Il modello contiene tutti gli elementi strutturali, vincolati in modo che le forze orizzontali vengano assorbite principalmente dagli elementi resistenti di nuova realizzazione;
- Modellare la struttura completa della geometria della copertura, in modo da ottenere un modello il più possibile completo; l'impalcato del sottotetto è stato rimosso perché è stato inserito un nuovo impalcato ad una altezza intermedia;
- Modellare i maschi murari esistenti come mensole con elementi beam, opportunamente vincolati, cioè:
 - in grado di resistere alle sollecitazioni assiali e alle forze orizzontali agenti nel proprio piano nel modello dell'edificio esistente non rinforzato;
 - in grado di resistere alle sollecitazioni assiali e alle forze orizzontali agenti nel proprio piano e ortogonalmente al proprio piano nel caso del modello che considera i nuovi elementi e la parte di struttura esistente rinforzata;

nel nuovo modello, questo approccio consente di assegnare tutte le forze orizzontali agli elementi nuovi, lasciando alla struttura esistente il compito di resistere alle sole forze verticali; la verifica della struttura esistente avviene verificandone la compatibilità agli spostamenti;

- Modellare i solai con membrane infinitamente rigide; modellare l'unione delle nuove travi ai setti con nodi di incastro; modellare la connessione tra nuove e vecchie strutture con membrane infinitamente rigide; modellare tutti gli elementi strutturali esistenti con materiali con rigidità assiale e tagliante dimezzata, in modo da simulare un comportamento in condizioni fessurate;
- Realizzare analisi sismiche con spettro di risposta; verificare la posizione del centro di taglio ed eseguire verifiche di resistenza sui nuovi elementi; in secondo luogo valutare gli spostamenti della struttura ed in particolare il drift di piano, per assicurarsi che i maschi murari esistenti siano compatibili con gli spostamenti.

In fase di progettazione strutturale definitiva ed esecutiva, le ipotesi assunte in questa fase, andranno opportunamente verificate con indagini e modellazioni aggiuntive; in particolare, si dovrà prestare la massima attenzione a:

- **Indagare ulteriormente lo stato e la geometria delle fondazioni esistenti, per valutare la possibilità di ancorare le nuove strutture;**
- **Caratterizzare correttamente il terreno e l'interazione di questo con la struttura, per valutare correttamente i modi di vibrare;**
- **Caratterizzare opportunamente il valore di resistenza degli ancoraggi tra la struttura nuova e l'esistente;**

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto strutturale è stato condotto in ragione delle seguenti norme, regolamenti, linee guida, testi:

1. **D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni"**.
2. **Circolare C.S.LL.PP. 2 Gennaio 2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni"**.
3. **D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>"**.
4. **D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"**.
5. **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.**
6. **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 21 ottobre 2003 "Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2,3 e 4, dell'O.P.C.M 3274/2003 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"**.
7. **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3362 dell'8 luglio 2003 "Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'art. 32-bis del decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003, n. 326". (GU n. 165 del 16-7-2004).**
8. **O.C.D.P.C. 52 del 20.02.2013 (G.U. 50 del 28.02.2013) "Attuazione dell'art. 11 del D.L. 28.04.2009 n° 39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24.06.09 n°77"**.
9. **O.C.D.P.C. 293 del 26 ottobre 2015 (G.U. n. 257 del 04 novembre 2015) "Attuazione dell'art. 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24.06.2009, n. 77.**
10. **D.G.R. del 07.04.2016 "Attuazione dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24.06.09, n.77. O.C.D.P.C. 293 del 26 ottobre 2015 (G.U. n. 257 del 04 novembre 2015). (L. 77/09, art. 11). Annualità statale 2014."**

3. CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

3.1.1. Caratterizzazione del terreno

I dati relativi alla stratigrafia del terreno di fondazione sono dedotti dalla relazione redatta nel 2018 dalla, ADASTRA ENGINEERING srl. responsabile il geologo Dr. Giovanni Rigatto, per i lavori di adeguamento della Scuola in questione. Il sottosuolo presenta la seguente composizione:

- Fino alla profondità di circa 3.3 m: ghiaia sabbiosa limosa, in alcune parti rimaneggiato;
- Da 3.3 m ad almeno 15 m: terreno compatto formato da un compatto materasso alluvionale con sabbia e ghiaia con ciottoli, con angolo di attrito $\Phi = 30,50^\circ$ circa, valori di N_{SPT} omogenei e varianti tra 20 e 75, massa pari a circa 2000 kg/m^3 .
- Falda a -4.4 m di profondità.
- V_{s30} pari a 445 m/s.
- Non esistono problemi di liquefazione.

3.1.2. Classificazione sismica del terreno

I terreni possono essere inseriti all'interno della **classe B**. A questa classe appartengono le *“Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s “.*

3.1.3. Classificazione topografica del terreno

La categoria topografica di riferimento è la T1, che non richiede un coefficiente di amplificazione del sisma ($S_T=1.0$).

- Si sottolinea che i vincoli alla traslazione sono stati modellati rigidi in entrambe le direzioni.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1. Premessa

La caratterizzazione dei materiali esistenti si è avvalsa dei risultati della campagna di rilievo e delle indagini realizzata dallo Studio di Ingegneria La Torre, dell'Ing. Leonardo La Torre in occasione della verifica della vulnerabilità del fabbricato, eseguite nei mesi scorsi. Le indagini hanno consentito di raggiungere un livello di conoscenza **LC2**, e di conseguenza un fattore di confidenza **FC = 1.20**.

4.2. Materiali esistenti

4.2.1. Muratura portante esistente in mattoni pieni e malta di calce (strutture in elevazione)

Dati ricavati dai risultati delle indagini e dalla tabella C8A.2.1 della circolare 02.02.2009 n. 617/CS.LL.PP.

Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Resistenza media a compressione	..... f_m	= 15.6 daN/cm ²
Resistenza media a taglio	..... τ_0	= 1.5 daN/cm ²
Valore medio del modulo elastico normale	..... E	56700 daN/cm ²
Valore medio del modulo elastico normale ridotto	..... E_r	28350 daN/cm ²
Valore medio del modulo elastico tang.	..... G	7500 daN/cm ²
Valore medio del modulo elastico tang. ridotto	..... G_r	3750 daN/cm ²
Peso specifico	..... W	2000 daN/m ³
Fattore di confidenza	..... FC	1.2

4.2.2. Muratura portante esistente in calcestruzzo non armato (strutture piano seminterrato)

Dati ricavati dai risultati delle indagini e dalle NTC 2008 (assimilata a muratura non reagente a trazione)

Resistenza media a compressione	..... f_m	= 100 daN/cm ²
Resistenza media a taglio	..... τ_0	= 3.3 daN/cm ²
Valore medio del modulo elastico normale	..... E	200000 daN/cm ²
Valore medio del modulo elastico tang.	..... G	83000 daN/cm ²
Peso specifico	..... W	2400 daN/m ³
Fattore di confidenza	..... FC	1.2

4.3. Materiali per elementi di nuova realizzazione

4.3.1. Calcestruzzo per elementi di fondazione (travi e muretti controterra)

Classificazione secondo norma UNI-EN 206-1:

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 25/30
Dimensione massima dell'inerte	32 mm
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	$R_{ck} \geq 30$ MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	$f_{ck} \geq 25$ Mpa
Classe di esposizione (UNI 11104)	XC2
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c = 14.16$ MPa
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 (0.30 f_{ck}^{2/3}) = 1.79$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1.02$ MPa
Modulo elastico $E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$E_c = 31476$ Mpa
Modulo elastico di calcolo (fessurato) $E_{cc} = 0.6 \times E_c$	$E_c = 15738$ MPa
Modulo di Poisson:	$\nu = 0.12$
Modulo di Poisson di calcolo (fessurato):	$\nu = 0$
Classe di consistenza del calcestruzzo:	FLUIDA S4 in cantiere
Copriferro:	minimo 5 cm

Nei calcoli si sono adottati moduli di elasticità (Young) ridotti al 60% e moduli di Poisson nulli (strutture fessurate) per tutti gli elementi e tutte le combinazioni.

4.3.2. Calcestruzzo per elementi in elevazione (setti, travi fuori terra) esposti alle azioni ambientali

Classificazione secondo norma UNI-EN 206-1:

Classe di resistenza del calcestruzzo	C 32/40
Dimensione massima dell'inerte	32 mm (inerti non gelivi F2 o MS25 UNI 8520-2)
Resistenza cubica caratteristica a 28 gg	$R_{ck} \geq 40$ MPa
Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg	$f_{ck} \geq 32$ Mpa
Classe di esposizione (UNI 11104)	XC4+XF1
Resistenza di calcolo allo S.L.U.	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c = 18.13$ MPa
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 (0.30 f_{ck}^{2/3}) = 2.11$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1.41$ MPa
Modulo elastico $E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$E_c = 33600$ Mpa
Modulo elastico di calcolo (fessurato) $E_{cc} = 0.5 \times E_c$	$E_c = 16800$ MPa

Modulo di Poisson:	$\nu = 0.12$
Modulo di Poisson di calcolo (fessurato):	$\nu = 0$
Classe di consistenza del calcestruzzo:	FLUIDA S4 in cantiere
Acciaio:	B450C (ad aderenza migliorata)
Copriferro:	minimo 4 cm

Nei calcoli si sono adottati moduli di elasticità (Young) ridotti al 60% e moduli di Poisson nulli (strutture fessurate) per tutti gli elementi e tutte le combinazioni.

4.3.3. Acciaio per armatura lenta

qualità	.....B450C
tensione caratteristica a rottura	..... f_{tk} ≥ 540 MPa
tensione caratteristica di snervamento	..... f_{yk} ≥ 450 MPa
tensione resistente di calcolo $f_{yd} = f_{yk}/1.15$	..... f_{yd} ≥ 390 MPa
rapporto tensione di snervamento di calcolo e nominale (f_y / f_{ynom})	≤ 1.25
rapporto tensione di rottura e snervamento	$1.15 \leq (f_t / f_y) \leq 1.35$
modulo elastico	..... E.....206000 Mpa

4.3.4 Legno lamellare

Tabella A-5 - Classi di resistenza per legno lamellare di conifera omogeneo (EN14080)

		GL20h	GL22h	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
Resistenze [MPa]								
Flessione	$f_{m,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	16	17.6	19.2	20.8	22.3	24	25.6
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$				0.5			
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$				2.5			
Taglio	$f_{v,k}$				3.5			
Rolling shear	$f_{r,k}$				1.2			
Rigidezze [MPa]								
Modulo di elasticità parallelo medio	$E_{0,mean}$	8 400	10 500	11 500	12 100	12 600	13 600	14 200
Modulo di elasticità parallelo 5-percentile	$E_{0,05}$	7 000	8 800	9 600	10 100	10 500	11 300	11 800
Modulo di elasticità perpendicolare medio	$E_{90,mean}$				300			
Modulo di elasticità perpendicolare 5-percentile	$E_{90,05}$				250			
Modulo di taglio medio	G_{mean}				650			
Modulo di taglio 5-percentile	G_{05}				540			
Modulo di taglio rotolamento medio	$G_{r,mean}$				65			
Modulo di taglio rotolamento 5-percentile	$G_{r,05}$				54			
Massa volumica (kg/m ³)								
Massa volumica caratteristica	ρ_k	340	370	385	405	425	430	440
Massa volumica media	ρ_{mean}	370	410	420	445	460	480	490

5. ANALISI DEI CARICHI

5.1. Vita nominale classe d'uso e periodo di riferimento

La vita nominale delle opere di progetto, intesa come numero di anni nel quale le strutture devono poter essere usate allo scopo alle quali sono destinate, è riportata nella tabella sottostante ed è stata evidenziata la scelta fatta in questo progetto.

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

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_{11}

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_{11}	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_N \leq 35$ anni si pone comunque $V_N = 35$ anni.

La costruzione, essendo presente nell'elenco delle opere rilevanti in caso di collasso, è stata collocata in classe III, che considera costruzioni con funzioni pubbliche e strategiche importanti (D.M. del 17.01.2018 § 2.4.2.).

5.2. Sovraccarichi permanenti

5.2.1. Peso specifico materiali da costruzione

Legno	= 4,20 kN/m ³
Murature in cls piano interrato	= 24,0 kN/m ³
Murature in mattoni pieni (fuori terra)	= 18,0 kN/m ³
Calcestruzzo armato	= 25,0 kN/m ³

5.2.2. Solai – Peso proprio + sovraccarichi permanenti portati

1. SOLAIO TIPO LUCE MINORE ($\leq 3,60$ METRI) - PIANO TERRA E 1° PIANO

Peso proprio + sovraccarico permanente = 2,80 kN/ m²

CONSIDERATO G_{k1} = 2,80 kN/m²

2. SOLAIO TIPO LUCE MINORE ($\leq 3,60$ METRI) CON BAGNI - PIANO TERRA E 1° PIANO

Peso proprio + sovraccarico permanente = 4,30 kN/ m²

CONSIDERATO G_{k1} = 4,30 kN/m²

3. SOLAIO TIPO LUCE MAGGIORE ($\geq 6,00$ METRI) - 1° PIANO

Peso proprio + sovraccarico permanente = 5,10 kN/ m²

CONSIDERATO Gk₁ = 5,10 kN/m²

4. SOLAIO NUOVO INTERMEDIO

Peso proprio getto cls 5 cm = 1,25 kN/ m²

Peso proprio isolante = 0,05 kN/m²

Peso proprio perlinato = 0,10 kN/ m²

Peso travetti in legno 36x14 cm = 0,25 kN/ m²

CONSIDERATO Gk₁ = 165 kN/m²

5.2.3. Nicchie finestre e scale – Peso proprio

Dove non considerati nel modello globale della struttura come elementi influenti ai fini del calcolo per la resistenza, i carichi dei paramenti in muratura (nicchie) inferiore da 13 cm di spessore e finestratura superiore sono stati inseriti con le seguenti caratteristiche:

1. NICCHIE E FINETRATURE A TUTT'ALTEZZA (h=4.20 m circa)

Parete sp. 13cm inf. + intonaco = 2,76 kN/m

Finestrature = 0,40 kN/m

TOTALE = 3,16kN/m

CONSIDERATO Gk₁ = 3,16 kN/m

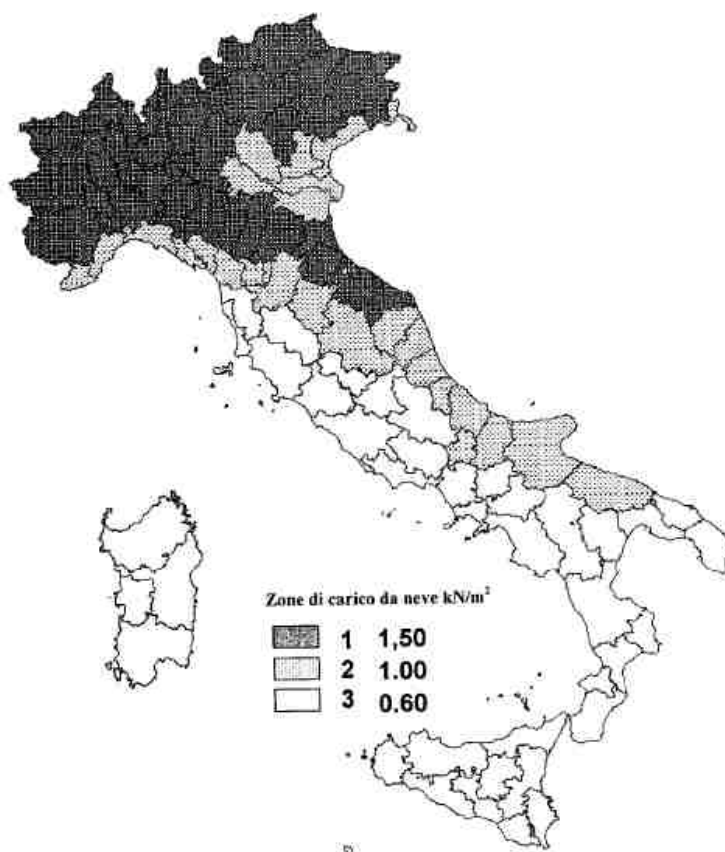
2. CARICHI TRAVI ZONA SCALE

Rampe scale = 20,50 kN/m

CONSIDERATO Gk₁ = 20,50 kN/m

5.3. Sovraccarichi accidentali

5.3.1. Sovraccarico dovuto alla neve



Zone di carico da neve

Coordinate GPS:

Latitudine: 45.71400 N

Longitudine: 12.27700 E

Altitudine s.l.m.: 0,0 m

Zona Neve = I mediterranea

Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_E$) = 150 daN/m²

Copertura a falde:

Angolo di inclinazione delle falde = 22,0°

$\mu_1(\alpha) = 0,80$ => $Q_S = 120$ daN/m² (carico neve in copertura considerato)

5.3.2. Sovraccarico dovuto alle azioni del vento

Per le verifiche considerate dalla presente, non si considerano le azioni del vento, in quanto non presenti contemporaneamente all'azione sismica per normativa.

5.3.3. Sovraccarichi accidentali

Ambienti uffici aperti al pubblico - **cat B2** (su tutti solai esistenti):

$q_k = 3.00$ kN/m^2
 $q_k = 2.00$ kN/m^2 **sul solaio nuovo**

Ambienti suscettibili di affollamento - **cat B** (su travature zona scale):

$q_k = 4.00$ kN/m^2

5.4. Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, sono definite a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione massima attesa a_g in condizione di campo libero su sito riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, nel periodo di riferimento prefissato V_R , che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso. Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

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

mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.3)

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, considerate indipendenti. Le componenti sono state individuate mediante la rappresentazione dell'accelerazione massima attesa in superficie e relativo spettro di risposta.

I calcoli sono stati impostati a partire dai dati seguenti:

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	50.0	1.5	75	C	T1

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	12.277	45.714	
11638	12.275	45.679	3.882
11639	12.347	45.679	6.664
11417	12.346	45.729	5.592
11416	12.274	45.729	1.679

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	92.0	30.0	0.041	2.510	0.240
SLD	79.0	48.0	0.054	2.480	0.260
SLV	17.0	403.0	0.141	2.460	0.330
SLC	9.0	795.0	0.185	2.500	0.340

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.042	1.200	2.510	0.690	0.117	0.351	1.766
SLD	0.054	1.200	2.480	0.776	0.125	0.374	1.815
SLV	0.141	1.200	2.460	1.249	0.151	0.453	2.166
SLC	0.185	1.200	2.500	1.453	0.155	0.464	2.342

5.4.1 ANALISI SULLA STRUTTURA ESISTENTE

Tipo di analisi	MODALE CON FATTORE DI COMPORTAMENTO
Fattore di struttura	$q_x=3.3, q_y=3.3$
Periodo fondamentale direzione x	0.233 s
Periodo fondamentale direzione y	0.218 s
Eccentricità agg.	5%
Fattore η	1 (strutture in c.a., legno, muratura)
Fattore λ	1
Stati limite di calcolo	SLV – SLD

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.344 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. μ d: 4.029
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Sd(T1): 0.126

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2095.12	2095.12	8395.81	1723.06	580.00	0.0	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	66.06	2161.17	268.89	1811.50	584.75	0.0	-4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	661.59	2822.77	2720.73	2487.69	928.41	0.0	-22.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	59.94	2882.71	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	66.06	2948.77	274.58	1811.50	559.80	0.0	-11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	7.27	2956.04	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.13	8.63	2964.67	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	44.47	3009.15	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	75.93	3085.08	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	5832.08	8917.16	2.437e+04	1776.23	577.16	0.0	-12.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	3.85	8921.01	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	3.22	8924.23	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	117.41	9041.64	493.19	1811.50	580.00	0.0	-4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	91.59	9133.24	386.07	1809.08	552.59	0.0	-15.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	73.56	9206.80	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	128.88	9335.68	544.26	2919.81	736.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	732.44	1.007e+04	3106.04	1687.31	507.38	0.0	-17.18	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005
1157.33	57.52	1.013e+04	244.19	1811.50	582.40	0.0	-17.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.43	11.88	1.014e+04	50.68	3139.19	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.01	135.71	1.027e+04	579.28	1423.94	833.16	0.0	-17.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1148.06	14.73	1.029e+04	63.05	3196.01	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1147.70	90.20	1.038e+04	386.12	3282.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1145.00	39.33	1.042e+04	168.75	1811.50	579.87	0.0	-20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1144.54	5.65	1.042e+04	24.27	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1143.60	57.85	1.048e+04	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1142.54	19.70	1.050e+04	84.72	1791.43	371.35	0.0	-1.46e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.50	118.14	1.062e+04	508.46	1811.50	591.34	0.0	-11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.10	17.11	1.064e+04	73.67	3122.54	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1140.24	22.47	1.066e+04	96.81	3202.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.83	19.95	1.068e+04	85.99	1811.50	444.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.03	20.85	1.070e+04	89.92	1811.50	716.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1133.90	4.73	1.070e+04	20.51	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.20	119.85	1.082e+04	520.09	1811.50	577.54	0.0	-4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.04	105.30	1.093e+04	456.98	3321.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
1128.42	10.46	1.094e+04	45.53	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1126.54	40.52	1.098e+04	176.73	1807.50	331.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1124.41	66.60	1.105e+04	291.01	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1118.73	245.55	1.129e+04	1078.35	2975.86	848.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1117.38	19.41	1.131e+04	85.34	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1116.37	166.29	1.148e+04	731.81	3360.00	842.82	0.0	-17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1115.85	41.74	1.152e+04	183.79	3218.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1114.30	66.14	1.159e+04	291.61	1811.50	425.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1112.32	172.73	1.176e+04	762.92	1378.58	524.33	0.0	-16.87	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1111.55	68.80	1.183e+04	304.09	1811.50	736.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1110.54	20.05	1.185e+04	88.71	1807.50	291.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1108.73	44.35	1.189e+04	196.54	1807.50	372.12	0.0	-2.00e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1107.34	163.44	1.206e+04	725.15	1337.78	900.27	0.0	-17.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1105.71	30.14	1.209e+04	133.94	3265.98	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1103.33	57.10	1.214e+04	254.26	1811.50	577.93	0.0	-20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1103.03	27.83	1.217e+04	123.95	2042.39	766.22	0.0	-1.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1102.40	55.77	1.223e+04	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1101.00	123.68	1.235e+04	551.91	1811.50	581.18	0.0	-11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.31	183.18	1.253e+04	817.90	3400.00	872.41	0.0	-17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.24	21.90	1.255e+04	97.80	3202.74	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.00	4793.29	1.735e+04	2.141e+04	449.89	1317.47	0.0	-22.25	450.00	1317.50	0.940	1.5091e-04	1.1943e-04
1099.38	4.99	1.735e+04	22.29	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1099.16	23.15	1.738e+04	103.47	3312.06	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1094.80	121.89	1.750e+04	546.98	1811.50	580.00	0.0	-4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1094.70	512.94	1.801e+04	2302.04	3120.22	1353.97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1092.28	9.93	1.802e+04	44.66	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1089.60	5.70	1.803e+04	25.69	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1089.27	304.25	1.833e+04	1372.28	1580.42	215.39	0.0	-2.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1088.23	13.91	1.834e+04	62.79	3362.60	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1084.25	262.44	1.861e+04	1189.18	3440.00	938.48	0.0	-17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1070.28	60.68	1.867e+04	278.53	1809.26	329.94	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1069.84	16.78	1.868e+04	77.08	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1068.19	160.36	1.885e+04	737.54	3459.93	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1066.18	145.08	1.899e+04	668.53	1082.58	536.00	0.0	-16.87	360.00	570.80	0.004	13.302	0.256
1065.26	74.62	1.906e+04	344.17	1823.56	346.03	0.0	-3.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1065.13	22.82	1.909e+04	105.28	3255.00	447.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1065.03	59.49	1.915e+04	274.44	1811.50	423.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1063.67	116.58	1.926e+04	538.49	1838.11	956.01	0.0	-17.50	3165.00	1100.00	0.0	3.8630e+07	1.0899e+07
1063.18	17.13	1.928e+04	79.14	3128.93	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1062.04	58.49	1.934e+04	270.56	3285.69	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1061.67	53.51	1.939e+04	247.64	1811.50	570.70	0.0	-20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1061.51	10.23	1.940e+04	47.36	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1061.17	78.19	1.948e+04	361.98	2286.85	632.44	0.0	-8.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1060.50	123.30	1.960e+04	571.20	1811.50	580.53	0.0	-11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1060.00	37.08	1.964e+04	171.84	1808.86	580.00	0.0	0.0	1809.50	580.00	0.007	0.001	0.0
1059.21	20.90	1.966e+04	96.93	3205.64	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1058.89	61.75	1.972e+04	286.50	1811.50	738.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1058.57	33.05	1.976e+04	153.41	3210.81	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1057.40	118.50	1.988e+04	550.60	1811.50	579.69	0.0	-4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1056.38	19.70	1.990e+04	91.62	3401.65	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1056.14	8.68	1.990e+04	40.37	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1054.91	17.87	1.992e+04	83.24	3438.22	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1054.80	6.15	1.993e+04	28.65	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1052.12	140.58	2.007e+04	656.47	3514.90	776.68	0.0	-17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1047.34	15.97	2.008e+04	74.90	3366.75	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1036.06	131.25	2.022e+04	622.40	3560.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1020.00	2.975e+04	4.997e+04	1.433e+05	1734.53	758.86	0.0	-76.25	1691.05	952.65	1.828	0.029	0.085
830.00	6.737e+04	1.173e+05	3.988e+05	1792.29	746.84	0.0	-76.25	1691.05	952.65	1.828	0.067	0.090
530.00	6.325e+04	1.806e+05	5.863e+05	1845.99	736.15	0.0	-76.25	1692.45	958.47	1.471	0.101	0.097
330.00	1236.97	1.818e+05	1.842e+04	184.60	281.98	0.0	-14.90	278.17	283.50	1.255	0.635	0.001
100.00	9240.14	1.911e+05	4.540e+05	1812.61	757.53	0.0	-76.25	1392.22	1064.33	1.375	0.285	0.209
80.00	23.71	1.911e+05	1456.35	1816.96	1373.13	0.0	-65.50	1807.50	1540.00	0.207	0.008	0.332
71.46	1.12	1.911e+05	76.69	2699.42	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.40	2.74	1.911e+05	188.60	1807.50	1315.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.31	2.73	1.911e+05	187.80	1807.50	1314.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.74	4.37	1.911e+05	303.61	2401.31	1118.66	0.0	-63.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.42	5.56	1.911e+05	388.08	1807.50	1322.48	0.0	-20.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.15	3.19	1.911e+05	223.50	1857.64	1495.15	0.0	-22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.03	2.98	1.911e+05	209.39	1807.50	1137.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
69.86	4.80	1.911e+05	337.12	2459.61	1092.35	0.0	-61.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.56	2.67	1.911e+05	188.68	1807.50	1352.84	0.0	0.0	1807.50	1540.00	1.063	0.0	0.341
69.48	3.87	1.911e+05	273.16	1736.72	1515.38	0.0	-22.25	1807.50	1540.00	0.542	0.056	0.045
69.36	1.45	1.911e+05	102.70	3600.00	365.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.02	1.16	1.911e+05	82.91	3600.00	391.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.87	2.54	1.911e+05	181.14	1807.50	1540.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.73	3.41	1.911e+05	243.51	2558.32	988.81	0.0	-47.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.45	2.68	1.911e+05	192.74	2721.49	931.36	0.0	-46.84	1807.50	1409.00	0.232	0.991	1.195
68.19	1.50	1.911e+05	107.83	3600.00	512.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.08	2.68	1.911e+05	193.21	1446.81	1339.72	0.0	-16.64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.93	1.41	1.911e+05	101.91	3600.00	553.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.68	1.47	1.911e+05	106.97	3600.00	593.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.57	5.35	1.911e+05	389.28	1807.50	1503.78	0.0	-3.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.44	1.36	1.911e+05	98.90	3600.00	634.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.37	1.46	1.911e+05	106.51	403.91	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.18	4.02	1.911e+05	294.26	2454.57	1203.86	0.0	-41.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.94	1.38	1.912e+05	101.53	3600.00	718.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.67	335.14	1.915e+05	2.470e+04	1683.09	679.70	0.0	-76.25	1502.62	880.73	1.192	0.132	0.136
66.36	5.81	1.915e+05	430.55	-117.79	925.00	0.0	-17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.26	2.50	1.915e+05	188.32	1807.50	1503.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.16	1.20	1.915e+05	90.78	-225.00	1058.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.86	2.41	1.915e+05	182.33	2511.23	934.04	0.0	-14.18	1332.50	1075.00	1.073	1.212	0.063
64.26	2.98	1.915e+05	227.86	1807.50	1465.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63.29	0.81	1.915e+05	62.99	360.00	1057.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61.02	2.37	1.915e+05	190.84	1807.50	1352.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60.22	2.34	1.915e+05	191.08	1807.50	1412.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.99	1.14	1.915e+05	93.27	3600.00	827.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.67	11.14	1.915e+05	917.07	1838.63	820.49	0.0	-70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49.97	11.55	1.915e+05	1135.32	-225.00	905.70	0.0	-11.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.00	464.20	1.920e+05	5.702e+04	1765.75	705.07	0.0	-76.25	1462.19	378.29	0.448	0.170	0.390
29.67	0.24	1.920e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	3.52	1.920e+05	893.24	1741.48	633.76	0.0	-70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.08	1.920e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.16	1.920e+05	207.92	1807.50	1310.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.62	1.920e+05	840.55	1807.50	1226.47	0.0	-5.00	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.05	1.920e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.07	1.920e+05	168.98	806.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.07	1.920e+05	170.79	2467.70	909.21	0.0	-15.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.62	1.920e+05	1731.21	1778.44	1287.68	0.0	-22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.52	1.920e+05	1559.96	1648.72	1283.97	0.0	-22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.01	1.920e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.01	1.920e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.920e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.344 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 4.029
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Sd(T1): 0.126

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2095.12	2095.12	8395.81	1723.06	580.00	0.0	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	66.06	2161.17	268.89	1811.50	584.75	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	661.59	2822.77	2720.73	2487.69	928.41	0.0	22.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	59.94	2882.71	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	66.06	2948.77	274.58	1811.50	559.80	0.0	11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	7.27	2956.04	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
1181.13	8.63	2964.67	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	44.47	3009.15	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	75.93	3085.08	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	5832.08	8917.16	2.437e+04	1776.23	577.16	0.0	12.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	3.85	8921.01	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	3.22	8924.23	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	117.41	9041.64	493.19	1811.50	580.00	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	91.59	9133.24	386.07	1809.08	552.59	0.0	15.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	73.56	9206.80	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	128.88	9335.68	544.26	2919.81	736.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	732.44	1.007e+04	3106.04	1687.31	507.38	0.0	17.18	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005
1157.33	57.52	1.013e+04	244.19	1811.50	582.40	0.0	17.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.43	11.88	1.014e+04	50.68	3139.19	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.01	135.71	1.027e+04	579.28	1423.94	833.16	0.0	17.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1148.06	14.73	1.029e+04	63.05	3196.01	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1147.70	90.20	1.038e+04	386.12	3282.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1145.00	39.33	1.042e+04	168.75	1811.50	579.87	0.0	20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1144.54	5.65	1.042e+04	24.27	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1143.60	57.85	1.048e+04	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1142.54	19.70	1.050e+04	84.72	1791.43	371.35	0.0	1.46e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.50	118.14	1.062e+04	508.46	1811.50	591.34	0.0	11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.10	17.11	1.064e+04	73.67	3122.54	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1140.24	22.47	1.066e+04	96.81	3202.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.83	19.95	1.068e+04	85.99	1811.50	444.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.03	20.85	1.070e+04	89.92	1811.50	716.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1133.90	4.73	1.070e+04	20.51	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.20	119.85	1.082e+04	520.09	1811.50	577.54	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.04	105.30	1.093e+04	456.98	3321.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1128.42	10.46	1.094e+04	45.53	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1126.54	40.52	1.098e+04	176.73	1807.50	331.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1124.41	66.60	1.105e+04	291.01	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1118.73	245.55	1.129e+04	1078.35	2975.86	848.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1117.38	19.41	1.131e+04	85.34	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1116.37	166.29	1.148e+04	731.81	3360.00	842.82	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1115.85	41.74	1.152e+04	183.79	3218.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1114.30	66.14	1.159e+04	291.61	1811.50	425.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1112.32	172.73	1.176e+04	762.92	1378.58	524.33	0.0	16.87	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1111.55	68.80	1.183e+04	304.09	1811.50	736.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1110.54	20.05	1.185e+04	88.71	1807.50	291.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1108.73	44.35	1.189e+04	196.54	1807.50	372.12	0.0	2.00e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1107.34	163.44	1.206e+04	725.15	1337.78	900.27	0.0	17.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1105.71	30.14	1.209e+04	133.94	3265.98	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1103.33	57.10	1.214e+04	254.26	1811.50	577.93	0.0	20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1103.03	27.83	1.217e+04	123.95	2042.39	766.22	0.0	1.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1102.40	55.77	1.223e+04	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1101.00	123.68	1.235e+04	551.91	1811.50	581.18	0.0	11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.31	183.18	1.253e+04	817.90	3400.00	872.41	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.24	21.90	1.255e+04	97.80	3202.74	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.00	4793.29	1.735e+04	2.141e+04	449.89	1317.47	0.0	22.25	450.00	1317.50	0.940	1.5091e-04	1.1943e-04
1099.38	4.99	1.735e+04	22.29	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1099.16	23.15	1.738e+04	103.47	3312.06	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1094.80	121.89	1.750e+04	546.98	1811.50	580.00	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1094.70	512.94	1.801e+04	2302.04	3120.22	1353.97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1092.28	9.93	1.802e+04	44.66	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1089.60	5.70	1.803e+04	25.69	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1089.27	304.25	1.833e+04	1372.28	1580.42	215.39	0.0	2.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1088.23	13.91	1.834e+04	62.79	3362.60	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1084.25	262.44	1.861e+04	1189.18	3440.00	938.48	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1070.28	60.68	1.867e+04	278.53	1809.26	329.94	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1069.84	16.78	1.868e+04	77.08	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1068.19	160.36	1.885e+04	737.54	3459.93	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1066.18	145.08	1.899e+04	668.53	1082.58	536.00	0.0	16.87	360.00	570.80	0.004	13.302	0.256
1065.26	74.62	1.906e+04	344.17	1823.56	346.03	0.0	3.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1065.13	22.82	1.909e+04	105.28	3255.00	447.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1065.03	59.49	1.915e+04	274.44	1811.50	423.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1063.67	116.58	1.926e+04	538.49	1838.11	956.01	0.0	17.50	3165.00	1100.00	0.0	3.8630e+07	1.0899e+07
1063.18	17.13	1.928e+04	79.14	3128.93	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1062.04	58.49	1.934e+04	270.56	3285.69	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1061.67	53.51	1.939e+04	247.64	1811.50	570.70	0.0	20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
1061.51	10.23	1.940e+04	47.36	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1061.17	78.19	1.948e+04	361.98	2286.85	632.44	0.0	8.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1060.50	123.30	1.960e+04	571.20	1811.50	580.53	0.0	11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1060.00	37.08	1.964e+04	171.84	1808.86	580.00	0.0	0.0	1809.50	580.00	0.007	0.001	0.0
1059.21	20.90	1.966e+04	96.93	3205.64	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1058.89	61.75	1.972e+04	286.50	1811.50	738.29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1058.57	33.05	1.976e+04	153.41	3210.81	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1057.40	118.50	1.988e+04	550.60	1811.50	579.69	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1056.38	19.70	1.990e+04	91.62	3401.65	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1056.14	8.68	1.990e+04	40.37	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1054.91	17.87	1.992e+04	83.24	3438.22	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1054.80	6.15	1.993e+04	28.65	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1052.12	140.58	2.007e+04	656.47	3514.90	776.68	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1047.34	15.97	2.008e+04	74.90	3366.75	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1036.06	131.25	2.022e+04	622.40	3560.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1020.00	2.975e+04	4.997e+04	1.433e+05	1734.53	758.86	0.0	76.25	1691.05	952.65	1.828	0.029	0.085
830.00	6.737e+04	1.173e+05	3.988e+05	1792.29	746.84	0.0	76.25	1691.05	952.65	1.828	0.067	0.090
530.00	6.325e+04	1.806e+05	5.863e+05	1845.99	736.15	0.0	76.25	1692.45	958.47	1.471	0.101	0.097
330.00	1236.97	1.818e+05	1.842e+04	184.60	281.98	0.0	14.90	278.17	283.50	1.255	0.635	0.001
100.00	9240.14	1.911e+05	4.540e+05	1812.61	757.53	0.0	76.25	1392.22	1064.33	1.375	0.285	0.209
80.00	23.71	1.911e+05	1456.35	1816.96	1373.13	0.0	65.50	1807.50	1540.00	0.207	0.008	0.332
71.46	1.12	1.911e+05	76.69	2699.42	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.40	2.74	1.911e+05	188.60	1807.50	1315.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.31	2.73	1.911e+05	187.80	1807.50	1314.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.74	4.37	1.911e+05	303.61	2401.31	1118.66	0.0	63.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.42	5.56	1.911e+05	388.08	1807.50	1322.48	0.0	20.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.15	3.19	1.911e+05	223.50	1857.64	1495.15	0.0	22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.03	2.98	1.911e+05	209.39	1807.50	1137.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.86	4.80	1.911e+05	337.12	2459.61	1092.35	0.0	61.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.56	2.67	1.911e+05	188.68	1807.50	1352.84	0.0	0.0	1807.50	1540.00	1.063	0.0	0.341
69.48	3.87	1.911e+05	273.16	1736.72	1515.38	0.0	22.25	1807.50	1540.00	0.542	0.056	0.045
69.36	1.45	1.911e+05	102.70	3600.00	365.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.02	1.16	1.911e+05	82.91	3600.00	391.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.87	2.54	1.911e+05	181.14	1807.50	1540.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.73	3.41	1.911e+05	243.51	2558.32	988.81	0.0	47.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.45	2.68	1.911e+05	192.74	2721.49	931.36	0.0	46.84	1807.50	1409.00	0.232	0.991	1.195
68.19	1.50	1.911e+05	107.83	3600.00	512.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.08	2.68	1.911e+05	193.21	1446.81	1339.72	0.0	16.64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.93	1.41	1.911e+05	101.91	3600.00	553.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.68	1.47	1.911e+05	106.97	3600.00	593.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.57	5.35	1.911e+05	389.28	1807.50	1503.78	0.0	3.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.44	1.36	1.911e+05	98.90	3600.00	634.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.37	1.46	1.911e+05	106.51	403.91	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.18	4.02	1.911e+05	294.26	2454.57	1203.86	0.0	41.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.94	1.38	1.912e+05	101.53	3600.00	718.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.67	335.14	1.915e+05	2.470e+04	1683.09	679.70	0.0	76.25	1502.62	880.73	1.192	0.132	0.136
66.36	5.81	1.915e+05	430.55	-117.79	925.00	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.26	2.50	1.915e+05	188.32	1807.50	1503.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.16	1.20	1.915e+05	90.78	-225.00	1058.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.86	2.41	1.915e+05	182.33	2511.23	934.04	0.0	14.18	1332.50	1075.00	1.073	1.212	0.063
64.26	2.98	1.915e+05	227.86	1807.50	1465.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63.29	0.81	1.915e+05	62.99	360.00	1057.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61.02	2.37	1.915e+05	190.84	1807.50	1352.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60.22	2.34	1.915e+05	191.08	1807.50	1412.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.99	1.14	1.915e+05	93.27	3600.00	827.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.67	11.14	1.915e+05	917.07	1838.63	820.49	0.0	70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49.97	11.55	1.915e+05	1135.32	-225.00	905.70	0.0	11.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.00	464.20	1.920e+05	5.702e+04	1765.75	705.07	0.0	76.25	1462.19	378.29	0.448	0.170	0.390
29.67	0.24	1.920e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	3.52	1.920e+05	893.24	1741.48	633.76	0.0	70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.08	1.920e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.16	1.920e+05	207.92	1807.50	1310.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.62	1.920e+05	840.55	1807.50	1226.47	0.0	5.00	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.05	1.920e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.07	1.920e+05	168.98	806.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.07	1.920e+05	170.79	2467.70	909.21	0.0	15.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.62	1.920e+05	1731.21	1778.44	1287.68	0.0	22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.52	1.920e+05	1559.96	1648.72	1283.97	0.0	22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.01	1.920e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.01	1.920e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
Risulta	1.920e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.237 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 5.396
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Sd(T1): 0.126

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2095.12	2095.12	8395.81	1723.06	580.00	127.95	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	66.06	2161.17	268.89	1811.50	584.75	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	661.59	2822.77	2720.73	2487.69	928.41	135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	59.94	2882.71	248.54	1811.50	580.00	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	66.06	2948.77	274.58	1811.50	559.80	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	7.27	2956.04	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.13	8.63	2964.67	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	44.47	3009.15	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	75.93	3085.08	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	5832.08	8917.16	2.437e+04	1776.23	577.16	127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	3.85	8921.01	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	3.22	8924.23	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	117.41	9041.64	493.19	1811.50	580.00	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	91.59	9133.24	386.07	1809.08	552.59	127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	73.56	9206.80	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	128.88	9335.68	544.26	2919.81	736.61	127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	732.44	1.007e+04	3106.04	1687.31	507.38	144.75	0.0	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005
1157.33	57.52	1.013e+04	244.19	1811.50	582.40	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.43	11.88	1.014e+04	50.68	3139.19	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.01	135.71	1.027e+04	579.28	1423.94	833.16	141.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1148.06	14.73	1.029e+04	63.05	3196.01	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1147.70	90.20	1.038e+04	386.12	3282.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1145.00	39.33	1.042e+04	168.75	1811.50	579.87	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1144.54	5.65	1.042e+04	24.27	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1143.60	57.85	1.048e+04	248.54	1811.50	580.00	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1142.54	19.70	1.050e+04	84.72	1791.43	371.35	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.50	118.14	1.062e+04	508.46	1811.50	591.34	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.10	17.11	1.064e+04	73.67	3122.54	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1140.24	22.47	1.066e+04	96.81	3202.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.83	19.95	1.068e+04	85.99	1811.50	444.03	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.03	20.85	1.070e+04	89.92	1811.50	716.42	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1133.90	4.73	1.070e+04	20.51	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.20	119.85	1.082e+04	520.09	1811.50	577.54	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.04	105.30	1.093e+04	456.98	3321.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1128.42	10.46	1.094e+04	45.53	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1126.54	40.52	1.098e+04	176.73	1807.50	331.35	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1124.41	66.60	1.105e+04	291.01	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1118.73	245.55	1.129e+04	1078.35	2975.86	848.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1117.38	19.41	1.131e+04	85.34	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1116.37	166.29	1.148e+04	731.81	3360.00	842.82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1115.85	41.74	1.152e+04	183.79	3218.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1114.30	66.14	1.159e+04	291.61	1811.50	425.53	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1112.32	172.73	1.176e+04	762.92	1378.58	524.33	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1111.55	68.80	1.183e+04	304.09	1811.50	736.29	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1110.54	20.05	1.185e+04	88.71	1807.50	291.35	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1108.73	44.35	1.189e+04	196.54	1807.50	372.12	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1107.34	163.44	1.206e+04	725.15	1337.78	900.27	146.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1105.71	30.14	1.209e+04	133.94	3265.98	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
67.37	1.46	1.911e+05	106.51	403.91	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.18	4.02	1.911e+05	294.26	2454.57	1203.86	135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.94	1.38	1.912e+05	101.53	3600.00	718.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.67	335.14	1.915e+05	2.470e+04	1683.09	679.70	203.25	0.0	1502.62	880.73	1.192	0.132	0.136
66.36	5.81	1.915e+05	430.55	-117.79	925.00	2.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.26	2.50	1.915e+05	188.32	1807.50	1503.65	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.16	1.20	1.915e+05	90.78	-225.00	1058.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.86	2.41	1.915e+05	182.33	2511.23	934.04	162.00	0.0	1332.50	1075.00	1.073	1.212	0.063
64.26	2.98	1.915e+05	227.86	1807.50	1465.25	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63.29	0.81	1.915e+05	62.99	360.00	1057.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61.02	2.37	1.915e+05	190.84	1807.50	1352.17	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60.22	2.34	1.915e+05	191.08	1807.50	1412.88	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.99	1.14	1.915e+05	93.27	3600.00	827.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.67	11.14	1.915e+05	917.07	1838.63	820.49	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49.97	11.55	1.915e+05	1135.32	-225.00	905.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.00	464.20	1.920e+05	5.702e+04	1765.75	705.07	203.25	0.0	1462.19	378.29	0.448	0.170	0.390
29.67	0.24	1.920e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	3.52	1.920e+05	893.24	1741.48	633.76	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.08	1.920e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.16	1.920e+05	207.92	1807.50	1310.89	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.62	1.920e+05	840.55	1807.50	1226.47	179.25	0.0	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.05	1.920e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.07	1.920e+05	168.98	806.29	1095.00	1.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.07	1.920e+05	170.79	2467.70	909.21	142.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.62	1.920e+05	1731.21	1778.44	1287.68	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.52	1.920e+05	1559.96	1648.72	1283.97	163.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.01	1.920e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.01	1.920e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.920e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.126 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.237 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 5.396
			classe di duttilità CD: B
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Sd(T1): 0.126

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2095.12	2095.12	8395.81	1723.06	580.00	-127.95	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	66.06	2161.17	268.89	1811.50	584.75	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	661.59	2822.77	2720.73	2487.69	928.41	-135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	59.94	2882.71	248.54	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	66.06	2948.77	274.58	1811.50	559.80	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	7.27	2956.04	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.13	8.63	2964.67	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	44.47	3009.15	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	75.93	3085.08	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	5832.08	8917.16	2.437e+04	1776.23	577.16	-127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	3.85	8921.01	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	3.22	8924.23	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	117.41	9041.64	493.19	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	91.59	9133.24	386.07	1809.08	552.59	-127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	73.56	9206.80	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	128.88	9335.68	544.26	2919.81	736.61	-127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	732.44	1.007e+04	3106.04	1687.31	507.38	-144.75	0.0	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005
1157.33	57.52	1.013e+04	244.19	1811.50	582.40	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.43	11.88	1.014e+04	50.68	3139.19	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.01	135.71	1.027e+04	579.28	1423.94	833.16	-141.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
1036.06	131.25	2.022e+04	622.40	3560.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1020.00	2.975e+04	4.997e+04	1.433e+05	1734.53	758.86	-179.25	0.0	1691.05	952.65	1.828	0.029	0.085
830.00	6.737e+04	1.173e+05	3.988e+05	1792.29	746.84	-179.25	0.0	1691.05	952.65	1.828	0.067	0.090
530.00	6.325e+04	1.806e+05	5.863e+05	1845.99	736.15	-203.25	0.0	1692.45	958.47	1.471	0.101	0.097
330.00	1236.97	1.818e+05	1.842e+04	184.60	281.98	-17.25	0.0	278.17	283.50	1.255	0.635	0.001
100.00	9240.14	1.911e+05	4.540e+05	1812.61	757.53	-203.25	0.0	1392.22	1064.33	1.375	0.285	0.209
80.00	23.71	1.911e+05	1456.35	1816.96	1373.13	-179.25	0.0	1807.50	1540.00	0.207	0.008	0.332
71.46	1.12	1.911e+05	76.69	2699.42	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.40	2.74	1.911e+05	188.60	1807.50	1315.41	-92.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.31	2.73	1.911e+05	187.80	1807.50	1314.77	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.74	4.37	1.911e+05	303.61	2401.31	1118.66	-167.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.42	5.56	1.911e+05	388.08	1807.50	1322.48	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.15	3.19	1.911e+05	223.50	1857.64	1495.15	-122.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.03	2.98	1.911e+05	209.39	1807.50	1137.32	-92.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.86	4.80	1.911e+05	337.12	2459.61	1092.35	-137.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.56	2.67	1.911e+05	188.68	1807.50	1352.84	-92.25	0.0	1807.50	1540.00	1.063	0.0	0.341
69.48	3.87	1.911e+05	273.16	1736.72	1515.38	-127.35	0.0	1807.50	1540.00	0.542	0.056	0.045
69.36	1.45	1.911e+05	102.70	3600.00	365.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.02	1.16	1.911e+05	82.91	3600.00	391.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.87	2.54	1.911e+05	181.14	1807.50	1540.00	-152.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.73	3.41	1.911e+05	243.51	2558.32	988.81	-135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.45	2.68	1.911e+05	192.74	2721.49	931.36	-135.75	0.0	1807.50	1409.00	0.232	0.991	1.195
68.19	1.50	1.911e+05	107.83	3600.00	512.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.08	2.68	1.911e+05	193.21	1446.81	1339.72	-114.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.93	1.41	1.911e+05	101.91	3600.00	553.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.68	1.47	1.911e+05	106.97	3600.00	593.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.57	5.35	1.911e+05	389.28	1807.50	1503.78	-148.71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.44	1.36	1.911e+05	98.90	3600.00	634.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.37	1.46	1.911e+05	106.51	403.91	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.18	4.02	1.911e+05	294.26	2454.57	1203.86	-135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.94	1.38	1.912e+05	101.53	3600.00	718.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.67	335.14	1.915e+05	2.470e+04	1683.09	679.70	-203.25	0.0	1502.62	880.73	1.192	0.132	0.136
66.36	5.81	1.915e+05	430.55	-117.79	925.00	-2.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.26	2.50	1.915e+05	188.32	1807.50	1503.65	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.16	1.20	1.915e+05	90.78	-225.00	1058.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.86	2.41	1.915e+05	182.33	2511.23	934.04	-162.00	0.0	1332.50	1075.00	1.073	1.212	0.063
64.26	2.98	1.915e+05	227.86	1807.50	1465.25	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63.29	0.81	1.915e+05	62.99	360.00	1057.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61.02	2.37	1.915e+05	190.84	1807.50	1352.17	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60.22	2.34	1.915e+05	191.08	1807.50	1412.88	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.99	1.14	1.915e+05	93.27	3600.00	827.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.67	11.14	1.915e+05	917.07	1838.63	820.49	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49.97	11.55	1.915e+05	1135.32	-225.00	905.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.00	464.20	1.920e+05	5.702e+04	1765.75	705.07	-203.25	0.0	1462.19	378.29	0.448	0.170	0.390
29.67	0.24	1.920e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	3.52	1.920e+05	893.24	1741.48	633.76	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.08	1.920e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.16	1.920e+05	207.92	1807.50	1310.89	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.62	1.920e+05	840.55	1807.50	1226.47	-179.25	0.0	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.05	1.920e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.07	1.920e+05	168.98	806.29	1095.00	-1.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.07	1.920e+05	170.79	2467.70	909.21	-142.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.62	1.920e+05	1731.21	1778.44	1287.68	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.52	1.920e+05	1559.96	1648.72	1283.97	-163.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.01	1.920e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.01	1.920e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.920e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.160 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.344 sec.
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Se(T1): 0.160

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
3.76	0.20	2.426e+05	207.92	1807.50	1310.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.78	2.426e+05	840.55	1807.50	1226.47	0.0	-5.00	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.06	2.426e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.09	2.426e+05	168.98	806.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.09	2.426e+05	170.79	2467.70	909.21	0.0	-15.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.79	2.426e+05	1731.21	1778.44	1287.68	0.0	-22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.65	2.426e+05	1559.96	1648.72	1283.97	0.0	-22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.02	2.426e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.02	2.426e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	2.426e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.160 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.344 sec.
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Se(T1): 0.160

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2647.06	2647.06	8395.81	1723.06	580.00	0.0	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	83.46	2730.52	268.89	1811.50	584.75	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	835.89	3566.41	2720.73	2487.69	928.41	0.0	22.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	75.73	3642.13	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	83.46	3725.60	274.58	1811.50	559.80	0.0	11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	9.19	3734.79	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.13	10.91	3745.69	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	56.19	3801.88	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	95.94	3897.82	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	7368.50	1.127e+04	2.437e+04	1776.23	577.16	0.0	12.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	4.86	1.127e+04	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	4.07	1.128e+04	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	148.34	1.142e+04	493.19	1811.50	580.00	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	115.72	1.154e+04	386.07	1809.08	552.59	0.0	15.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	92.94	1.163e+04	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	162.83	1.180e+04	544.26	2919.81	736.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	925.40	1.272e+04	3106.04	1687.31	507.38	0.0	17.18	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005
1157.33	72.68	1.279e+04	244.19	1811.50	582.40	0.0	17.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.43	15.01	1.281e+04	50.68	3139.19	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.01	171.47	1.298e+04	579.28	1423.94	833.16	0.0	17.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1148.06	18.62	1.300e+04	63.05	3196.01	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1147.70	113.96	1.311e+04	386.12	3282.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1145.00	49.69	1.316e+04	168.75	1811.50	579.87	0.0	20.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1144.54	7.14	1.317e+04	24.27	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1143.60	73.09	1.324e+04	248.54	1811.50	580.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1142.54	24.89	1.327e+04	84.72	1791.43	371.35	0.0	1.46e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.50	149.26	1.342e+04	508.46	1811.50	591.34	0.0	11.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.10	21.62	1.344e+04	73.67	3122.54	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1140.24	28.39	1.347e+04	96.81	3202.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.83	25.21	1.349e+04	85.99	1811.50	444.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.03	26.34	1.352e+04	89.92	1811.50	716.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1133.90	5.98	1.352e+04	20.51	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.20	151.43	1.368e+04	520.09	1811.50	577.54	0.0	4.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.04	133.04	1.381e+04	456.98	3321.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1128.42	13.21	1.382e+04	45.53	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1126.54	51.20	1.387e+04	176.73	1807.50	331.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1124.41	84.15	1.396e+04	291.01	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1118.73	310.24	1.427e+04	1078.35	2975.86	848.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1117.38	24.52	1.429e+04	85.34	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1116.37	210.10	1.450e+04	731.81	3360.00	842.82	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1115.85	52.74	1.455e+04	183.79	3218.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1114.30	83.56	1.464e+04	291.61	1811.50	425.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
68.19	1.89	2.415e+05	107.83	3600.00	512.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.08	3.38	2.415e+05	193.21	1446.81	1339.72	0.0	16.64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.93	1.78	2.415e+05	101.91	3600.00	553.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.68	1.86	2.415e+05	106.97	3600.00	593.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.57	6.76	2.415e+05	389.28	1807.50	1503.78	0.0	3.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.44	1.72	2.415e+05	98.90	3600.00	634.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.37	1.85	2.415e+05	106.51	403.91	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.18	5.08	2.415e+05	294.26	2454.57	1203.86	0.0	41.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.94	1.75	2.415e+05	101.53	3600.00	718.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.67	423.43	2.419e+05	2.470e+04	1683.09	679.70	0.0	76.25	1502.62	880.73	1.192	0.132	0.136
66.36	7.35	2.419e+05	430.55	-117.79	925.00	0.0	17.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.26	3.16	2.419e+05	188.32	1807.50	1503.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.16	1.52	2.419e+05	90.78	-225.00	1058.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.86	3.04	2.419e+05	182.33	2511.23	934.04	0.0	14.18	1332.50	1075.00	1.073	1.212	0.063
64.26	3.77	2.419e+05	227.86	1807.50	1465.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63.29	1.03	2.420e+05	62.99	360.00	1057.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61.02	2.99	2.420e+05	190.84	1807.50	1352.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60.22	2.96	2.420e+05	191.08	1807.50	1412.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.99	1.44	2.420e+05	93.27	3600.00	827.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.67	14.07	2.420e+05	917.07	1838.63	820.49	0.0	70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49.97	14.60	2.420e+05	1135.32	-225.00	905.70	0.0	11.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.00	586.50	2.426e+05	5.702e+04	1765.75	705.07	0.0	76.25	1462.19	378.29	0.448	0.170	0.390
29.67	0.30	2.426e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	4.44	2.426e+05	893.24	1741.48	633.76	0.0	70.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.10	2.426e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.20	2.426e+05	207.92	1807.50	1310.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.78	2.426e+05	840.55	1807.50	1226.47	0.0	5.00	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.06	2.426e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.09	2.426e+05	168.98	806.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.09	2.426e+05	170.79	2467.70	909.21	0.0	15.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.79	2.426e+05	1731.21	1778.44	1287.68	0.0	22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.65	2.426e+05	1559.96	1648.72	1283.97	0.0	22.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.02	2.426e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.02	2.426e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	2.426e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.160 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.237 sec.
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Se(T1): 0.160

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2647.06	2647.06	8395.81	1723.06	580.00	127.95	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	83.46	2730.52	268.89	1811.50	584.75	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	835.89	3566.41	2720.73	2487.69	928.41	135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	75.73	3642.13	248.54	1811.50	580.00	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	83.46	3725.60	274.58	1811.50	559.80	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	9.19	3734.79	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.13	10.91	3745.69	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	56.19	3801.88	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	95.94	3897.82	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	7368.50	1.127e+04	2.437e+04	1776.23	577.16	127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	4.86	1.127e+04	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	4.07	1.128e+04	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	148.34	1.142e+04	493.19	1811.50	580.00	49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	115.72	1.154e+04	386.07	1809.08	552.59	127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	92.94	1.163e+04	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	162.83	1.180e+04	544.26	2919.81	736.61	127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	925.40	1.272e+04	3106.04	1687.31	507.38	144.75	0.0	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
1054.80	7.77	2.518e+04	28.65	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1052.12	177.62	2.536e+04	656.47	3514.90	776.68	4.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1047.34	20.17	2.538e+04	74.90	3366.75	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1036.06	165.83	2.554e+04	622.40	3560.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1020.00	3.759e+04	6.313e+04	1.433e+05	1734.53	758.86	179.25	0.0	1691.05	952.65	1.828	0.029	0.085
830.00	8.512e+04	1.482e+05	3.988e+05	1792.29	746.84	179.25	0.0	1691.05	952.65	1.828	0.067	0.090
530.00	7.991e+04	2.282e+05	5.863e+05	1845.99	736.15	203.25	0.0	1692.45	958.47	1.471	0.101	0.097
330.00	1562.85	2.297e+05	1.842e+04	184.60	281.98	17.25	0.0	278.17	283.50	1.255	0.635	0.001
100.00	1.167e+04	2.414e+05	4.540e+05	1812.61	757.53	203.25	0.0	1392.22	1064.33	1.375	0.285	0.209
80.00	29.96	2.414e+05	1456.35	1816.96	1373.13	179.25	0.0	1807.50	1540.00	0.207	0.008	0.332
71.46	1.41	2.414e+05	76.69	2699.42	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.40	3.46	2.414e+05	188.60	1807.50	1315.41	92.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71.31	3.44	2.414e+05	187.80	1807.50	1314.77	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.74	5.52	2.414e+05	303.61	2401.31	1118.66	167.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.42	7.03	2.414e+05	388.08	1807.50	1322.48	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.15	4.03	2.414e+05	223.50	1857.64	1495.15	122.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70.03	3.77	2.415e+05	209.39	1807.50	1137.32	92.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.86	6.06	2.415e+05	337.12	2459.61	1092.35	137.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.56	3.37	2.415e+05	188.68	1807.50	1352.84	92.25	0.0	1807.50	1540.00	1.063	0.0	0.341
69.48	4.88	2.415e+05	273.16	1736.72	1515.38	127.35	0.0	1807.50	1540.00	0.542	0.056	0.045
69.36	1.83	2.415e+05	102.70	3600.00	365.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69.02	1.47	2.415e+05	82.91	3600.00	391.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.87	3.21	2.415e+05	181.14	1807.50	1540.00	152.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.73	4.30	2.415e+05	243.51	2558.32	988.81	135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.45	3.39	2.415e+05	192.74	2721.49	931.36	135.75	0.0	1807.50	1409.00	0.232	0.991	1.195
68.19	1.89	2.415e+05	107.83	3600.00	512.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68.08	3.38	2.415e+05	193.21	1446.81	1339.72	114.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.93	1.78	2.415e+05	101.91	3600.00	553.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.68	1.86	2.415e+05	106.97	3600.00	593.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.57	6.76	2.415e+05	389.28	1807.50	1503.78	148.71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.44	1.72	2.415e+05	98.90	3600.00	634.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.37	1.85	2.415e+05	106.51	403.91	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67.18	5.08	2.415e+05	294.26	2454.57	1203.86	135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.94	1.75	2.415e+05	101.53	3600.00	718.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66.67	423.43	2.419e+05	2.470e+04	1683.09	679.70	203.25	0.0	1502.62	880.73	1.192	0.132	0.136
66.36	7.35	2.419e+05	430.55	-117.79	925.00	2.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.26	3.16	2.419e+05	188.32	1807.50	1503.65	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65.16	1.52	2.419e+05	90.78	-225.00	1058.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64.86	3.04	2.419e+05	182.33	2511.23	934.04	162.00	0.0	1332.50	1075.00	1.073	1.212	0.063
64.26	3.77	2.419e+05	227.86	1807.50	1465.25	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63.29	1.03	2.420e+05	62.99	360.00	1057.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61.02	2.99	2.420e+05	190.84	1807.50	1352.17	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60.22	2.96	2.420e+05	191.08	1807.50	1412.88	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.99	1.44	2.420e+05	93.27	3600.00	827.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59.67	14.07	2.420e+05	917.07	1838.63	820.49	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49.97	14.60	2.420e+05	1135.32	-225.00	905.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.00	586.50	2.426e+05	5.702e+04	1765.75	705.07	203.25	0.0	1462.19	378.29	0.448	0.170	0.390
29.67	0.30	2.426e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	4.44	2.426e+05	893.24	1741.48	633.76	144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.10	2.426e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.20	2.426e+05	207.92	1807.50	1310.89	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.78	2.426e+05	840.55	1807.50	1226.47	179.25	0.0	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.06	2.426e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.09	2.426e+05	168.98	806.29	1095.00	1.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.09	2.426e+05	170.79	2467.70	909.21	142.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.79	2.426e+05	1731.21	1778.44	1287.68	179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.65	2.426e+05	1559.96	1648.72	1283.97	163.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.02	2.426e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.02	2.426e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	2.426e+05		1.786e+06									

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.160 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.237 sec.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			coefficiente Lambda: 0.850
			ordinata spettro Se(T1): 0.160

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	daN	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
1226.00	2647.06	2647.06	8395.81	1723.06	580.00	-127.95	0.0	1808.83	580.00	1.494	0.095	0.0
1207.00	83.46	2730.52	268.89	1811.50	584.75	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1194.68	835.89	3566.41	2720.73	2487.69	928.41	-135.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1184.80	75.73	3642.13	248.54	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1182.00	83.46	3725.60	274.58	1811.50	559.80	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.63	9.19	3734.79	30.24	3132.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1181.13	10.91	3745.69	35.91	3131.25	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.62	56.19	3801.88	185.23	3202.50	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1179.02	95.94	3897.82	316.42	3204.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1175.60	7368.50	1.127e+04	2.437e+04	1776.23	577.16	-127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1174.60	4.86	1.127e+04	16.10	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1171.25	4.07	1.128e+04	13.52	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1169.60	148.34	1.142e+04	493.19	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1165.57	115.72	1.154e+04	386.07	1809.08	552.59	-127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1164.56	92.94	1.163e+04	310.35	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1163.36	162.83	1.180e+04	544.26	2919.81	736.61	-127.95	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1158.54	925.40	1.272e+04	3106.04	1687.31	507.38	-144.75	0.0	1478.48	526.95	2.809	0.148	0.005
1157.33	72.68	1.279e+04	244.19	1811.50	582.40	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.43	15.01	1.281e+04	50.68	3139.19	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1151.01	171.47	1.298e+04	579.28	1423.94	833.16	-141.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1148.06	18.62	1.300e+04	63.05	3196.01	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1147.70	113.96	1.311e+04	386.12	3282.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1145.00	49.69	1.316e+04	168.75	1811.50	579.87	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1144.54	7.14	1.317e+04	24.27	360.00	783.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1143.60	73.09	1.324e+04	248.54	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1142.54	24.89	1.327e+04	84.72	1791.43	371.35	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.50	149.26	1.342e+04	508.46	1811.50	591.34	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1141.10	21.62	1.344e+04	73.67	3122.54	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1140.24	28.39	1.347e+04	96.81	3202.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.83	25.21	1.349e+04	85.99	1811.50	444.03	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1139.03	26.34	1.352e+04	89.92	1811.50	716.42	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1133.90	5.98	1.352e+04	20.51	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.20	151.43	1.368e+04	520.09	1811.50	577.54	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1132.04	133.04	1.381e+04	456.98	3321.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1128.42	13.21	1.382e+04	45.53	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1126.54	51.20	1.387e+04	176.73	1807.50	331.35	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1124.41	84.15	1.396e+04	291.01	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1118.73	310.24	1.427e+04	1078.35	2975.86	848.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1117.38	24.52	1.429e+04	85.34	3115.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1116.37	210.10	1.450e+04	731.81	3360.00	842.82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1115.85	52.74	1.455e+04	183.79	3218.00	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1114.30	83.56	1.464e+04	291.61	1811.50	425.53	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1112.32	218.24	1.486e+04	762.92	1378.58	524.33	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1111.55	86.92	1.494e+04	304.09	1811.50	736.29	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1110.54	25.33	1.497e+04	88.71	1807.50	291.35	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1108.73	56.04	1.502e+04	196.54	1807.50	372.12	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1107.34	206.50	1.523e+04	725.15	1337.78	900.27	-146.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1105.71	38.09	1.527e+04	133.94	3265.98	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1103.33	72.14	1.534e+04	254.26	1811.50	577.93	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1103.03	35.16	1.538e+04	123.95	2042.39	766.22	-138.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1102.40	70.46	1.545e+04	248.54	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1101.00	156.27	1.560e+04	551.91	1811.50	581.18	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.31	231.43	1.583e+04	817.90	3400.00	872.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.24	27.67	1.586e+04	97.80	3202.74	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100.00	6056.05	2.192e+04	2.141e+04	449.89	1317.47	-43.50	0.0	450.00	1317.50	0.940	1.5091e-04	1.1943e-04
1099.38	6.30	2.192e+04	22.29	3106.67	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1099.16	29.25	2.195e+04	103.47	3312.06	755.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1094.80	154.00	2.211e+04	546.98	1811.50	580.00	-49.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1094.70	648.06	2.276e+04	2302.04	3120.22	1353.97	-24.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1092.28	12.54	2.277e+04	44.66	3240.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1089.60	7.20	2.278e+04	25.69	3340.00	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1089.27	384.40	2.316e+04	1372.28	1580.42	215.39	-162.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1088.23	17.57	2.318e+04	62.79	3362.60	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1084.25	331.58	2.351e+04	1189.18	3440.00	938.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	Forza Sismica	Tot. parziale	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
29.67	0.30	2.426e+05	39.17	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19.33	4.44	2.426e+05	893.24	1741.48	633.76	-144.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.67	0.10	2.426e+05	41.22	2305.00	1075.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.76	0.20	2.426e+05	207.92	1807.50	1310.89	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.60	0.78	2.426e+05	840.55	1807.50	1226.47	-179.25	0.0	1807.50	1228.00	2.998	0.0	2.9899e-04
2.25	0.06	2.426e+05	104.64	840.29	1095.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.16	0.09	2.426e+05	168.98	806.29	1095.00	-1.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.01	0.09	2.426e+05	170.79	2467.70	909.21	-142.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.76	0.79	2.426e+05	1731.21	1778.44	1287.68	-179.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.62	0.65	2.426e+05	1559.96	1648.72	1283.97	-163.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.47	0.02	2.426e+05	127.21	430.09	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.39	0.02	2.426e+05	172.50	1403.00	65.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	2.426e+05		1.786e+06									

ANALISI SULLA STRUTTURA DOPO L'INTERVENTO

Tipo di analisi	MODALE CON FATTORE DI STRUTTURA
Fattore di struttura	$q_x=3.30, q_y=3.30$
Periodo fondamentale direzione x	0.328 s
Periodo fondamentale direzione y	0.235 s
Eccentricità agg.	5%
Fattore η	1 (strutture in c.a., legno, muratura)
Fattore λ	1
Stati limite di calcolo	SLV – SLD

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.497
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.154 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.328 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 4.510
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.497
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.154 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.326 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 4.523
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			fattore di sito S = 1.497
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.154 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.235 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 5.900
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.497
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.154 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.211 sec.
			fattore q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 6.458
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.200 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.328 sec.
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.200 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.326 sec.
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.200 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.235 sec.
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.200 g

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.211 sec.
			numero di modi considerati: 20
			combinaz. modale: CQC

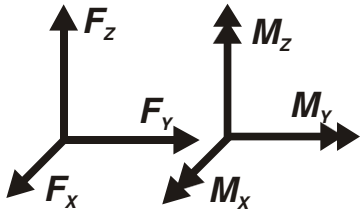
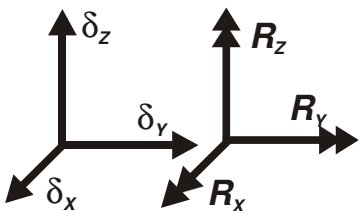
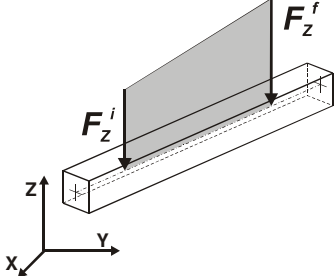
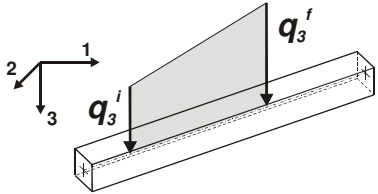
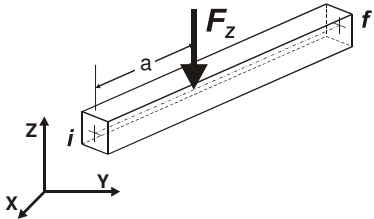
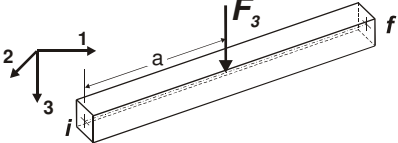
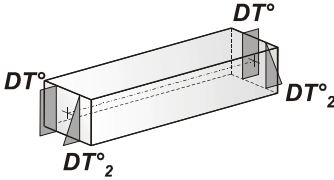
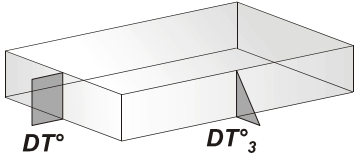
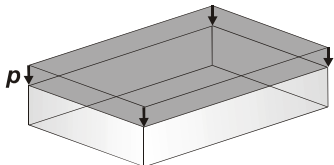
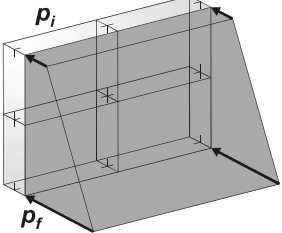
5.5. Modellazione delle azioni con il codice F.E.M.

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive delle azioni considerate dal programma di calcolo.

5.5.1. Legenda tabella dati azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

 <p>Carico concentrato nodale</p>	 <p>Spostamento impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

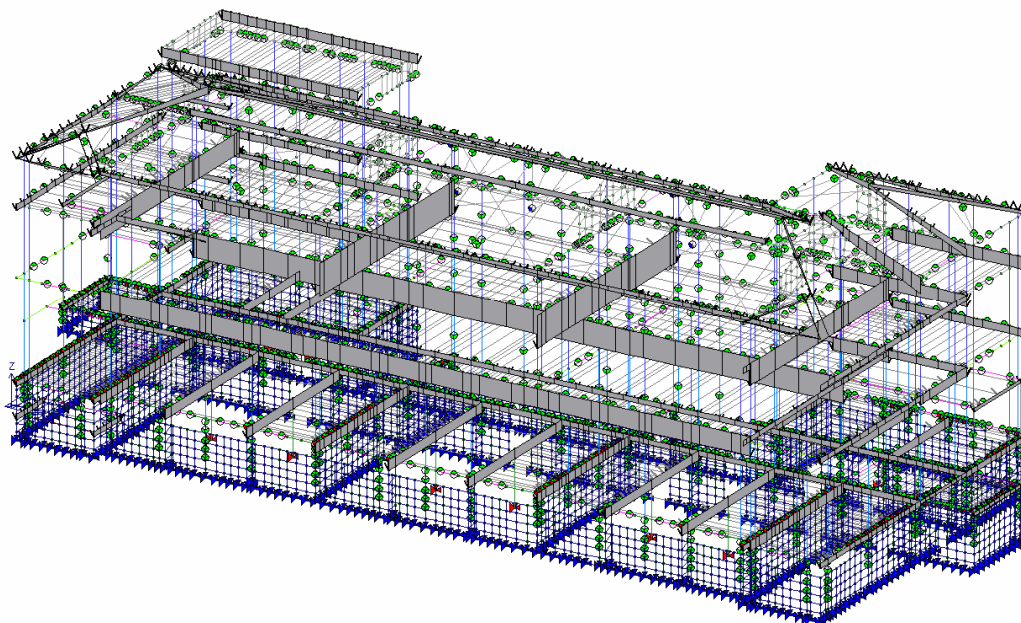
Tipo carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale	0.0	0.0	0.0	-20.50	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-20.50	0.0	0.0	0.0
2	DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale	0.0	0.0	0.0	-5.40	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-5.40	0.0	0.0	0.0
7	DG:Fzi=-3.16 Fzf=-3.16 nicchie finestre	0.0	0.0	0.0	-3.16	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-3.16	0.0	0.0	0.0
8	570 FINESTRE FACCIATA PT	0.0	0.0	0.0	-5.70	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-5.70	0.0	0.0	0.0
9	470 FINESTRE INTERNO PT	0.0	0.0	0.0	-4.70	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-4.70	0.0	0.0	0.0
10	400 FINESTRE RETRO PT	0.0	0.0	0.0	-4.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-4.00	0.0	0.0	0.0
11	800 FINESTRE FACCIATA P1	0.0	0.0	0.0	-8.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-8.00	0.0	0.0	0.0
12	600 FINESTRE INTERNO P1	0.0	0.0	0.0	-6.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-6.00	0.0	0.0	0.0
13	650 FINESTRE RETRO P1	0.0	0.0	0.0	-6.50	0.0	0.0	0.0

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		0.0	0.0	0.0	-6.50	0.0	0.0	0.0

5.5.2. Inserimento dei carichi nel modello di calcolo

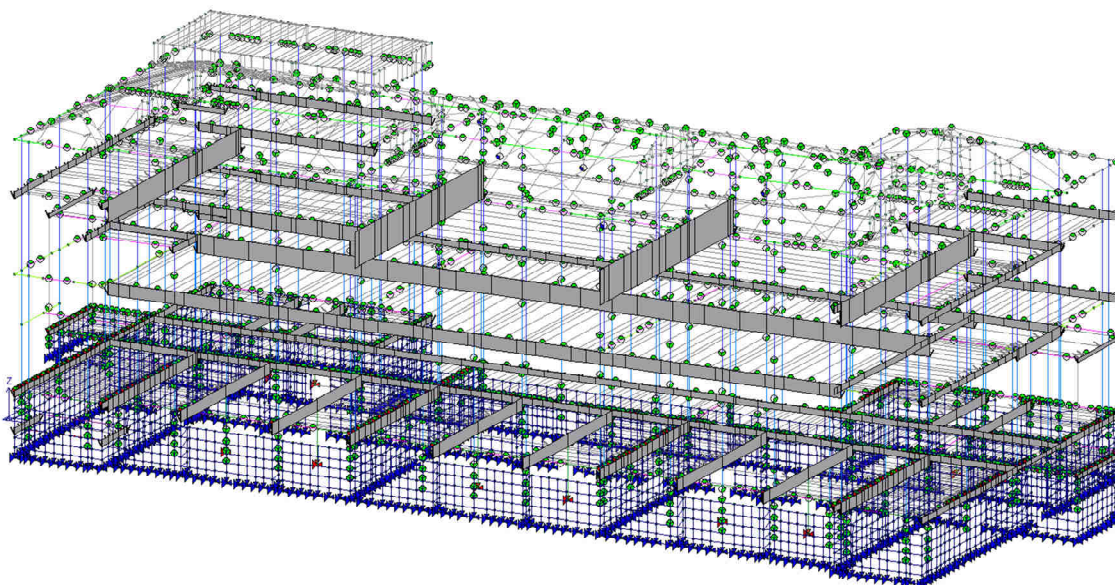
CARICHI 002) CDC=G1sk (permanente solai-coperture)



Completo-ultimo-statico.PSP

Immagine 5.1 CDC 2 - Sovraccarico permanente solai e copertura

CARICHI 003) CDC=Qsk (variabile solai)



Completo-ultimo-statico.PSP

Immagine 5.2 CDC 3 - Sovraccarico variabile solai

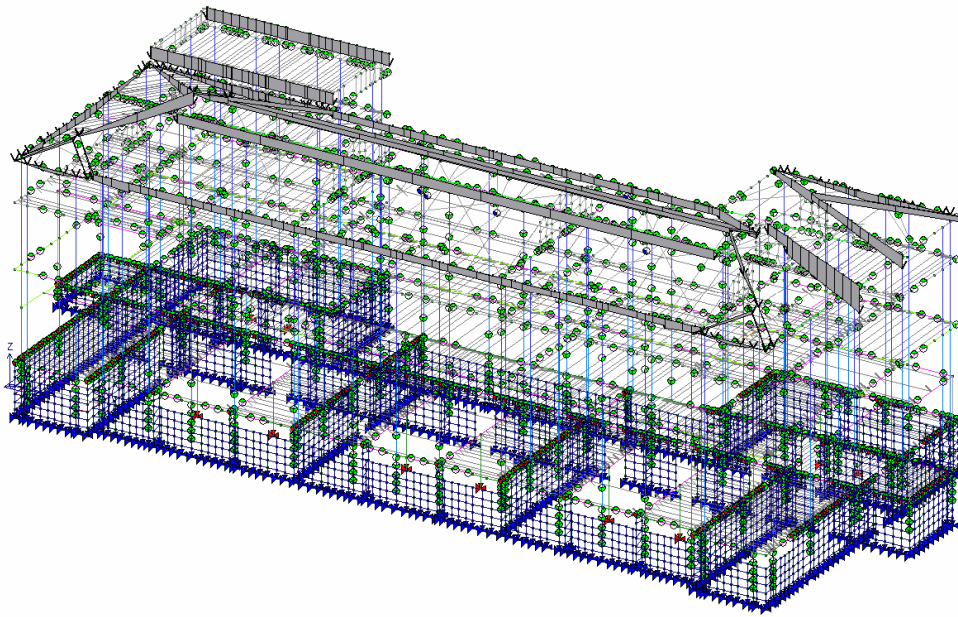


Immagine 5.3 CDC 4 - Sovraccarico neve

6. COMBINAZIONE DELLE AZIONI DI CALCOLO

6.1. Combinazione delle azioni con il metodo degli stati limite

Secondo il metodo degli stati limite, le azioni sulla costruzione devono essere cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Le combinazioni generalmente adottate, sono del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} [\gamma_{Qi} (\psi_{oi} Q_{ki})]$$

essendo:

- G_1 è il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 è il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P valore della forza di precompressione;
- Q_{k1} il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;
- Q_{ki} i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;
- γ_{G1} = è il coefficiente parziale di sicurezza del carico G_1 : 1,3 (1 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- γ_{G2} = è il coefficiente parziale di sicurezza del carico G_2 : 1,5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- γ_p = è il coefficiente parziale della precompressione: 1,0;
- γ_q = è il coefficiente parziale di sicurezza dell'azione variabile: 1,5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- ψ_{oi} = coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro (o di combinazione) dell'azione variabile Q_i definito come "il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili".

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si sono distinti:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- lo stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si è considerato l'approccio 2 che impiega un'unica combinazione dei gruppi dei coefficienti parziali definiti per le azioni e le resistenze dei materiali. In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_f riportati nella colonna A1 della tabella seguente.

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Per gli stati limite di esercizio si devono prendere in esame le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti con $\gamma_g = \gamma_p = \gamma_q = 1$, e applicando ai valori caratteristici delle azioni variabili adeguati coefficienti ψ_0, ψ_1, ψ_2 .

In forma convenzionale le combinazioni possono essere espresse nel modo seguente:
combinazioni rare:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ki})$$

combinazioni frequenti:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ki})$$

combinazioni quasi permanenti:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ki})$$

- ψ_{0i} coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro (o di combinazione) dell'azione variabile Q_i definito come "il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili".
- ψ_{1i} coefficiente di combinazione che fornisce il valore frequente dell'azione variabile Q_i definito come "il valore corrispondente al frattile 95% della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento";
- ψ_{2i} coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi permanente dell'azione variabile Q_i definito come "la media della distribuzione temporale dell'intensità";

In mancanza di informazioni adeguate si potranno attribuire ai coefficienti $\psi_{0i}, \psi_{1i}, \psi_{2i}$ i valori seguenti (bordati in rosso i valori assunti per questa analisi):

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

Valori dei coefficienti di combinazione

6.2. Combinazioni delle azioni in presenza di forze sismiche

Per le **azioni sismiche** la normativa impone la verifica sia agli stati limite ultimi e di esercizio.

In classe d'uso III, vita nominale 50 anni e con un livello di sicurezza richiesto pari al 100% di quanto previsto dalla norma per edifici nuovi, gli stati limite ultimi si differenziano in:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), PVR=18%;

Stato Limite di prevenzione Collasso (SLC), PVR=10%;

Per gli stati limite di esercizio invece si ha:

Stato Limite di Danno (SLD) PVR=79%.

Per i suddetti stati limite le verifiche devono essere effettuate per la seguente combinazione degli effetti della azione sismica con le altre azioni.

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum(\psi_{2i} Q_{ki})$$

dove:

E azione sismica per lo stato limite in esame;

G_1 è il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_2 è il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P valore dell'azione di precompressione

ψ_{2i} coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi permanente dell'azione variabile Q_i ;

Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i ;

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + P + \sum (\psi_{2i} Q_{ki})$$

dove:

- ψ_{2i} coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi permanente dell'azione variabile Q_i definito come "la media della distribuzione temporale dell'intensità".

6.3. Stati limite considerati

Sono state effettuate analisi e verifiche agli SLV e agli SLD.

6.4. Schematizzazione dei casi di carico con il codice F.E.M.

6.4.1. Legenda tabella casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 12 tipi di casi di carico:

	<i>Sigla</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descrizione</i>
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura nel modello considerato, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati (D2 o D3) con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per il generico caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico)	D2 :da 1263 a 1267 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1268 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1312 a 1314 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1315 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1316 a 1318 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1319 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1320 a 1322 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1323 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1324 a 1326 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1327 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1328 a 1330 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1331 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1332 a 1334 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1335 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1336 a 1338 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1339 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1340 a 1342 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 : 1343 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 :da 1344 a 1345 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale D2 :da 1346 a 1349 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale D2 : 1529 Azione : DG:Fzi=-20.50 Fzf=-20.50 perm rampe scale
3	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
4	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai) SU ELEMENTI SOLAIO	
5	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve) SU ELEMENTI SOLAIO	
7	Qk	CDC=Qk (variabile generico)	D2 : 1529 Azione : DG:Fzi=-5.40 Fzf=-5.40 acc rampe scale
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura) partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1k (permanente generico) partecipazione:1.00 per 3 CDC=G1sk (permanente solai-coperture) partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qsk (variabile solai) SU ELEMENTI SOLAIO partecipazione:1.00 per 5 CDC=Qnk (carico da neve) SU ELEMENTI SOLAIO partecipazione:0.30 per 7 CDC=Qk (variabile generico)
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
14	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
15	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico

6.5. Combinazioni dei carichi considerate dal codice F.E.M.

6.5.1. Legenda tabella combinazioni di carico

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 35	
36	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 36	
37	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37	
38	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38	
39	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39	
40	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40	
41	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41	
42	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42	
43	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	
44	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	

7. MODELLAZIONE E CALCOLO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI CON CODICE F.E.M.

L'impostazione dei dati di calcolo segue quanto già presentato nei paragrafi precedenti. Le verifiche sono condotte secondo le NTC 2018 e circolare applicativa. Tutti i processi sono effettuati con l'ausilio di un codice di calcolo F.E.M.

I paragrafi che seguono illustrano i metodi di calcolo e verifica con cui opera il programma, le modalità di lettura dei tabulati esplicativi prodotti dal codice e i tabulati contenenti i risultati dei calcoli o delle verifiche; in alcuni casi questi ultimi si omettono parzialmente per brevità, oppure si riportano parzialmente.

7.1. Codice di licenza e dichiarazione di affidabilità del software di calcolo automatico

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PRO_SAP RY2018(b) (vers. 18.14)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	
Codice Utente:	
Codice Licenza:	Professional

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:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. 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. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

Dichiarazione affidabilità

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 14/01/2008 - Paragrafo 10.2)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo 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 tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

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

Elemento tipo TRUSS (asta)*

Elemento tipo BEAM (trave)*

Elemento tipo MEMBRANE (membrana)*

Elemento tipo PLATE (piastra-guscio)*

Elemento tipo BRICK (solido)

Elemento tipo BOUNDARY (molla)*

Elemento tipo STIFFNESS

(matrice di rigidità)

*** anche non lineare**

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, 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.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:

<http://www.2si.it/affidabilita.php>

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;

- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;

- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del solutore fem 2S.I. implementa componenti sviluppati da CM2 - Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilita/benchmarks_e_sap.zip

PRO_SAP
PROfessional Structural Analysis Program

7.2. Descrizione del calcolo con codice di calcolo ad elementi finiti

7.2.1. Descrizione del metodo di calcolo

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

I metodi impiegati per l'analisi strutturale sono i seguenti :

- per carichi statici: metodo degli spostamenti
- per carichi sismici: metodo dell'analisi statica equivalente o analisi dinamica modale con spettro di risposta. Spostamenti ed azioni sono calcolati con il metodo agli elementi finiti (F.E.M.).

Il metodo degli elementi finiti si basa sulla schematizzazione di una struttura come insieme di "elementi" di varie geometrie e caratteristiche, connessi l'un l'altro solo in corrispondenza di un numero determinato di punti chiamati "nodi". Tali nodi, definiti da tre coordinate rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano globale, sono contrassegnati da un identificatore numerico ("numerazione nodale") crescente a partire da uno. Anche gli elementi, risultano a loro volta individuati da un identificatore numerico crescente.

Incognite del problema (metodo degli spostamenti) sono assunte le 6 componenti di spostamento di ogni nodo, riferite alla terna globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z) escluse naturalmente quelle impedito dai vincoli imposti alla struttura.

Il metodo permette di giungere all'impostazione di un sistema di equazioni algebriche lineari, nelle sopra citate componenti di spostamento (gradi di libertà) i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati nei nodi:

$$K * u = F$$

dove K = matrice di rigidezza
u = vettore spostamenti nodali
F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti risultanti dalla risoluzione del sistema sono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni in punti caratteristici di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

7.2.2. Sistema di riferimento globale

Il sistema di riferimento impiegato, per nodi ed elementi e tutti gli altri dati strutturali, è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ.

Si assume che l'asse Z sia verticale ed orientato verso l'alto.

7.2.3. Modellazione della struttura e dei vincoli

La struttura e' modellata come insieme di "elementi", tra loro collegati in punti chiamati "nodi". Gli elementi sono del tipo:

Elementi monodimensionali (una dimensione prevalente sulle altre due)

- aste;
- travi, pilastri;
- molle;

Elementi bidimensionali (due dimensioni prevalenti sulla terza):

- setti, piastre;
- solai;

- Elemento asta : elemento lineare a sezione costante ed asse rettilineo, reagente a solo sforzo assiale. Nello spazio 3-D l'elemento asta ha 3 gradi di libertà ai nodi cui corrispondono in uscita tre componenti di spostamento di traslazione in ognuno dei suoi due nodi di estremità ed un solo valore della tensione e della forza assiale.
- Elemento trave : elemento monodimensionale reagente con 6 caratteristiche di sollecitazione (forza assiale, 2 forze di taglio, 2 momenti flettenti, 1 momento torcente), ad ognuna delle due estremità. L'elemento trave e' prismatico, ossia a sezione costante ed asse rettilineo. Con il termine travi si intendono elementi non verticali. Con il termine pilastri si intendono elementi verticali.
- Elemento molla : elemento agente come molla estensionale o rotazionale di opportuna rigidezza, usato per schematizzare vincoli elastici o rigidi, anche in direzioni non coincidenti con quelle della terna globale.
- Elemento setto/piastra: elemento 2-D, di forma triangolare o quadrangolare, reagente ad azioni nel proprio piano (azioni membranali) e ad azioni fuori dal proprio piano (azioni flettenti e taglianti). Questo elemento e' usato per rappresentare pareti verticali, muri di sostegno, platee di fondazione.
- Elemento solaio : elemento 2-D, di forma triangolare o quadrangolare, che reagisce a soli sforzi di membrana. Questo elemento e' usato per rappresentare il comportamento degli impalcati nei riguardi delle azioni orizzontali. Per una descrizione più sintetica della struttura e per l'esecuzione di tutte le verifiche richieste dalle normativa, gli elementi sono riuniti in "macro-elementi". Per macro-elementi, si intende il raggruppamento di più elementi, non necessariamente dello stesso tipo, in

modo da formare delle parti strutturali riconoscibili ed identificabili all'interno della struttura.

- Macroelemento Travata: allineamento di travi non verticali (anche ad asse spezzato)
- Macroelemento pilastrata: allineamento di pilastri verticali
- Macroelemento telaio: insieme di travi, pilastri posti in un piano verticale
- Macroelemento muro: insieme di elementi setto/piastra posti in un piano qualsiasi, aventi lo stesso spessore.
- Macroelemento impalcato: insieme di nodi, travi e solai disposti di solito, ma non necessariamente in un piano orizzontale.

7.2.4. Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Il solutore e' il seguente:

- e_Sap (Solutore ottimizzato per Pro-Sap)

Il programma SUPERSAP applica il metodo degli elementi finiti a strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, il cui comportamento possa ragionevolmente considerarsi lineare.

Si intende con ciò parlare sia di linearità materiale (proporzionalità tra tensioni e deformazioni), sia di linearità geometrica (proporzionalista tra carichi e spostamenti).

Effettua il calcolo sia in campo statico sia in campo dinamico. Nel primo caso la routine di risoluzione opera secondo l'algorithmo di Gauss modificato sulla matrice globale suddivisa in blocchi memorizzati su memoria periferica. Nel secondo caso si può optare per un'analisi modale o per una integrazione diretta passo-passo delle equazioni del moto.

I carichi possono essere specificati sia come azioni concentrate applicate ai nodi, sia come forze (o momenti) concentrate o distribuite o variazioni termiche agenti all'interno del singolo elemento.

7.3. Modellazione dei materiali

7.3.1. Legenda tabella dati materiali

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	<i>cemento armato</i>	Rck Fctm	resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice
2	<i>acciaio</i>	Ft Fy Fd Fdt Sadm Sadmt	tensione di rottura a trazione tensione di snervamento resistenza di calcolo resistenza di calcolo per spess. t>40 mm tensione ammissibile tensione ammissibile per spess. t>40 mm
3	<i>muratura</i>	Resist. Fk Resist. Fvko	resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio
4	<i>legno</i>	Resist. fc0k Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio Modulo elastico parallelo caratteristico lamellare o massiccio

Segue la tabella contenente il riassunto dei materiali in uso nel presente modello.

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
1	Calcestruzzo Classe C25/30		3.145e+05	0.12	1.404e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					
10	acciaio Fe360 - S235		2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.00e-05
	ft	3600.0					
	fy	2350.0					
	fd	2350.0					
	fdt	2100.0					
	sadm	1600.0					
	sadmt	1400.0					
11	acciaio Fe430 - S275		2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.00e-05
	ft	4300.0					
	fy	2750.0					
	fd	2750.0					
	fdt	2500.0					
	sadm	1900.0					
	sadmt	1700.0					
14	muratura E = 3.000e+04 mattoni pieni con malta M4		3.000e+04	0.0	1.200e+04	2.00e-03	1.00e-05
	Resist. fk	30.0					
	Resist. fvko	2.0					
42	legno conifera C24 - UNI EN 338 2004 Per EC5		1.100e+05	0.0	6900.0	4.20e-04	0.0
	Modulo E0,05		7.400e+04				
	LamellareMateriale non massiccio e pertanto da considerare come lamellareNo						
	Resist. fc0k	210.0					
	Resist. ft0k	140.0					
	Resist. fmk	240.0					
	Resist. fvk	25.0					
46	c.a. inf. rigido senza peso		3.122e+08	0.12	1.394e+08	0.0	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	26.1					
50	Calcestruzzo Classe C25/30 E=60%		1.887e+05	0.0	8.423e+04	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					
51	Calcestruzzo Classe C28/35 E=60%		1.956e+05	0.0	8.732e+04	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	350.0					
	fctm	28.4					
72	muratura E = 2.000e+05 Muratura in calcestruzzo gettato in opera non armato (Rck100)		2.000e+05	0.0	1.000e+05	2.40e-03	1.00e-05
	Resist. fk	100.0					
	Resist. fvko	3.3					
73	muratura E = 2.835e+04		2.835e+04	0.0	141.0	2.00e-03	1.00e-05
	Resist. fk	15.6					
	Resist. fvko	1.9					
74	materiale E=2.000e+08 [w= 0.0]		2.000e+08	0.0	1.000e+08	0.0	0.0

7.4. Modellazione delle sezioni

7.4.1. Legenda tabella dati sezioni

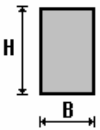
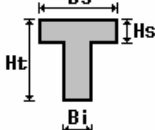
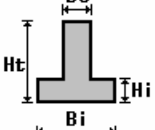
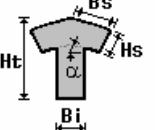
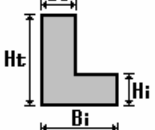
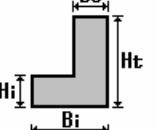
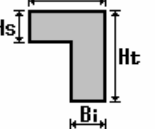
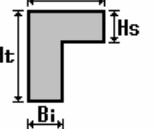
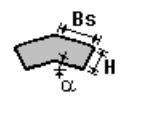
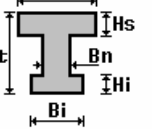
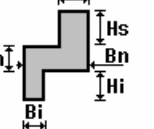
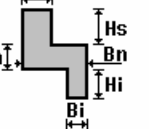
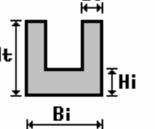
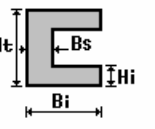
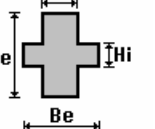
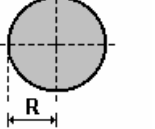
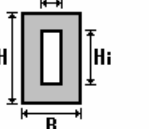
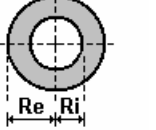
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=60 h=30	1800.00	1500.00	1500.00	3.699e+05	5.400e+05	1.350e+05	1.800e+04	9000.00	2.700e+04	1.350e+04
5	Rettangolare: b=30.00 h =53.00	1590.00	1325.00	1325.00	3.069e+05	1.193e+05	3.722e+05	7950.00	1.405e+04	1.193e+04	2.107e+04
6	Rettangolare: b=45.00 h =20.00	900.00	750.00	750.00	8.640e+04	1.519e+05	3.000e+04	6750.00	3000.00	1.013e+04	4500.00
7	Rettangolare: b=35.00 h =20.00	700.00	583.33	583.33	5.973e+04	7.146e+04	2.333e+04	4083.33	2333.33	6125.00	3500.00
8	Rettangolare: b=30.00 h =20.00	600.00	500.00	500.00	4.640e+04	4.500e+04	2.000e+04	3000.00	2000.00	4500.00	3000.00
11	Rettangolare: b=26.00 h =50.00	1300.00	1083.33	1083.33	1.970e+05	7.323e+04	2.708e+05	5633.33	1.083e+04	8450.00	1.625e+04
15	Rettangolare: b=12 h=15	180.00	150.00	150.00	4453.61	2160.00	3375.00	360.00	450.00	540.00	675.00
16	Rettangolare: b=20 h=24	480.00	400.00	400.00	3.189e+04	1.600e+04	2.304e+04	1600.00	1920.00	2400.00	2880.00
17	Rettangolare: b=18 h=24	432.00	360.00	360.00	2.522e+04	1.166e+04	2.074e+04	1296.00	1728.00	1944.00	2592.00
18	Rettangolare: b=18 h=22	396.00	330.00	330.00	2.163e+04	1.069e+04	1.597e+04	1188.00	1452.00	1782.00	2178.00
19	Rettangolare: b=12 h=16	192.00	160.00	160.00	4981.62	2304.00	4096.00	384.00	512.00	576.00	768.00
20	Rettangolare: b=14 h=18	252.00	210.00	210.00	8667.44	4116.00	6804.00	588.00	756.00	882.00	1134.00
21	Rettangolare: b=14 h=16	224.00	186.67	186.67	6981.55	3658.67	4778.67	522.67	597.33	784.00	896.00
22	Rettangolare: b=10 h=12	120.00	100.00	100.00	1993.36	1000.00	1440.00	200.00	240.00	300.00	360.00
23	Rettangolare: b=10 h=14	140.00	116.67	116.67	2616.82	1166.67	2286.67	233.33	326.67	350.00	490.00
24	Rettangolare: b=14.00 h =22.00	308.00	256.67	256.67	1.206e+04	5030.67	1.242e+04	718.67	1129.33	1078.00	1694.00
27	Rettangolare: b=40 h=40	1600.00	1333.33	1333.33	3.599e+05	2.133e+05	2.133e+05	1.067e+04	1.067e+04	1.600e+04	1.600e+04

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
28	Rettangolare: b=45 h=105.211	4734.51	3945.43	3945.43	2.335e+06	7.989e+05	4.367e+06	3.551e+04	8.302e+04	5.326e+04	1.245e+05
29	Rettangolare: b=45 h=115	5175.00	4312.50	4312.50	2.632e+06	8.733e+05	5.703e+06	3.881e+04	9.919e+04	5.822e+04	1.488e+05
30	Rettangolare: b=45 h=95	4275.00	3562.50	3562.50	2.024e+06	7.214e+05	3.215e+06	3.206e+04	6.769e+04	4.809e+04	1.015e+05
31	Rettangolare: b=45 h=255	1.147e+04	9562.50	9562.50	6.884e+06	1.936e+06	6.218e+07	8.606e+04	4.877e+05	1.291e+05	7.315e+05
32	Rettangolare: b=45 h=105	4725.00	3937.50	3937.50	2.328e+06	7.973e+05	4.341e+06	3.544e+04	8.269e+04	5.316e+04	1.240e+05
33	Rettangolare: b=26 h=110	2860.00	2383.33	2383.33	5.485e+05	1.611e+05	2.884e+06	1.239e+04	5.243e+04	1.859e+04	7.865e+04
34	Rettangolare: b=26 h=135	3510.00	2925.00	2925.00	6.950e+05	1.977e+05	5.331e+06	1.521e+04	7.897e+04	2.281e+04	1.185e+05
35	Rettangolare: b=26 h=330	8580.00	7150.00	7150.00	1.837e+06	4.833e+05	7.786e+07	3.718e+04	4.719e+05	5.577e+04	7.078e+05
36	Rettangolare: b=26 h=277	7202.00	6001.67	6001.67	1.527e+06	4.057e+05	4.605e+07	3.121e+04	3.325e+05	4.681e+04	4.987e+05
37	Rettangolare: b=26 h=270	7020.00	5850.00	5850.00	1.486e+06	3.955e+05	4.265e+07	3.042e+04	3.159e+05	4.563e+04	4.738e+05
38	Rettangolare: b=26 h=324	8424.00	7020.00	7020.00	1.802e+06	4.746e+05	7.369e+07	3.650e+04	4.549e+05	5.476e+04	6.823e+05
39	Rettangolare: b=26 h=298	7748.00	6456.67	6456.67	1.650e+06	4.365e+05	5.734e+07	3.357e+04	3.848e+05	5.036e+04	5.772e+05
40	Rettangolare: b=40 h=85	3400.00	2833.33	2833.33	1.276e+06	4.533e+05	2.047e+06	2.267e+04	4.817e+04	3.400e+04	7.225e+04
41	Rettangolare: b=40 h=75	3000.00	2500.00	2500.00	1.062e+06	4.000e+05	1.406e+06	2.000e+04	3.750e+04	3.000e+04	5.625e+04
42	Rettangolare: b=40 h=55	2200.00	1833.33	1833.33	6.488e+05	2.933e+05	5.546e+05	1.467e+04	2.017e+04	2.200e+04	3.025e+04
43	Rettangolare: b=40 h=215	8600.00	7166.67	7166.67	4.049e+06	1.147e+06	3.313e+07	5.733e+04	3.082e+05	8.600e+04	4.622e+05
45	Rettangolare: b=26 h=125	3250.00	2708.33	2708.33	6.364e+05	1.831e+05	4.232e+06	1.408e+04	6.771e+04	2.113e+04	1.016e+05
48	Rettangolare: b=26 h=214	5564.00	4636.67	4636.67	1.158e+06	3.134e+05	2.123e+07	2.411e+04	1.984e+05	3.617e+04	2.977e+05
49	Rettangolare: b=26 h=143	3718.00	3098.33	3098.33	7.418e+05	2.094e+05	6.336e+06	1.611e+04	8.861e+04	2.417e+04	1.329e+05
56	Rettangolare: b=26 h=257	6682.00	5568.33	5568.33	1.410e+06	3.764e+05	3.678e+07	2.896e+04	2.862e+05	4.343e+04	4.293e+05
57	Rettangolare: b=26 h=250	6500.00	5416.67	5416.67	1.369e+06	3.662e+05	3.385e+07	2.817e+04	2.708e+05	4.225e+04	4.062e+05
62	Rettangolare: b=26 h=70	1820.00	1516.67	1516.67	3.141e+05	1.025e+05	7.432e+05	7886.67	2.123e+04	1.183e+04	3.185e+04
63	Rettangolare: b=26 h=113	2938.00	2448.33	2448.33	5.661e+05	1.655e+05	3.126e+06	1.273e+04	5.533e+04	1.910e+04	8.300e+04
69	Rettangolare: b=26 h=220	5720.00	4766.67	4766.67	1.193e+06	3.222e+05	2.307e+07	2.479e+04	2.097e+05	3.718e+04	3.146e+05
70	Rettangolare: b=26 h=210	5460.00	4550.00	4550.00	1.134e+06	3.076e+05	2.007e+07	2.366e+04	1.911e+05	3.549e+04	2.867e+05
71	Rettangolare: b=26 h=225	5850.00	4875.00	4875.00	1.222e+06	3.296e+05	2.468e+07	2.535e+04	2.194e+05	3.803e+04	3.291e+05
72	Rettangolare: b=26 h=232	6032.00	5026.67	5026.67	1.263e+06	3.398e+05	2.706e+07	2.614e+04	2.332e+05	3.921e+04	3.499e+05
73	Rettangolare: b=26 h=130	3380.00	2816.67	2816.67	6.657e+05	1.904e+05	4.760e+06	1.465e+04	7.323e+04	2.197e+04	1.099e+05
74	Rettangolare: b=26 h=65	1690.00	1408.33	1408.33	2.848e+05	9.520e+04	5.950e+05	7323.33	1.831e+04	1.099e+04	2.746e+04
77	Rettangolare: b=26 h=160	4160.00	3466.67	3466.67	8.414e+05	2.343e+05	8.875e+06	1.803e+04	1.109e+05	2.704e+04	1.664e+05
78	Rettangolare: b=26 h=40	1040.00	866.67	866.67	1.384e+05	5.859e+04	1.387e+05	4506.67	6933.33	6760.00	1.040e+04
79	Rettangolare: b=45 h=122	5490.00	4575.00	4575.00	2.845e+06	9.264e+05	6.809e+06	4.118e+04	1.116e+05	6.176e+04	1.674e+05
80	TRAVI FITTIZIE RIGIDE	1560.00	1300.00	1300.00	2.556e+05	8.788e+04	4.680e+05	6760.00	1.560e+04	1.014e+04	2.340e+04
81	Rettangolare: b=26 h=122	3172.00	2643.33	2643.33	6.188e+05	1.787e+05	3.934e+06	1.375e+04	6.450e+04	2.062e+04	9.675e+04
82	Rettangolare: b=40 h=395	1.580e+04	1.317e+04	1.317e+04	7.889e+06	2.107e+06	2.054e+08	1.053e+05	1.040e+06	1.580e+05	1.560e+06
83	Rettangolare: b=46 h=320	1.472e+04	1.227e+04	1.227e+04	9.442e+06	2.596e+06	1.256e+08	1.129e+05	7.851e+05	1.693e+05	1.178e+06

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
84	Rettangolare: b=46 h=249	1.145e+04	9545.00	9545.00	7.139e+06	2.020e+06	5.918e+07	8.781e+04	4.753e+05	1.317e+05	7.130e+05
85	Rettangolare: b=46 h=107	4922.00	4101.67	4101.67	2.531e+06	8.679e+05	4.696e+06	3.774e+04	8.778e+04	5.660e+04	1.317e+05
86	Rettangolare: b=46 h=214	9844.00	8203.33	8203.33	6.003e+06	1.736e+06	3.757e+07	7.547e+04	3.511e+05	1.132e+05	5.267e+05
87	Rettangolare: b=46 h=143	6578.00	5481.67	5481.67	3.699e+06	1.160e+06	1.121e+07	5.043e+04	1.568e+05	7.565e+04	2.352e+05
88	Rettangolare: b=46 h=252	1.159e+04	9660.00	9660.00	7.236e+06	2.044e+06	6.134e+07	8.887e+04	4.869e+05	1.333e+05	7.303e+05
89	Rettangolare: b=46 h=262	1.205e+04	1.004e+04	1.004e+04	7.560e+06	2.125e+06	6.894e+07	9.240e+04	5.263e+05	1.386e+05	7.894e+05
90	Rettangolare: b=46 h=80	3680.00	3066.67	3066.67	1.655e+06	6.489e+05	1.963e+06	2.821e+04	4.907e+04	4.232e+04	7.360e+04
91	Rettangolare: b=46 h=75	3450.00	2875.00	2875.00	1.493e+06	6.084e+05	1.617e+06	2.645e+04	4.313e+04	3.968e+04	6.469e+04
92	Rettangolare: b=46 h=83	3818.00	3181.67	3181.67	1.753e+06	6.732e+05	2.192e+06	2.927e+04	5.282e+04	4.391e+04	7.922e+04
93	Rettangolare: b=46 h=176	8096.00	6746.67	6746.67	4.770e+06	1.428e+06	2.090e+07	6.207e+04	2.375e+05	9.310e+04	3.562e+05
94	Rettangolare: b=46 h=278	1.279e+04	1.066e+04	1.066e+04	8.080e+06	2.255e+06	8.236e+07	9.804e+04	5.925e+05	1.471e+05	8.888e+05
95	Rettangolare: b=46 h=312	1.435e+04	1.196e+04	1.196e+04	9.183e+06	2.531e+06	1.164e+08	1.100e+05	7.463e+05	1.650e+05	1.119e+06
96	Rettangolare: b=46 h=138	6348.00	5290.00	5290.00	3.537e+06	1.119e+06	1.007e+07	4.867e+04	1.460e+05	7.300e+04	2.190e+05
97	Rettangolare: b=46 h=113	5198.00	4331.67	4331.67	2.726e+06	9.166e+05	5.531e+06	3.985e+04	9.790e+04	5.978e+04	1.468e+05
98	Rettangolare: b=46 h=112	5152.00	4293.33	4293.33	2.694e+06	9.085e+05	5.386e+06	3.950e+04	9.617e+04	5.925e+04	1.443e+05
99	Rettangolare: b=46 h=105	4830.00	4025.00	4025.00	2.466e+06	8.517e+05	4.438e+06	3.703e+04	8.453e+04	5.555e+04	1.268e+05
100	Rettangolare: b=46 h=100	4600.00	3833.33	3833.33	2.304e+06	8.111e+05	3.833e+06	3.527e+04	7.667e+04	5.290e+04	1.150e+05
101	Rettangolare: b=46 h=125	5750.00	4791.67	4791.67	3.115e+06	1.014e+06	7.487e+06	4.408e+04	1.198e+05	6.613e+04	1.797e+05
102	Rettangolare: b=46 h=115	5290.00	4408.33	4408.33	2.791e+06	9.328e+05	5.830e+06	4.056e+04	1.014e+05	6.084e+04	1.521e+05
103	Rettangolare: b=46 h=150	6900.00	5750.00	5750.00	3.927e+06	1.217e+06	1.294e+07	5.290e+04	1.725e+05	7.935e+04	2.588e+05
104	Rettangolare: b=46 h=160	7360.00	6133.33	6133.33	4.251e+06	1.298e+06	1.570e+07	5.643e+04	1.963e+05	8.464e+04	2.944e+05
105	Rettangolare: b=46 h=70	3220.00	2683.33	2683.33	1.331e+06	5.678e+05	1.315e+06	2.469e+04	3.757e+04	3.703e+04	5.635e+04
106	Rettangolare: b=42 h=65	2730.00	2275.00	2275.00	9.518e+05	4.013e+05	9.612e+05	1.911e+04	2.957e+04	2.867e+04	4.436e+04
107	Rettangolare: b=42 h=100	4200.00	3500.00	3500.00	1.816e+06	6.174e+05	3.500e+06	2.940e+04	7.000e+04	4.410e+04	1.050e+05
108	Rettangolare: b=42 h=105	4410.00	3675.00	3675.00	1.940e+06	6.483e+05	4.052e+06	3.087e+04	7.718e+04	4.631e+04	1.158e+05
109	Rettangolare: b=42 h=40	1680.00	1400.00	1400.00	3.952e+05	2.470e+05	2.240e+05	1.176e+04	1.120e+04	1.764e+04	1.680e+04
111	UPN 180	28.00	0.0	0.0	9.55	114.00	1354.00	22.40	150.00	42.90	179.00
112	Rettangolare: b=46 h=26	1196.00	996.67	996.67	1.735e+05	2.109e+05	6.737e+04	9169.33	5182.67	1.375e+04	7774.00
113	Rettangolare: b=1 h=10	10.00	8.33	8.33	3.12	0.83	83.33	1.67	16.67	2.50	25.00
115	LU 100x10	19.20	0.0	0.0	6.33	177.00	177.00	24.60	24.60	24.60	24.60

7.5. Modellazione struttura: nodi

7.5.1. Legenda tabella dati nodi

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z). Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

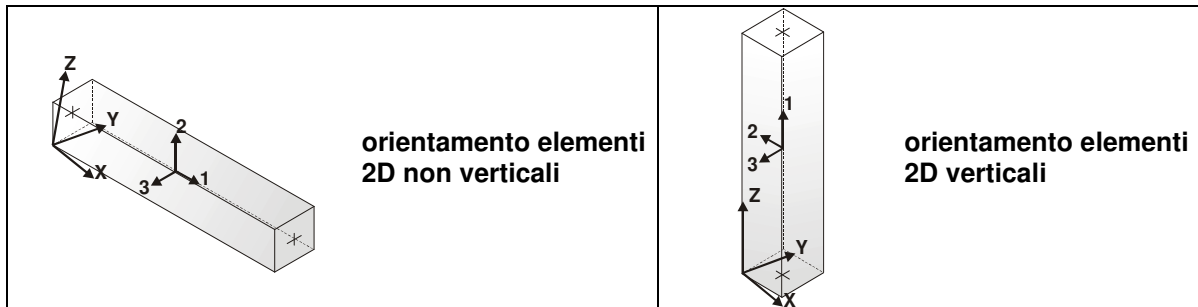
Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

7.6. Modellazione struttura: elementi trave

7.6.1. Legenda tabella dati travi

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi. Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale. Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Anche di questa tabella si riportano alcuni stralci, essendoci molti element, per problemi di spazio.

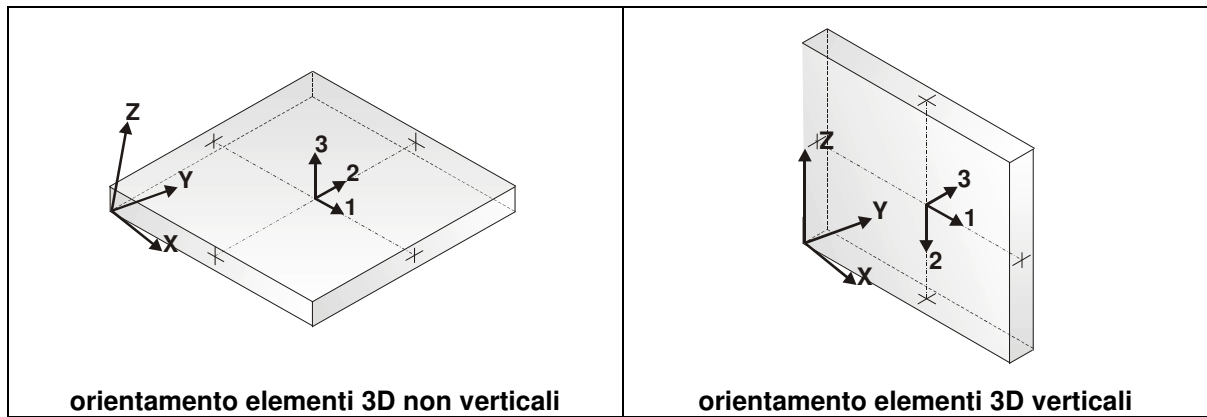
7.7. Modellazione struttura: elementi shell

7.7.1. Legenda tabella dati shell

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.

Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi).

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: <i>Guscio</i> (elemento guscio in elevazione non verticale) <i>Guscio fond.</i> (elemento guscio su suolo elastico) <i>Setto</i> (elemento guscio in elevazione verticale) <i>Membrana</i> (elemento guscio con comportamento membranale)
Nodo I (J, K, L)	numero del nodo I (J, K, L)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico verticale
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Elem.	numero identificativo dell'elemento
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
Pos.	Ascissa del punto di verifica
F ist, F infi	Frecce istantanee e a tempo infinito
Momento	Momento flettente
Taglio	Sollecitazione di taglio
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup.	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
AfV	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
Beff	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
	simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:
sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
sf max	Massima tensione nell'acciaio
tau max	Massima tensione tangenziale nel cls
	simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
verif.	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Verif.V	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni taglianti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rFfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in

	combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rFyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

Anche di questa tabella si riportano alcuni stralci, essendoci molti element, per problemi di spazio.

7.8. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO

7.8.1. Legenda tabella dati solai

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio.

Ogni elemento solaio è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell' archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Tipo	Tipo di carico <i>Variab.</i> Carico variabile generico <i>Var. rid.</i> Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...) <i>Neve</i> Carico di neve
G1k	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
G2k	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
Qk	carico variabile
Fatt. A	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
S sis.	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
Psi 0	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore raro
Psi 1	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore frequente
Psi 2	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore quasi permanente
Psi S 2	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente

	dell'azione variabile: per la definizione delle masse sismiche
Fatt. Fi	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem	numero dell'elemento
Tipo	codice di comportamento
	<i>S</i> elemento utilizzato solo per scarico
	<i>C</i> elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido
	<i>M</i> scarico monodirezionale
	<i>B</i> scarico bidirezionale
Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Mat	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Orditura	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
Gk	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
Qk	carico variabile
Nodi	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto x/d e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

Elem.	numero identificativo dell'elemento
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
Pos.	Ascissa del punto di verifica
F ist, F infi	Frecce istantanee e a tempo infinito
Momento	Momento flettente
Taglio	Sollecitazione di taglio
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup.	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
AfV	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
Beff	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
	<i>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</i>
sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
sf max	Massima tensione nell'acciaio
tau max	Massima tensione tangenziale nel cls
	<i>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</i>
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
verif.	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni ultime proporzionali:

	valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Verif.V	rapporto Sd/Su con sollecitazioni taglianti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rFfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rFyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

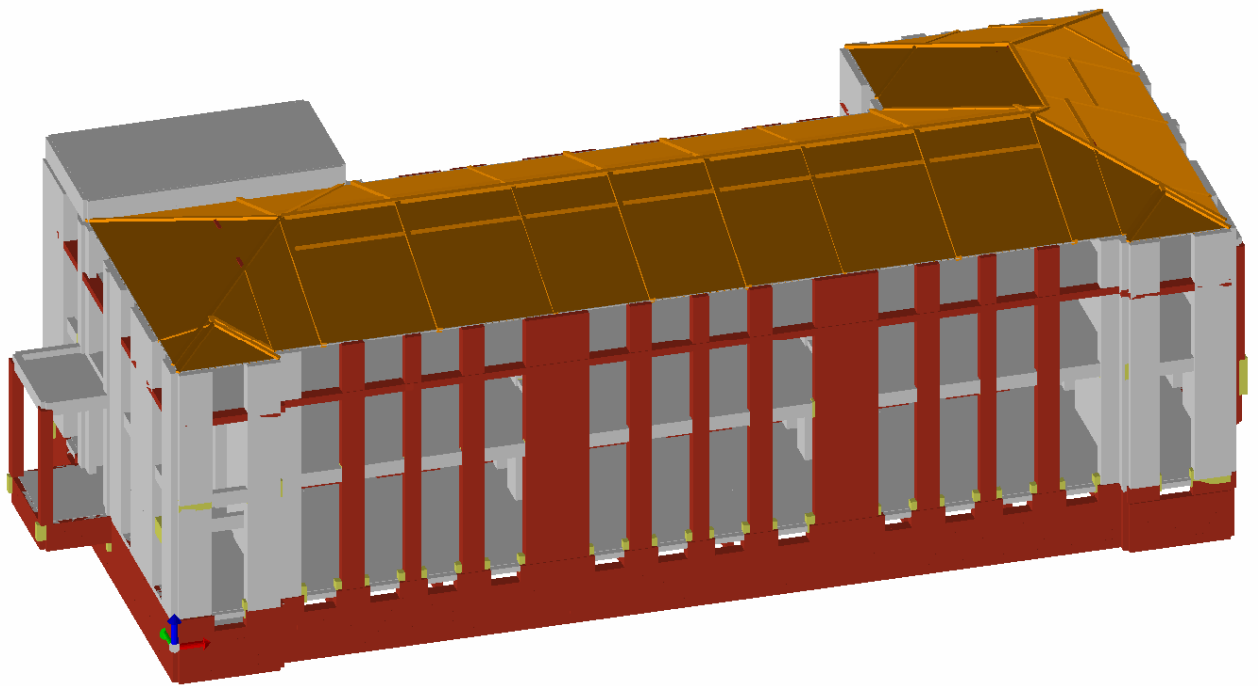


Immagine 7.1 Modello F.E.M. totale, vista assonometrica 1 rappresentazione "solido accurato"

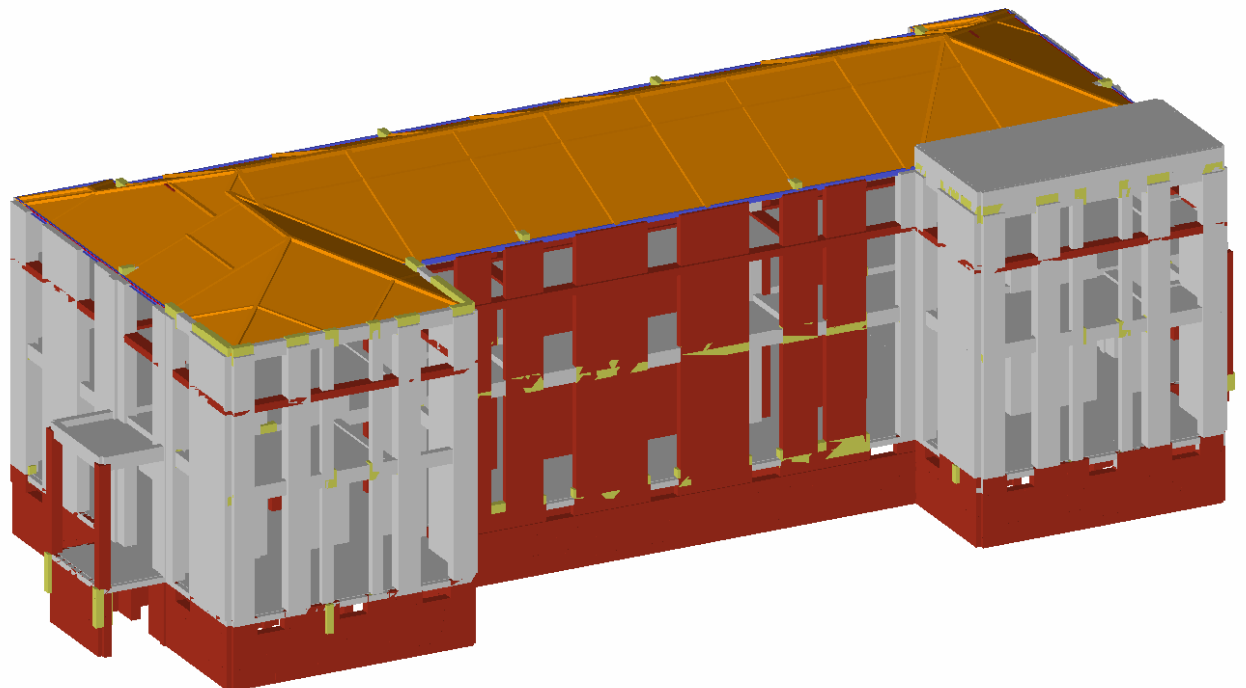


Immagine 7.2 Modello F.E.M. totale, vista assonometrica 2 rappresentazione "solido accurato"

8. RISULTATI DELLE ANALISI

I paragrafi che seguono illustrano, principalmente per via grafica, i risultati dei calcoli eseguiti dal software, accompagnati dalle modalità di lettura dei tabulati contenenti i risultati dei calcoli. Per brevità i tabulati si omettono o si riportano solo parzialmente; sono comunque conservati presso lo studio dello scrivente e consultabili in qualsiasi momento.

8.1. Risultati analisi sismiche

8.1.1. Legenda tabella analisi sismiche

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- | | |
|---------|--|
| 9. Esk | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| 10. Edk | caso di carico sismico con analisi dinamica |

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva.

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore di struttura q	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sottoriportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) **analisi sismica statica equivalente:**
 - **quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo)**
 - **azione sismica complessiva**
- b) **analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**
 - **quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo)**
 - **frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi**
 - **massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.**

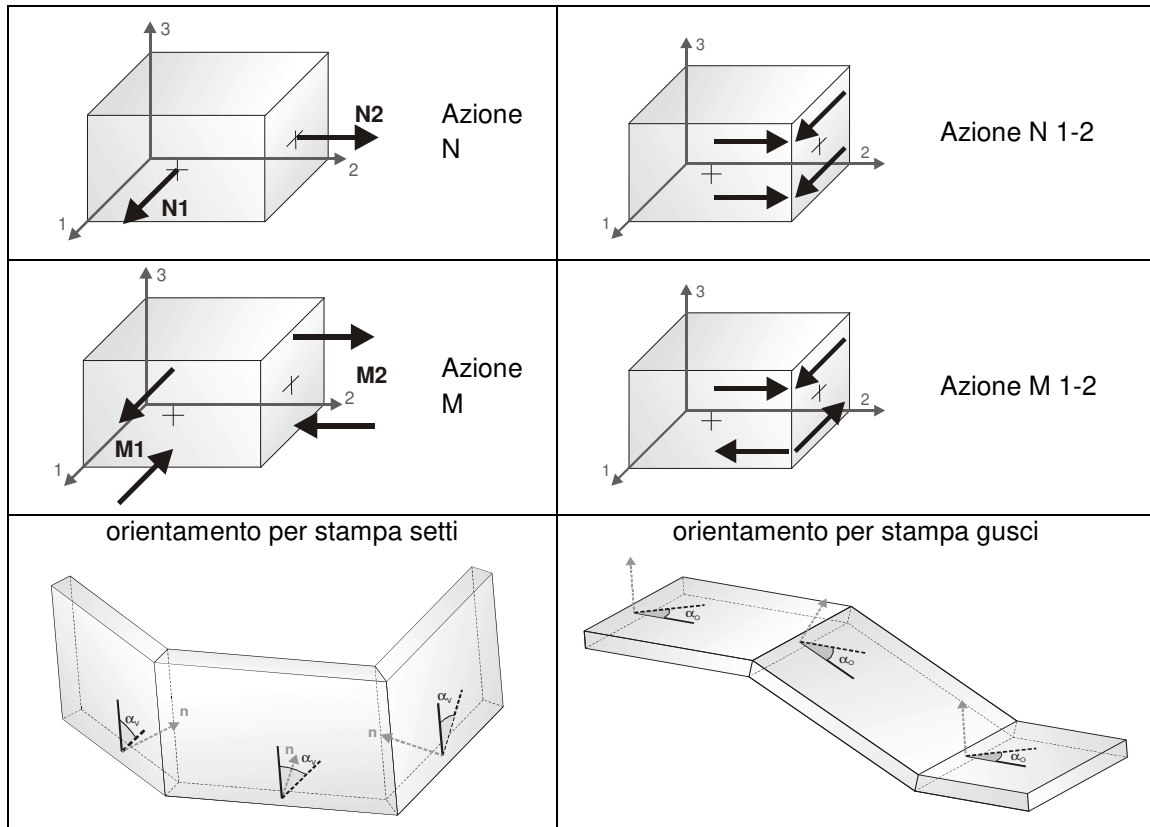
Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione ϵ_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \epsilon_T / h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

8.2. RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

8.2.1. Legenda risultati elementi tipo shell

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo shell, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Per ogni elemento, e per ogni combinazione(o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.



In particolare vengono riportati in ogni nodo di un elemento per ogni combinazione:

tensione di Von Mises	(valore riassuntivo del complessivo stato di sollecitazione)	
N max	sfuerzo membranale principale massimo	
N min	sfuerzo membranale principale minimo	
M max	sfuerzo flessionale principale massimo	
M min	sfuerzo flessionale principale minimo	
N1	N2	sfuerzi membranali e flessionali in direzione locale 1 e 2 dell'elemento (lo sfuerzo 2-1 è uguale allo sfuerzo 1-2 per la reciprocità delle tensioni tangenziali)
N1-2	M1	
M2	M1-2	

I suddetti risultati possono a scelta del progettista essere preceduti o sostituiti da valori di sollecitazione non più riferiti al sistema locale dell'elemento ma al sistema globale.

In questo caso gli elementi vengono raggruppati in gruppi (M_S: macro gusci o macro setti, raggruppati per materiale, spessore, e posizione fisica) per la valutazione dei valori mediati ai nodi appartenenti agli elementi dei gruppi stessi.

I valori di sollecitazione sono, in questo caso, riferiti ad una terna specifica del gruppo ruotata di α_0 attorno all'asse Z per i gusci e ruotata di α_v attorno alla normale (che per definizione è orizzontale) al piano del setto.

Per i setti, in particolare, se α_v è zero, l'asse '1-1 rappresenta la verticale e l'asse '2-2 l'orizzontale contenuta nel setto.

Le azioni sui setti possono essere espresse anche con formato macro, cioè riferite all'intero macroelemento.

In particolare vengono riportati per ogni quota Z dei nodi e per ogni combinazione i seguenti valori:

N memb.	Azione membranale complessiva agente sulla parete in direzione Z
V memb.	Azione complessiva di taglio agente nel piano del macroelemento
V orto	Azione complessiva di taglio agente in direzione perpendicolare al macroelemento
M memb.	Azione flessionale complessiva agente nel piano del macroelemento
M orto	Azione flessionale complessiva agente in direzione perpendicolare al macroelemento
T	Azione torsionale complessiva agente nel piano orizzontale

8.2.2. Sintesi dei risultati delle analisi

I risultati delle analisi si riferiscono al calcolo effettuato, sull'edificio esistente e sulla struttura nuova, con l'azione sismica descritta nei paragrafi precedenti. Si mostrano immagini che illustrano i valori di sviluppo delle principali sollecitazioni (sforzo normale N , taglio V e momento flettente M) riguardanti i macroelementi in calcestruzzo e le deformazioni. I diagrammi e gli spostamenti sono coerenti con la geometria e con la modellazione della struttura.

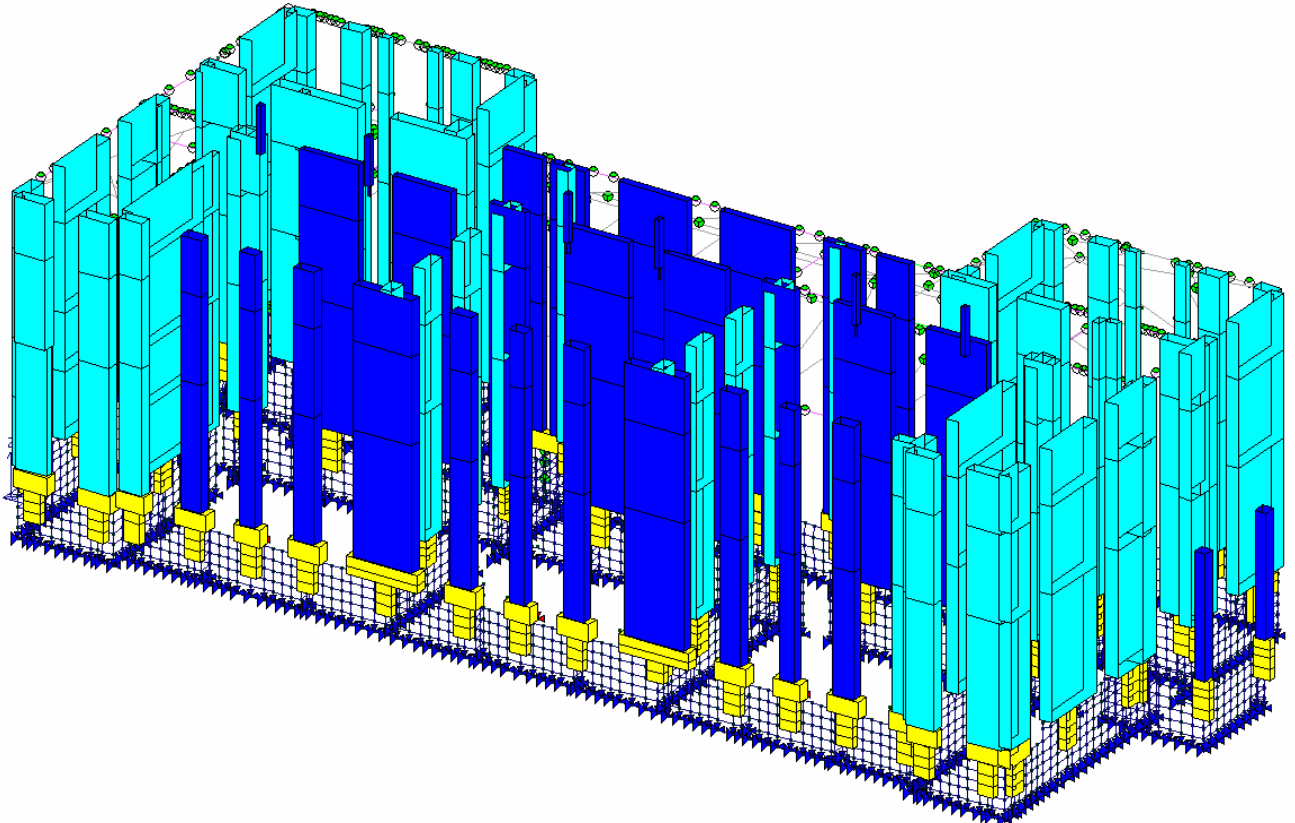


Immagine 8.1 Edificio nuovo- elementi nuovi ed elementi esistenti rinforzati (verifica globale)

Stato delle verifiche globali sui maschi (macroelementi):

- colore rosso = non verificati
- colore ciano = verificati
- colore giallo = non considerati
- colore blu = altro materiale

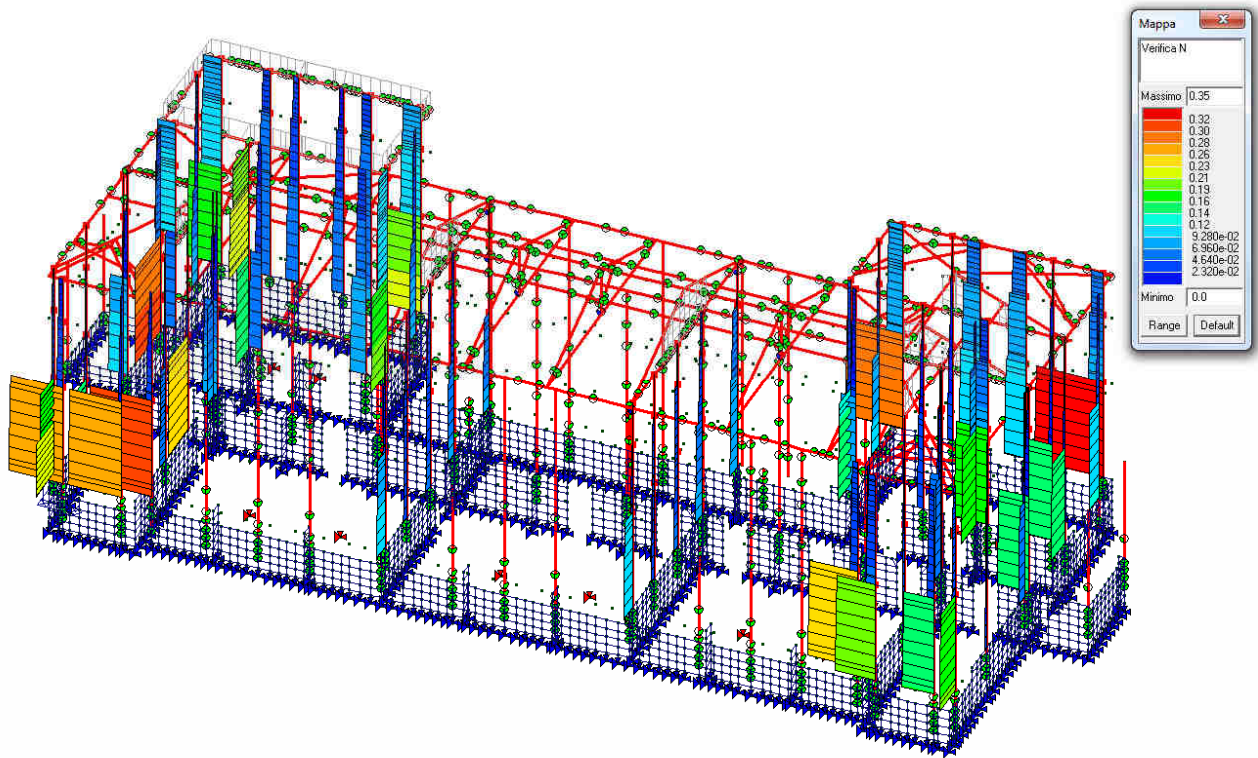


Immagine 8.2 Edificio nuovo - Macroelementi setti rinforzati – Verifica Sismica N

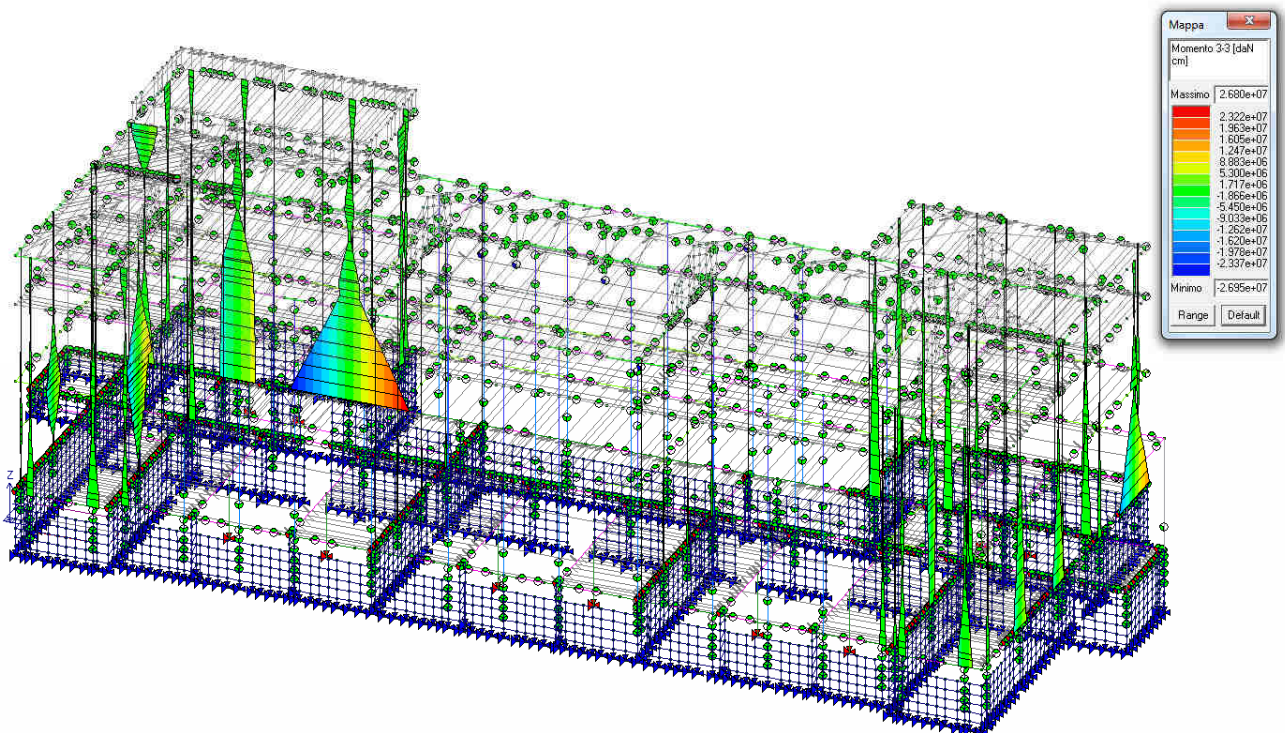


Immagine 8.3 Edificio nuovo - Macroelementi setti rinforzati – Involuppo Momenti M3

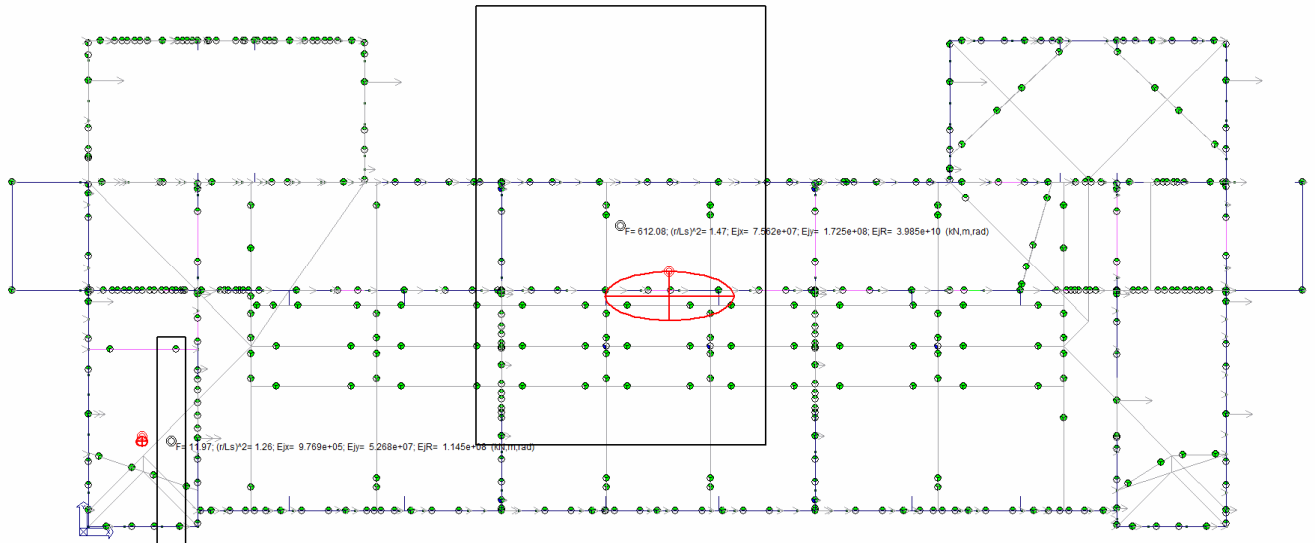


Immagine 8.2 Edificio nuovo adeguato - Posizione del centro delle rigidezze-masse

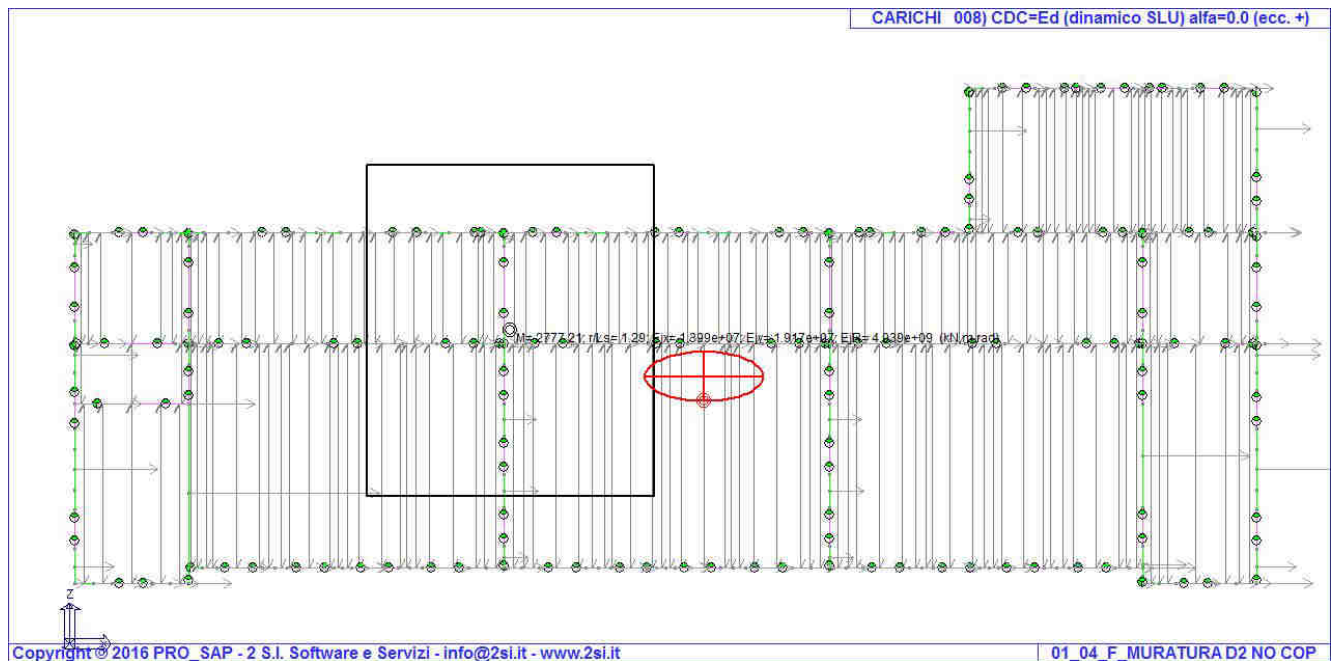


Immagine 8.3 Edificio esistente - Posizione del centro delle rigidezze- masse

Come si evince dalle immagini, il baricentro rigidezze nella struttura nuova, rappresentato (cerchio nero) e dal rettangolo nero, considerando anche i maschi murari esistenti, è più vicino al baricentro delle masse (ellisse rosso che rappresenta anche le eccentricità accidentali). Questo mette in evidenza come l'intervento riequilibri l'edificio nei confronti delle azioni sismiche.

Deformate

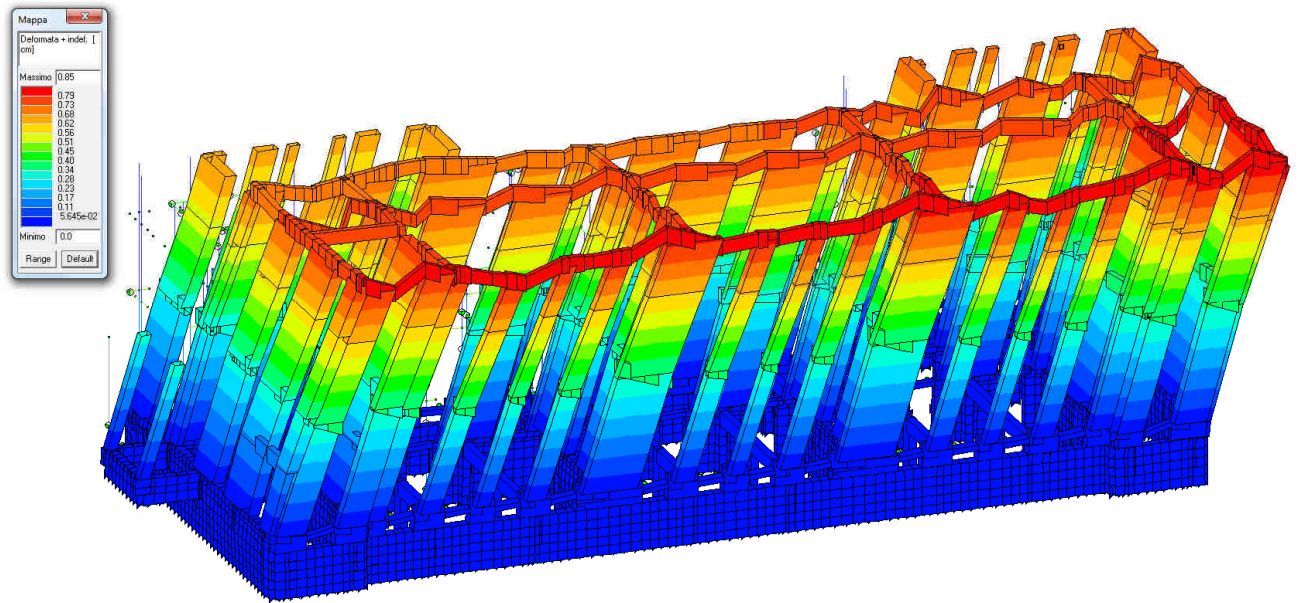


Immagine 8.4 Edificio adeguato - Deformata in CMB 38

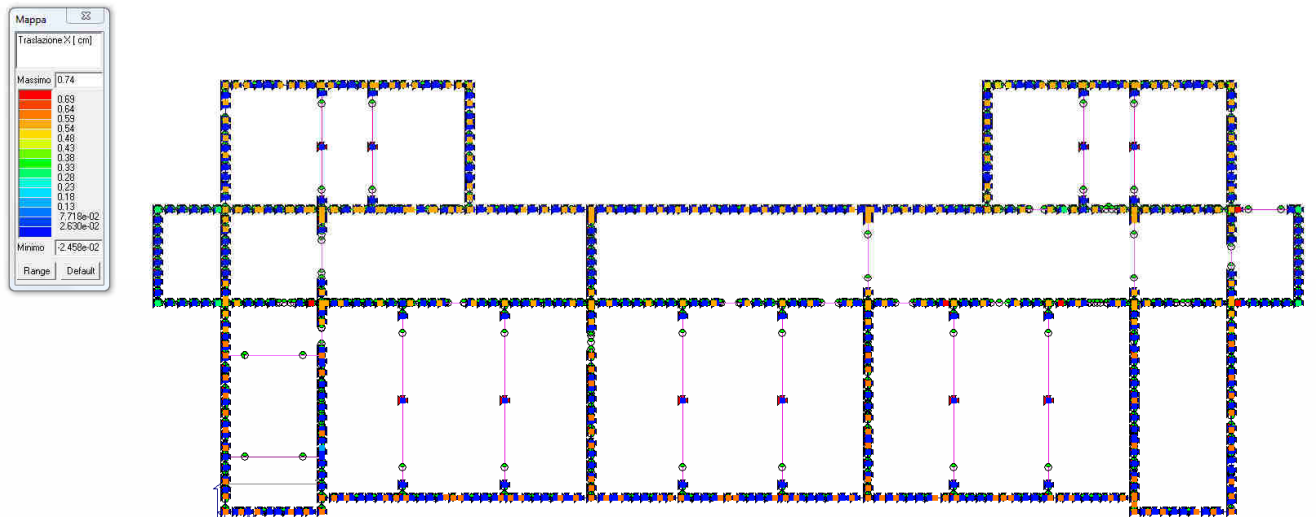


Immagine 8.5 Edificio adeguato - Solaio di copertura – Massimo spostamento in X – CMB 38

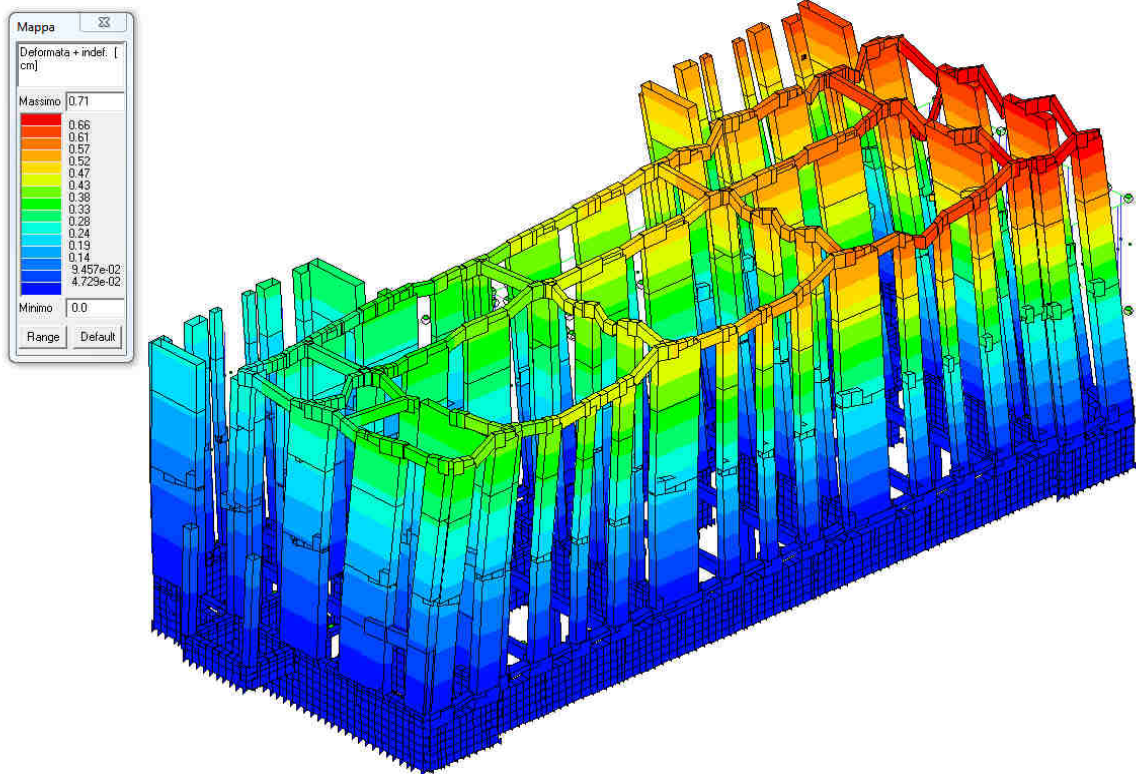


Immagine 8.6 Edificio adeguato - Deformata in CMB 54

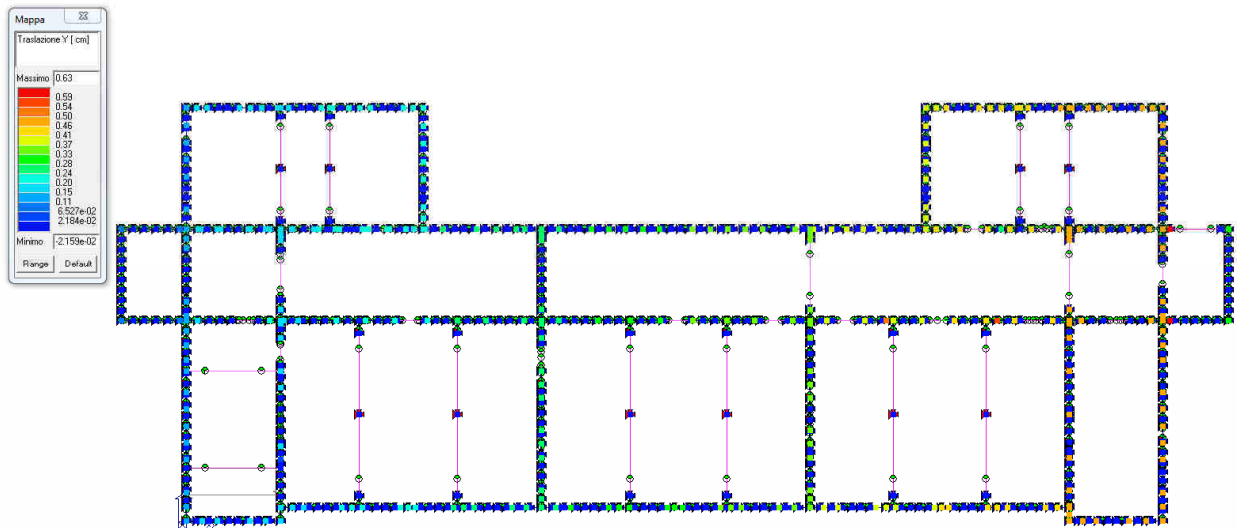
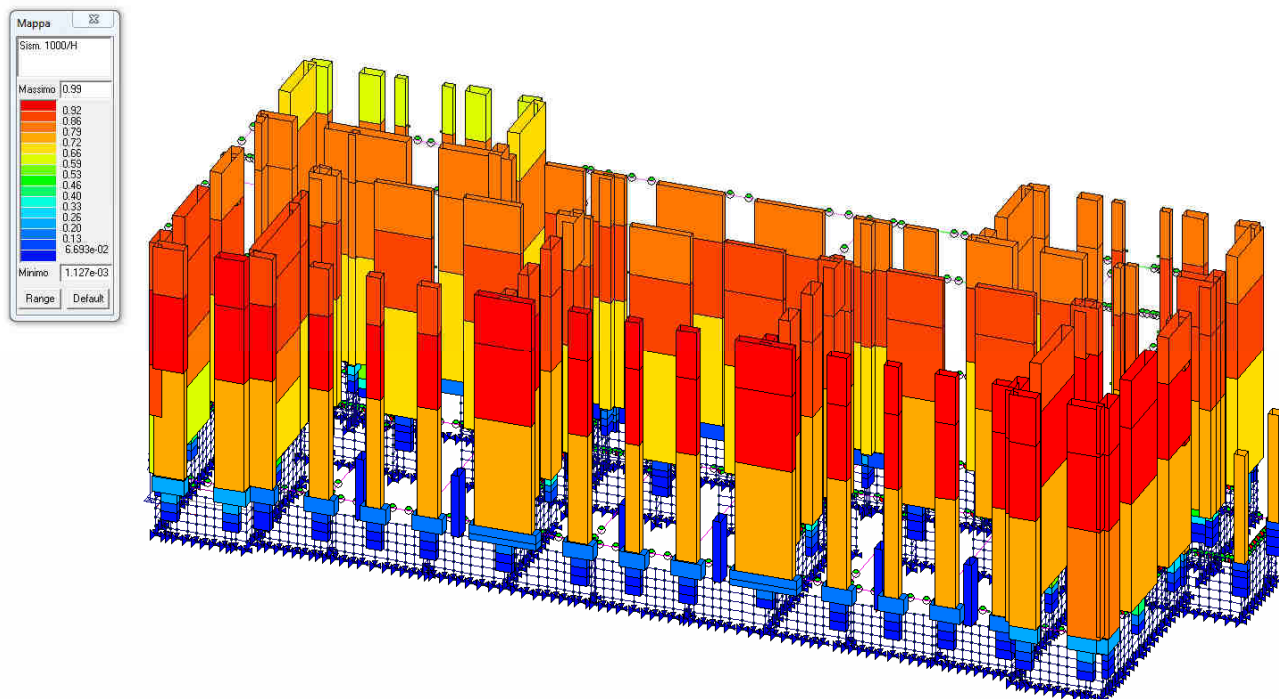


Immagine 8.7 Edificio adeguato - Solaio di copertura – Massimo spostamento in Y – CMB 54

Il modello della struttura esistente non tiene conto dei cedimenti, pur minimi, delle fondazioni alla base dei maschi murari, motivo per cui, probabilmente, gli spostamenti reali attesi potrebbero essere maggiori. In ogni caso i periodi di vibrazione risultanti dalle analisi sono collocati sul plateau dello spettro, e quindi i valori delle azioni considerate dalle analisi corrispondono comunque al massimo raggiungibile.



Dal punto di vista della compatibilità della struttura agli spostamenti ottenuti con un'analisi che considera resistenti prevalentemente le nuove strutture, considerando la differenza di spostamento relativo tra i piani è pari a 0.56, che è entro il limite imposto dalla norma per il rispetto degli SLD per le strutture in muratura.

9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI

I paragrafi che seguono illustrano, principalmente per via grafica, i risultati delle verifiche eseguite dal software, accompagnati dalle modalità di lettura dei tabulati contenenti i risultati. Per brevità i tabulati si omettono o si riportano solo parzialmente; sono comunque conservati presso lo studio dello scrivente e consultabili in qualsiasi momento. Nota: in tutte le rappresentazioni grafiche di verifica, si intende verificato un elemento cui è attribuito un valore inferiore o uguale ad 1, inteso come rapporto tra sollecitazione di calcolo da progetto e sollecitazione resistente.

9.1.1. Sintesi delle verifiche sugli elementi strutturali: **maschi rinforzati**.

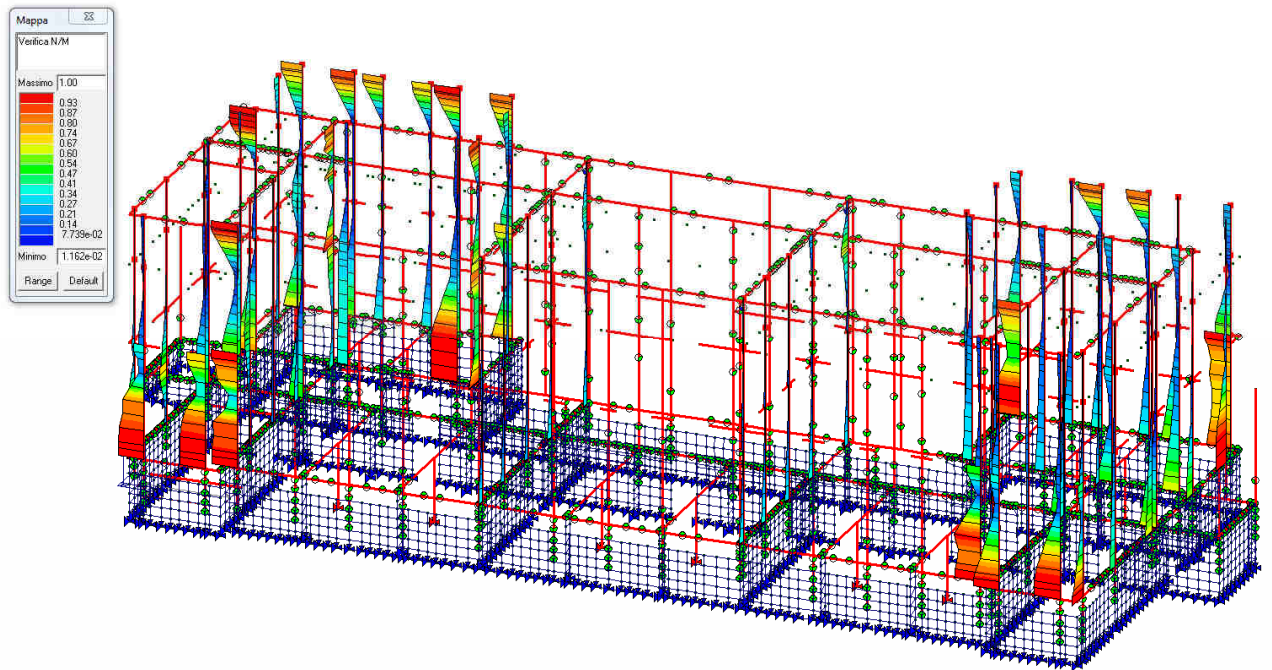


Immagine 9.1 Edificio nuovo - Verifica dei setti rinforzati – Verifica N-M

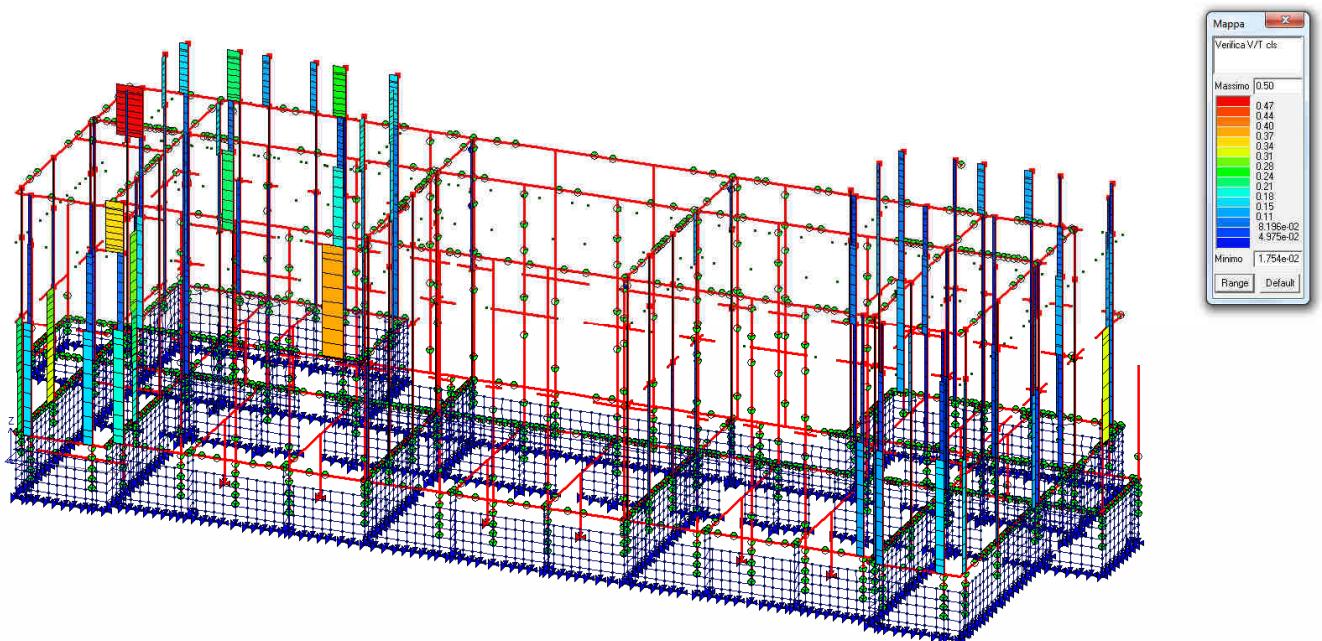


Immagine 9.2 Edificio nuovo - Verifica dei setti rinforzati – Verifica V (Taglio)

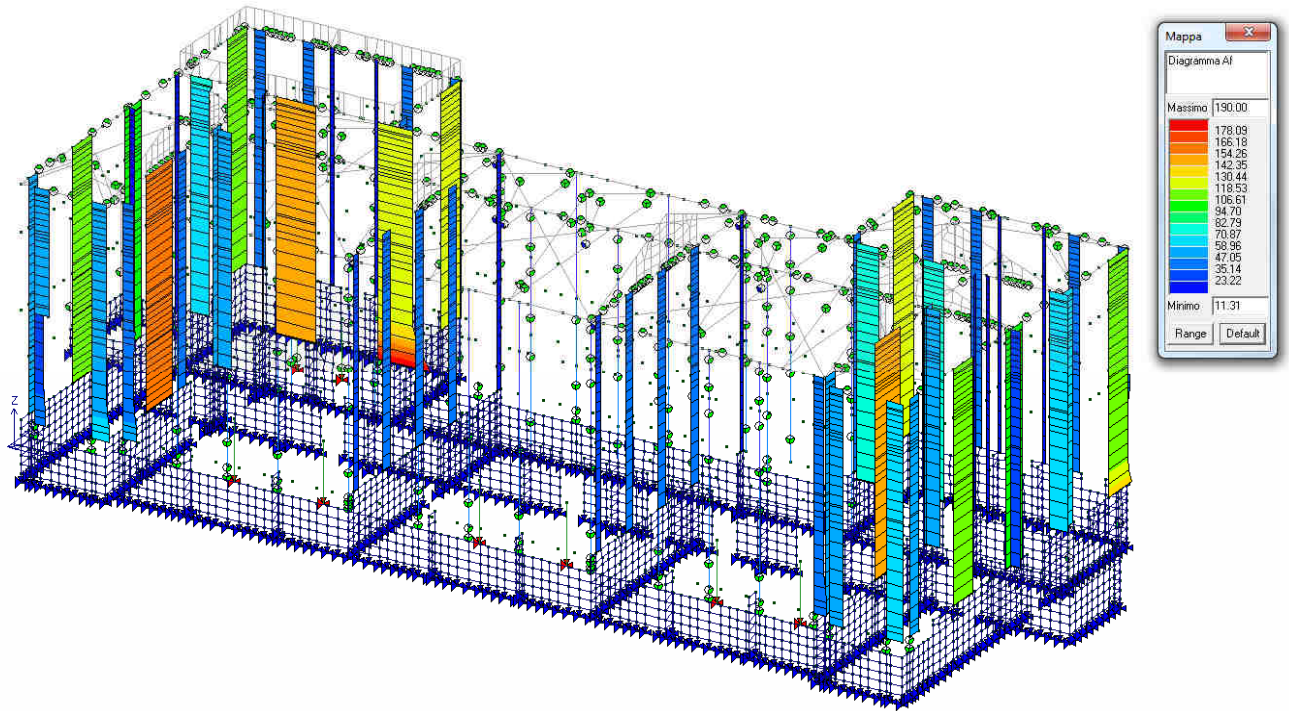


Immagine 9.3 Edificio nuovo - Verifica dei setti rinforzati – Armatura

I setti sono armati con $\Phi 12/20$ verticali e $\Phi 12/20$ orizzontali più l'armatura $\Phi 16/20$ verticale.

9.1.2. Sintesi delle verifiche sugli elementi strutturali: **maschi in muratura centrali non rinforzati.**

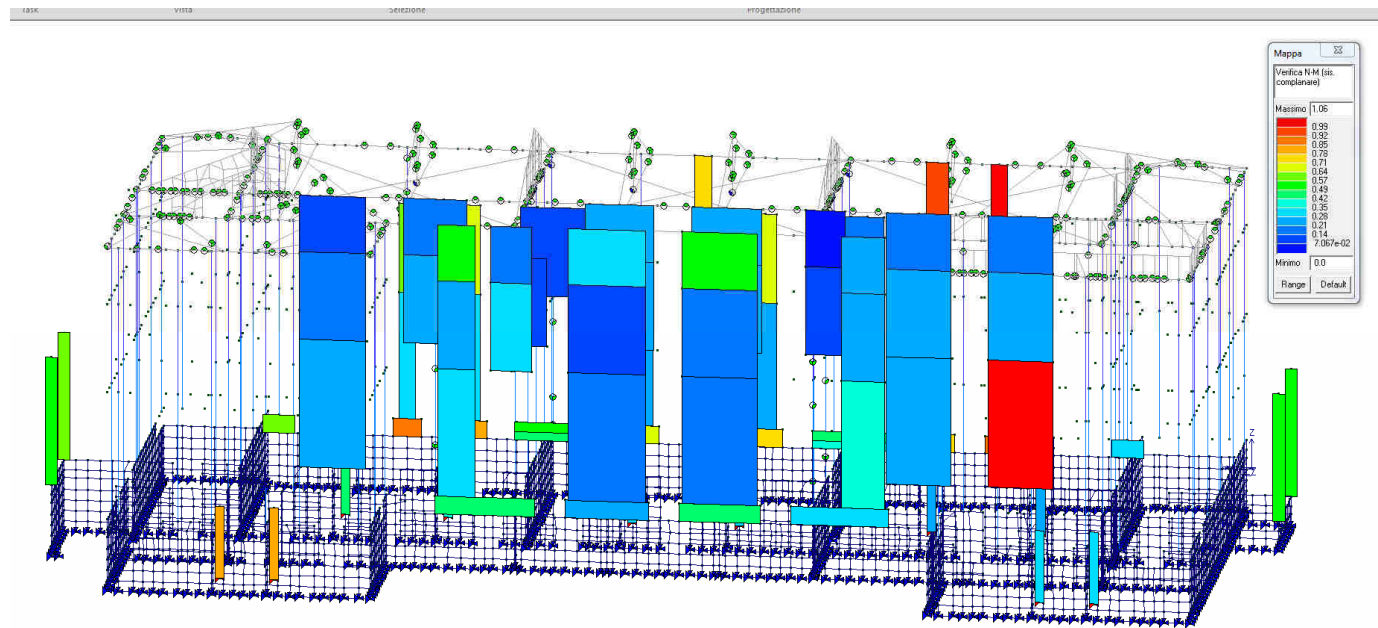


Immagine 9.6 Verifica dei setti centrali non rinforzati – Verifica N-M complanare

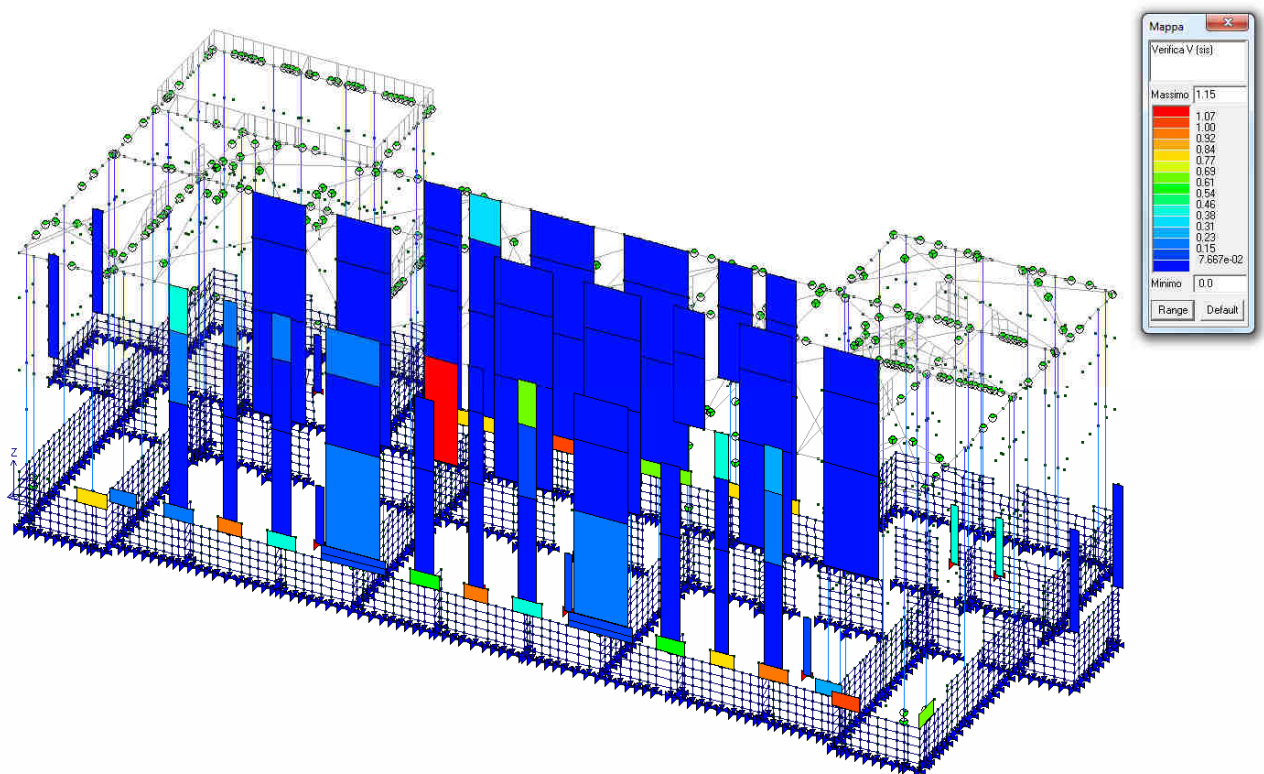


Immagine 9.7 Verifica dei setti centrali non rinforzati – Verifica V

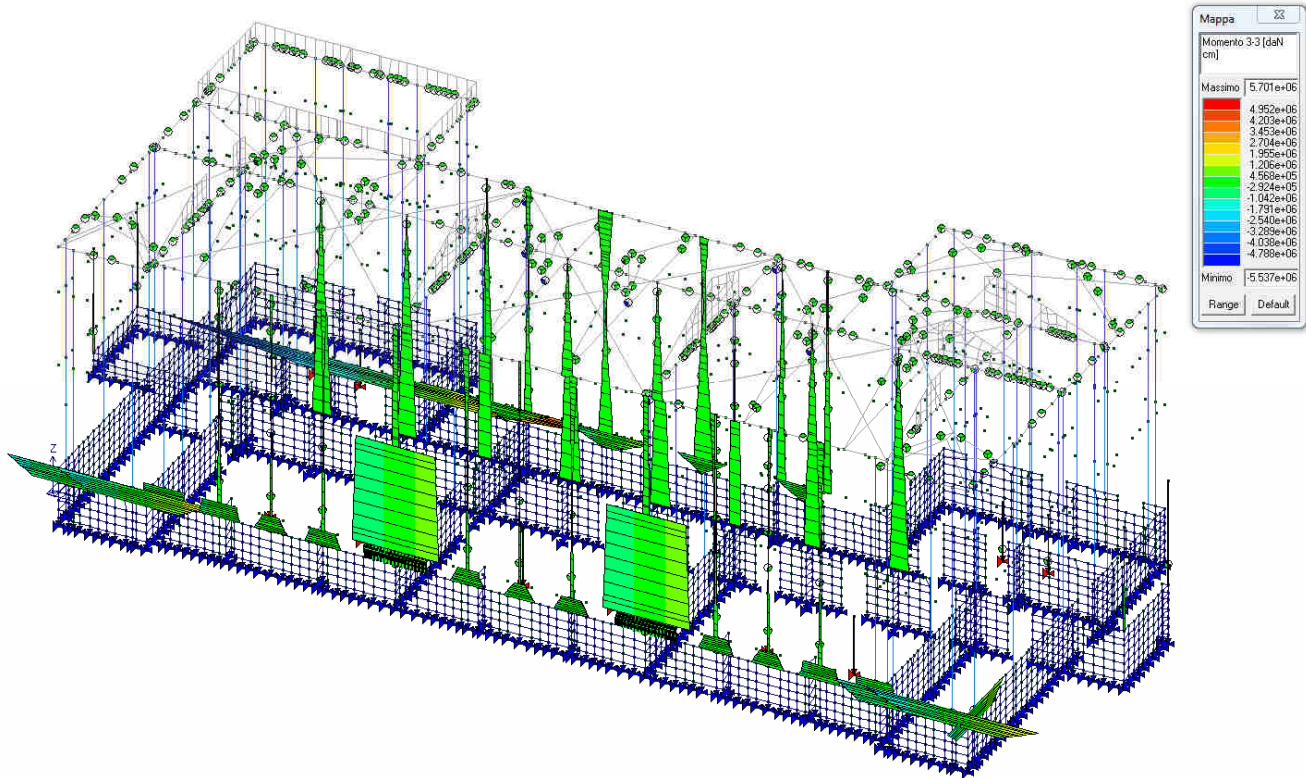


Immagine 9.8 Macroelementi setti non rinforzati – Involuppo Momenti M3

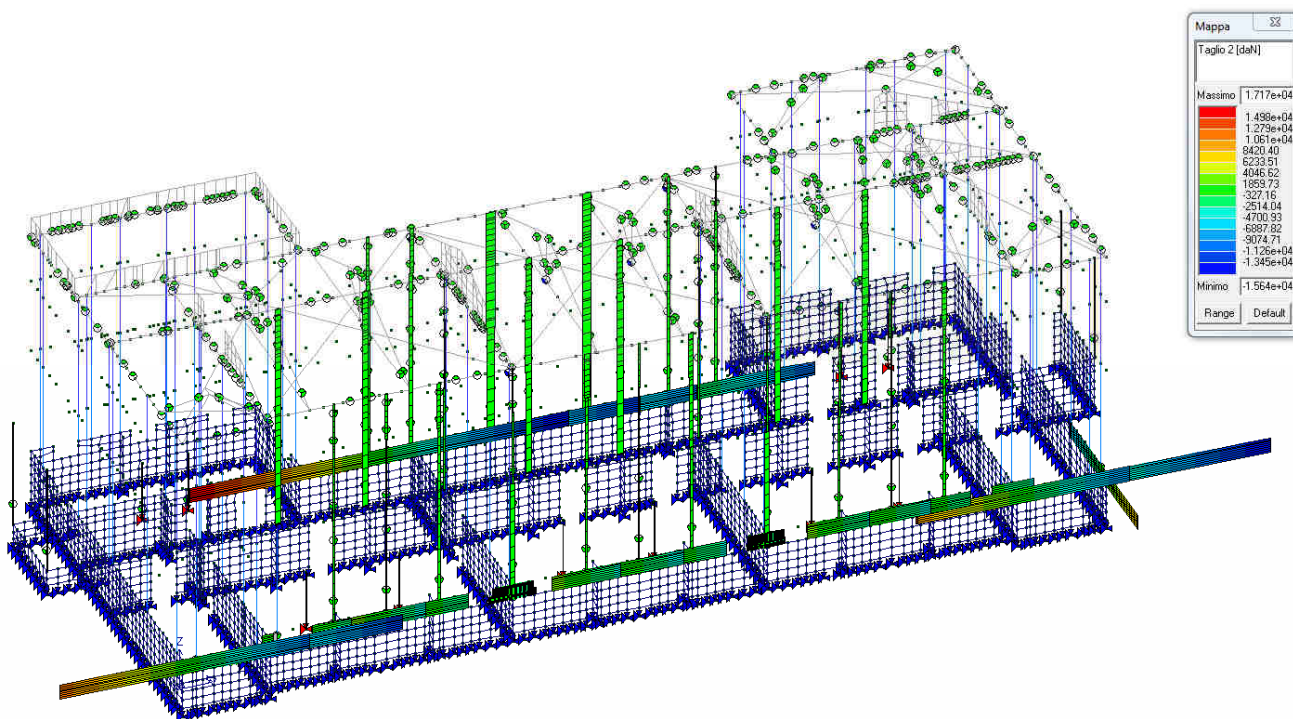


Immagine 9.9 Macroelementi setti non rinforzati – Involuppo Taglio

10. STRUTTURE LIGNEE DEL TETTO

9.1 Metodo di calcolo e verifica

Il valore di calcolo X_d di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

dove:

X_k è il valore caratteristico della proprietà del materiale, come specificato al § 11.7, o della resistenza del collegamento. Il valore caratteristico X_k può anche essere determinato mediante prove sperimentali sulla base di prove svolte in condizioni definite dalle norme europee applicabili;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, i cui valori sono riportati nella Tab.4.4.III;

k_{mod} è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. I valori di k_{mod} sono forniti nella Tab.4.4.IV.

Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di k_{mod} che corrisponde all'azione di minor durata.

Si riportano di seguito i valori di riferimento tabellati e i valori caratteristici di resistenza e rigidezza del legno secondo UNI EN 1194:2000.

Tabella 4.4.II - Classi di servizio

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Tab. 4.4.III - Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali

Stati limite ultimi	Colonna A γ_M	Colonna B γ_M
combinazioni fondamentali		
legno massiccio	1,50	1,45
legno lamellare incollato	1,45	1,35
pannelli di tavole incollate a strati incrociati	1,45	1,35
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,40
LVL, compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40	1,30
unioni	1,50	1,40
combinazioni eccezionali	1,00	1,00
Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.		

Tab. 4.4.IV -Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea	
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
Legno lamellare incollato (*)	UNI EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Compensato	UNI EN 636:2015	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Pannello di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312 :2010	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80	
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.

(*) I valori indicati si possono adottare anche per i pannelli di tavole incollate a strati incrociati, ma limitatamente alle classi di servizio 1 e 2.

Tabella 18-1-Classi di resistenza secondo EN 338, per legno di conifere e di pioppo

Valori di resistenza modulo elastico e massa volumica		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistenze [MPa]													
flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
taglio	$f_{v,k}$	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8	3.8	3.8
Modulo elastico [GPa]													
modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15	16
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	4.7	5.4	6.0	6.4	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4	10.0	10.7
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.23	0.27	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47	0.50	0.53
modulo di taglio medio	G_{mean}	0.44	0.50	0.56	0.59	0.63	0.69	0.72	0.75	0.81	0.88	0.94	1.00
Massa volumica [kg/m ³]													
massa volumica caratteristica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
massa volumica media	ρ_m	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

9.2 Verifica Strutture in legno delle capriate

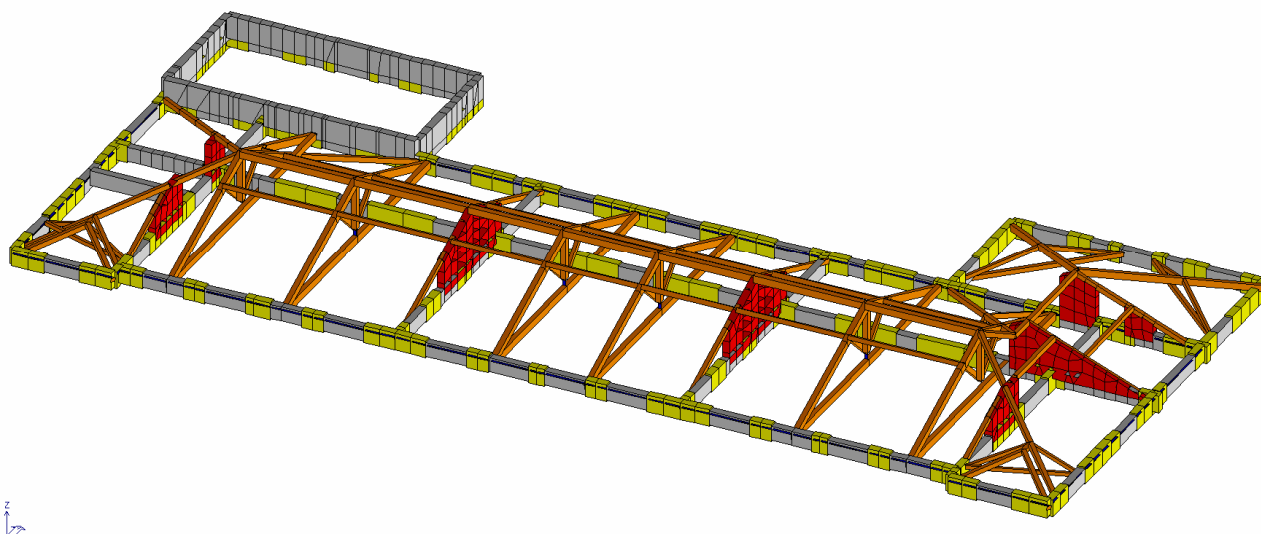
Condizione di carico statica SLU n1 (peso proprio + neve uniforme caso I)

Carico neve $Q_1=120 \text{ Kg/m}^2$ distribuito su tutto il tetto

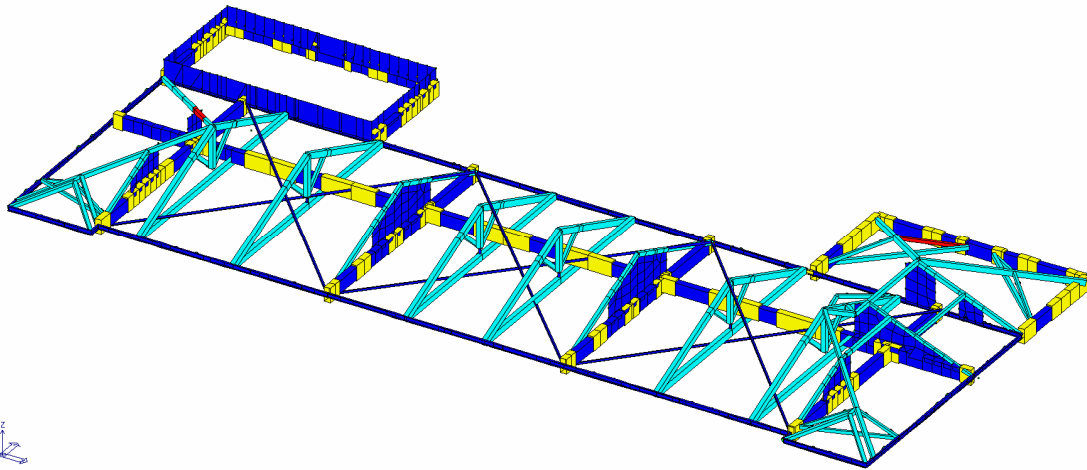
Valore caratteristico $X_k= 24 \text{ N/mm}^2$

Combinazione di carico di media durata $K_{mod}=0.80 \quad \gamma_m=1.5$

Resistenza di calcolo $X_d= 0.80 \cdot 24 / 1.5 = 12.8 \text{ N/mm}^2$



Modello 3D della copertura



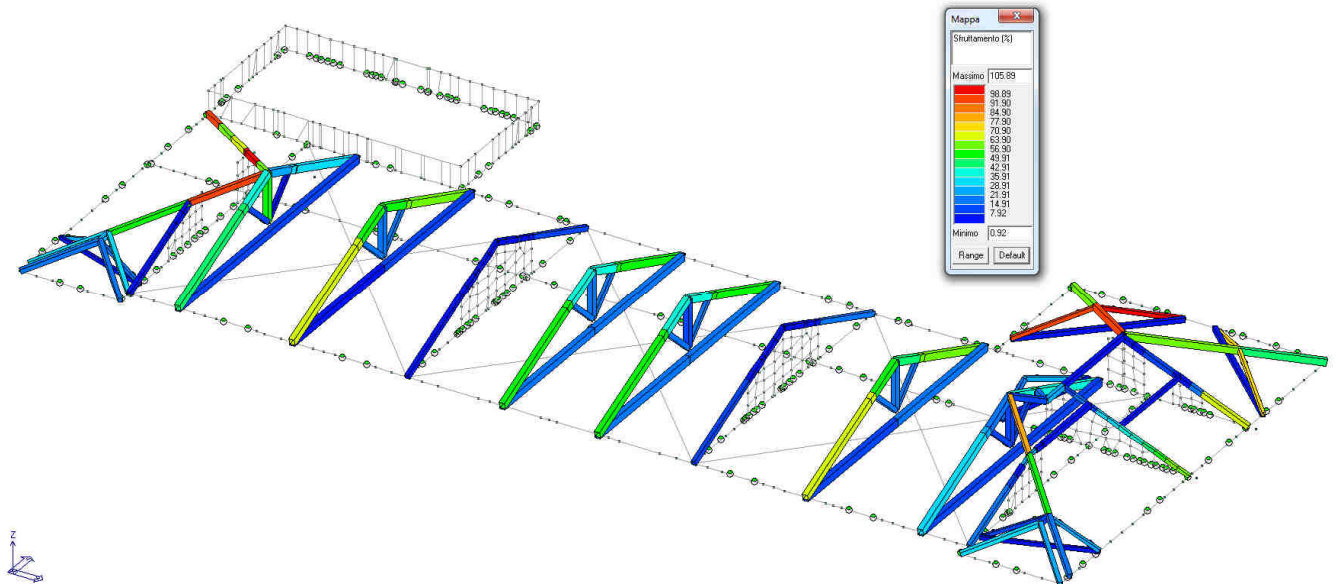
Stato delle verifiche globali sulle capriate in legno:

- colore rosso = non verificati
- colore ciano = verificati
- colore giallo = non considerati (altro materiale)
- colore blu = non visualizzata la verifica

Le capriate principali e le capriatine d'angolo sono verificate e dal controllo visivo sono in un buono stato di conservazione.

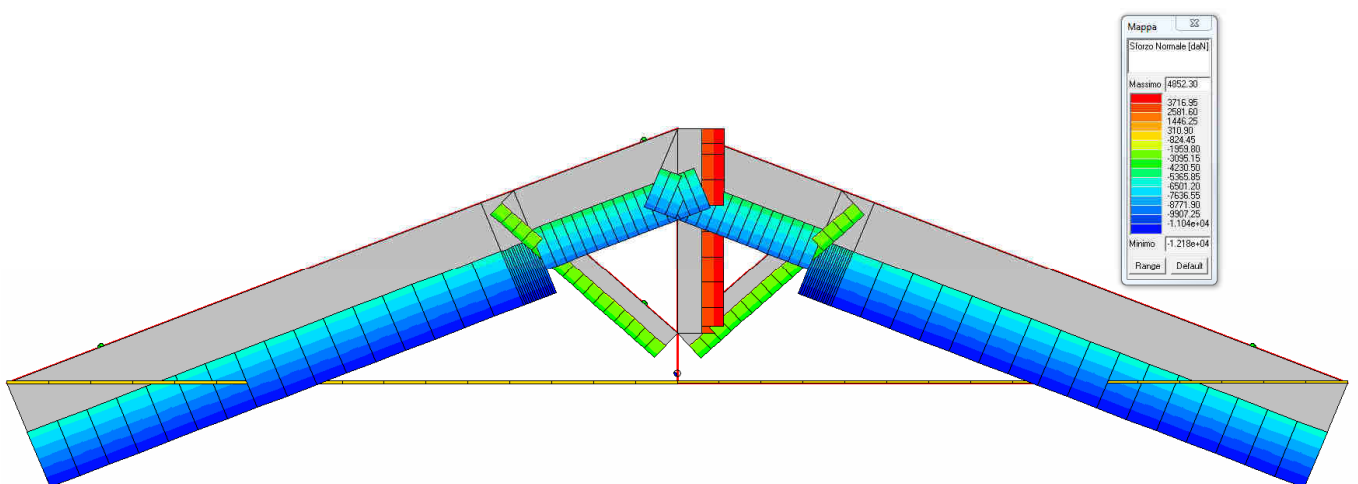


8.2 Indice di sfruttamento



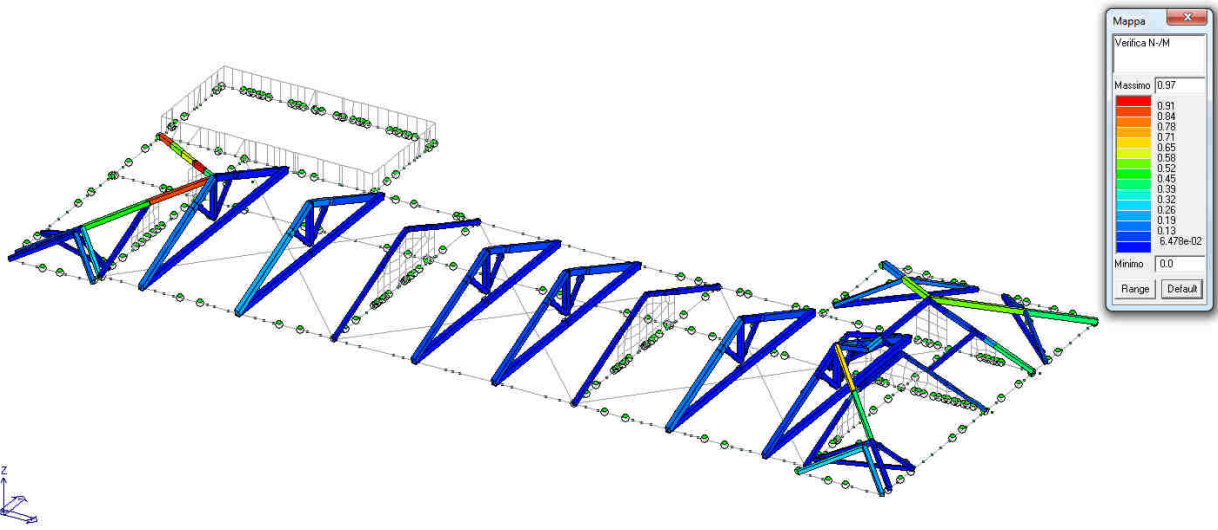
*) Il valore dovrebbe essere inferiore al 100% , il superamento avviene in una porzione limitata del tetto e per un valore che supera il limite per un 5-6%, lo si ritiene pertanto accettabile.

8.3 Sforzo Normale (involuppo SLU)

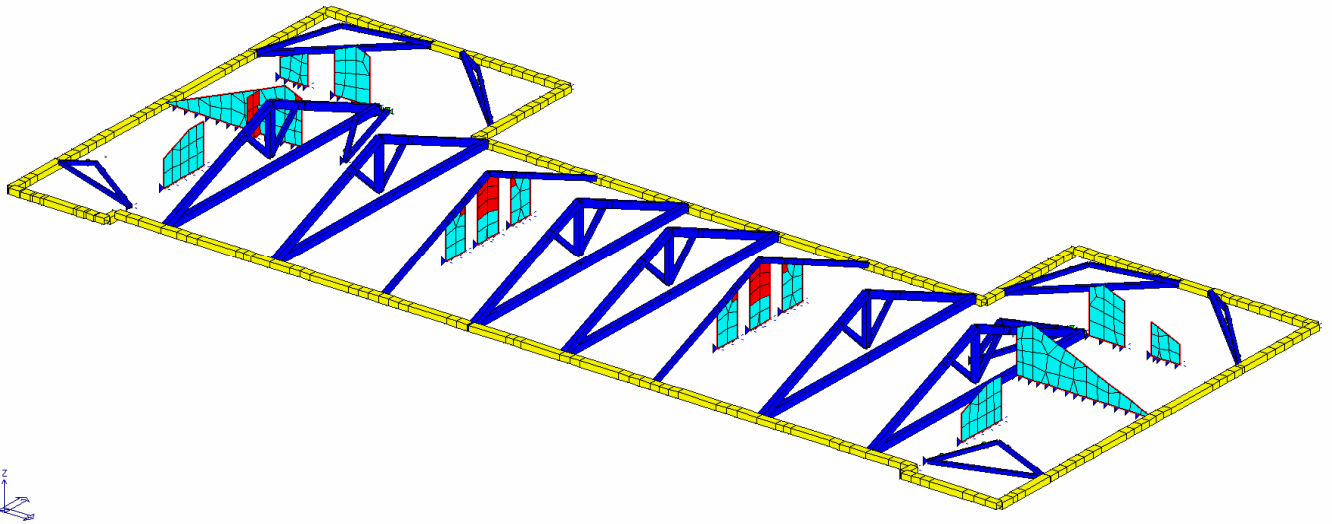


$N_{max} = 12180 \text{ daN}$

8.4 Verifica stato tensionale (SLU) N-M (tutte le combinazioni)



Verifica muretti reggi-capriate



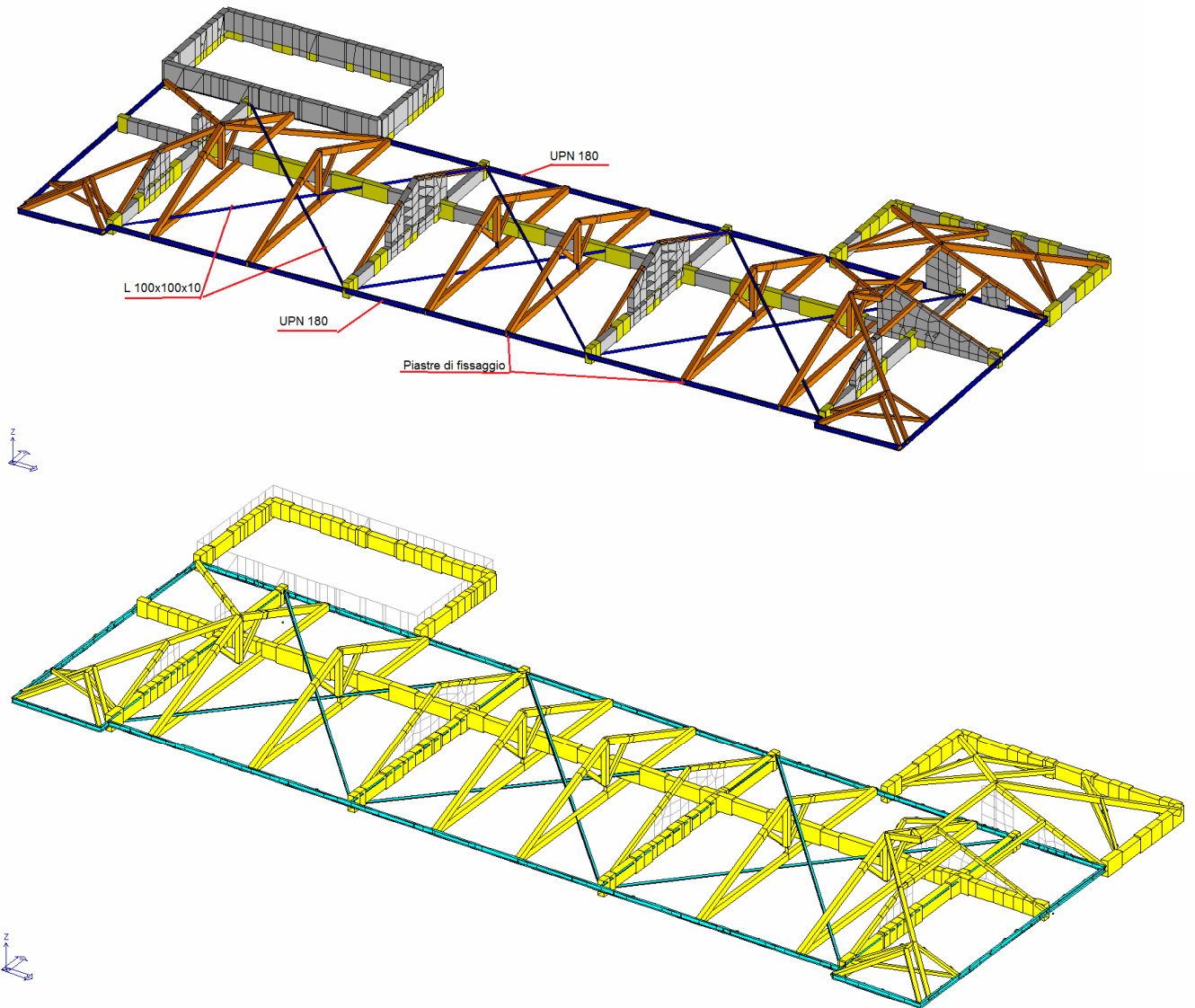
Alcuni muretti non risultano verificati



In effetti la situazione sembra precaria, si propone di unire le parti facendole diventare un unico corpo e rinforzare la muratura mediante pareti di cls spessore 10 cm armate come previsto per le altre murature rinforzate.

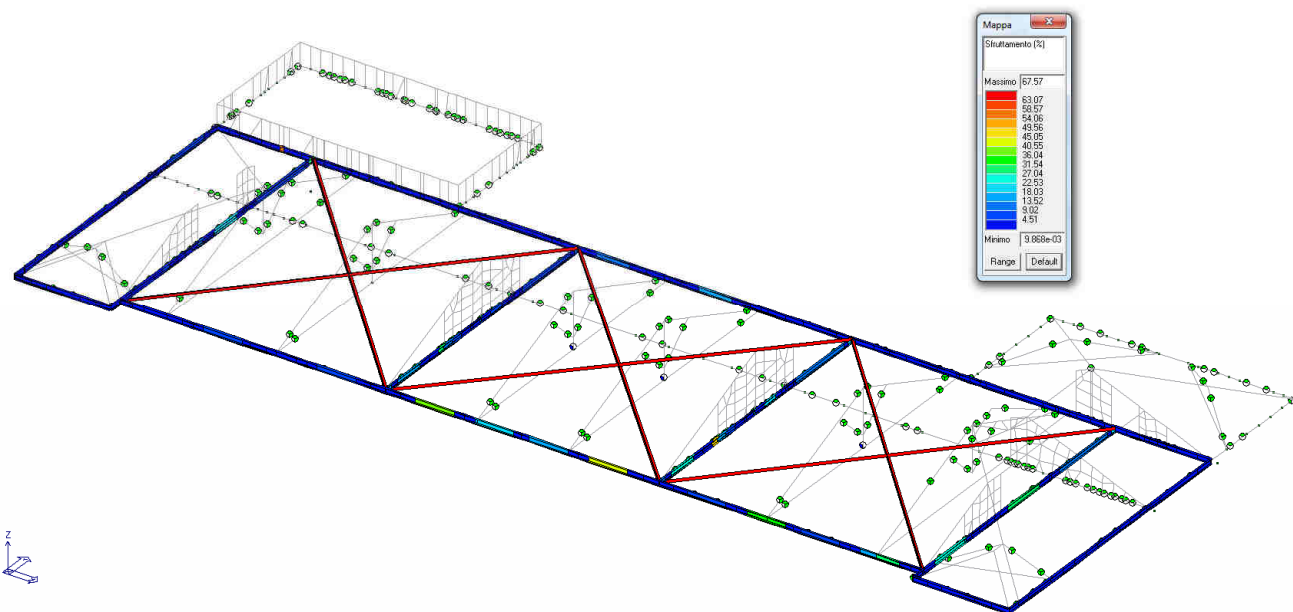
9. Controventi piano orizzontale copertura

Il solaio esistente costituito da un cannuciatato e travetti viene eliminato e al suo posto si inserisce una trave di bordo con un profilo a UPN180 e con controventi a croce realizzati con L 100x100x5. Sulla trave di bordo vengono fissate le capriate ed i falsi puntoni per renderli meno spingenti possibili e per impedirne la fuoriuscita dalla sede.



Verifica globale controventi

9.1 Indice di sfruttamento



Valore in % <100 %

11. QUANTIFICAZIONE DEI RAPPORTI CAPACITA'/DOMANDA NEGLI STATI LIMITE CONSIDERATI

Le analisi globali effettuate sui modelli di calcolo aventi le caratteristiche descritte nei capitoli precedenti, sono state svolte imponendo un'accelerazione corrispondente al 100% di quella prevista dai livelli di sicurezza imposti dall'attuale normativa; in particolare l'accelerazione, calcolata per una vita utile del fabbricato pari a 75 anni, si riferisce ad un periodo di ritorno T_r pari a 403 anni allo SLV e a 48 anni allo SLD ed a una PVR (probabilità che il sisma si verifichi nella vita utile del fabbricato) pari a 17% allo SLV e al 79% allo SLD. Dal momento che tutte le strutture di progetto soddisfano la verifica e che le strutture esistenti risultano compatibili con gli spostamenti richiesti, le analisi hanno evidenziato il raggiungimento di un livello di sicurezza pari al 100% della domanda allo SLV e allo SLD.

Se si indica α_{SLV} il rapporto capacità domanda allo SLV e α_{SLD} il rapporto capacità domanda allo SLD che esprimono il livello di adeguatezza rispetto agli SL considerati, è quindi possibile dichiarare, per la struttura in esame, il raggiungimento dei valori di sicurezza minimi richiesti, e di assegnare ai parametri sopra descritti, i seguenti valori:

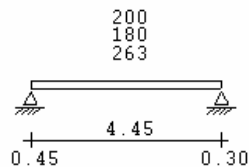
- **PARAMETRO INDICATORE DEL RAPPORTO TRA CAPACITA' E DOMANDA ALLO SLV:**
 $\alpha_{SLV} = 100\%$
- **PARAMETRO INDICATORE DEL RAPPORTO TRA CAPACITA' E DOMANDA ALLO SLD:**
 $\alpha_{SLD} = 100\%$

SOLAIO PRIMO E SECONDO LIVELLO

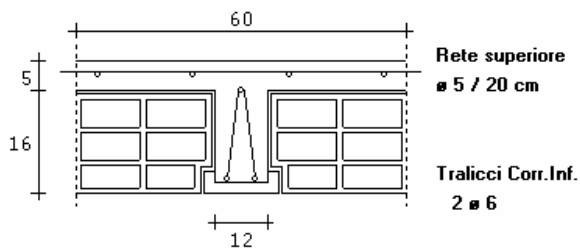
acc. : $f_{yk} = 4400 \text{ daN/cm}^2$	$f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3826 \text{ daN/cm}^2$	copriferro sup : 3.00 cm
cls. : $R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$	$0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 132 \text{ daN/cm}^2$	copriferro inf : 3.00 cm
Coeff.Carichi Perm.= 1.40		Coeff.Carichi Var.= 1.50

CARICHI (daN/m²)

Var.
Perm.
p.p.



f.max. (cm)	-0.621
f/l	1/716



Rete Sup.: Non Collaborante

MOMENTI MAX. (+) IN CAMPATA

asta	Md[daNm]	Mslu[daNm]	arm.inf.[cm²]	arm.sup.[cm²]
M.reale[daNm]				
1	1367	< 1498	1Ø12+1Ø12 (2.26)	1367

MOMENTI MAX. (-) ASSE-FILO APPOGGI

app.	Md[daNm]	M.filo	Mslu[daNm]	arm.sup.[cm²]	arm.inf.[cm²]
M.reale[daNm]					
1 dx.				(2.26)	0
1 sx.				(2.26)	0
2					

TAGLIO MAX. ESTREMITA'

app.	Vd.asse[daN]	Vd.filo	VRd1[daN]	banch.Taglio(cm)	banch.Mom.(cm)
Spezz.Inf.(cm²)					
1 sx.	0				
1 dx.	1229	1119	< 1214		
2 sx.	1229	1156	< 1214		
2 dx.	0		< 1214		

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Grado di aggressività ambientale : poco aggressivo (a)

Asta	Q.var.	M[daNm]	$\sigma.f.$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.t$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.c$ [daN/cm ²]
1	RARA	955			< 149.40 = 0.60 fck
	FREQUENTE (0.5)	807			< 112.05 = 0,45 fck
	QUASI PERM. (0.2)	718			< 112.05 = 0,45 fck

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm 31.28 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 fyk 3080 (sez. fessurata)

Nodo	Q.var.	M[daNm]	$\sigma.f.$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.t$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.c$ [daN/cm ²]
1	RARA	0			
	FREQUENTE (0.5)	0			
	QUASI PERM. (0.2)	0			

2	RARA	0			
	FREQUENTE (0.5)	0			
	QUASI PERM. (0.2)	0			

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm 31.28 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 fyk 3080 (sez. fessurata)

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Grado di aggressività ambientale : Poco aggressivo

Comb.Carichi : FREQUENTE

Comb.Carichi : QUASI PERMANENTE

Asta	Esm x Srm	=	Wm x 1,70	=	Wk	(mm)	Esm x Srm	=	Wm x 1,70	=	Wk	(mm)
1							x 0.00					< 0.20

Comb.Carichi : FREQUENTE

Comb.Carichi : QUASI PERMANENTE

Nodo	Esm x Srm	=	Wm x 1,70	=	Wk	(mm)	Esm x Srm	=	Wm x 1,70	=	Wk	(mm)
1							x 0.00					< 0.20
2							x 0.00					< 0.20

Esm = deformazione media

Srm = distanza media tra le fessure (mm)

Wm = Esm x Srm : valore medio dell'apertura

Wk = 1,7 x Wm : valore caratteristico apertura

$$Srm = 2 (c + s/10) + k1 k2 \varnothing/ro$$

c = copriferro

s = interasse barre (<= 14 \varnothing)

k1 = 0,4 per acciaio aderenza migliorata

k2 = 0.125 per flessione

ro = Af / Ac.eff (rapporto tra Area Ferro e Area Cls efficace)

$$Esm = \sigma_s / E_s \zeta$$

$$\zeta = 1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{c.t})^2$$

σ_s = trazione acciaio in fase fessurata

$\sigma_{c.t}$ = trazione cls in fase non fessurata

β_1 = 1.0 per barre nervate : coeff. di aderenza

β_2 = 1.0 per azioni breve durata (cdc rare)

0.5 per azioni lunga durata (cdc frequenti/quasi permanenti)

f_{cfm} = 31.28 (daN/cm²) resistenza media di trazione per flessione nel cls

f_{cfm} = 1,2 f_{ctm}

f_{ctm} = 0,27 x (Rck)^(2/3) Rck (N/mm²)

PREVENTIVO SOLAIO

	quantità	prezzo unit.	(m ²)	(€/m ²)
Interposte : H=16	1.96 (m ²)	21.00 (€/m ²)	41.08 / 2.44 =	16.80
tralicci : 2 ø 6 H=20	4.08 (ml)	33.00 (€/ml)	134.47 / 2.44 =	55.00
ferro aggiunto campata	3.21 (kg/m ²)	9.00 (€/kg)		28.90
ferro aggiunto appoggi	0.00 (kg/m ²)	9.00 (€/kg)		0.00
			Importo (€/m ²) :	100.70

rete superiore ø 5 / 20 cm : 1.541 (kg/m²)

Volume cls. completamento : 0.074 (mc/m²)

S C H E M A D I C A L C O L O

Il solaio a più campate è risolto secondo lo schema della trave continua.

Le combinazioni di carichi considerate sono le più gravose per la determinazione delle sollecitazioni massime in campata e sugli appoggi.

Il calcolo delle sollecitazioni è eseguito secondo gli Stati Limite Ultimi, adottando come coeff. di incremento dei carichi:

Carichi permanenti :1.40
Carichi variabili :1.50

I valori dei Momenti Massimi Negativi, in corrispondenza dell'asse degli appoggi intermedi, sono quelli effettivi, senza tener conto del raccordo parabolico del diagramma per maggiore rigidezza dell'appoggio rispetto il solaio.

In campata si assume, ai fini del calcolo dell'armatura, un momento minimo pari a : $1/24 ql^2$

All'estremità delle campate senza mensole si assume comunque un momento negativo pari a : $1/0 ql^2$

V E R I F I C H E

Verifica in campata : è eseguita in corrispondenza del momento massimo di campata.

Verifica su appoggi : è eseguita ad asse appoggi valutando la sezione in c.a. piena.

Verifica fine appoggi: è eseguita sul bordo dell'appoggio, con momento opportunamente ridotto e sezione dello spessore della canaletta.

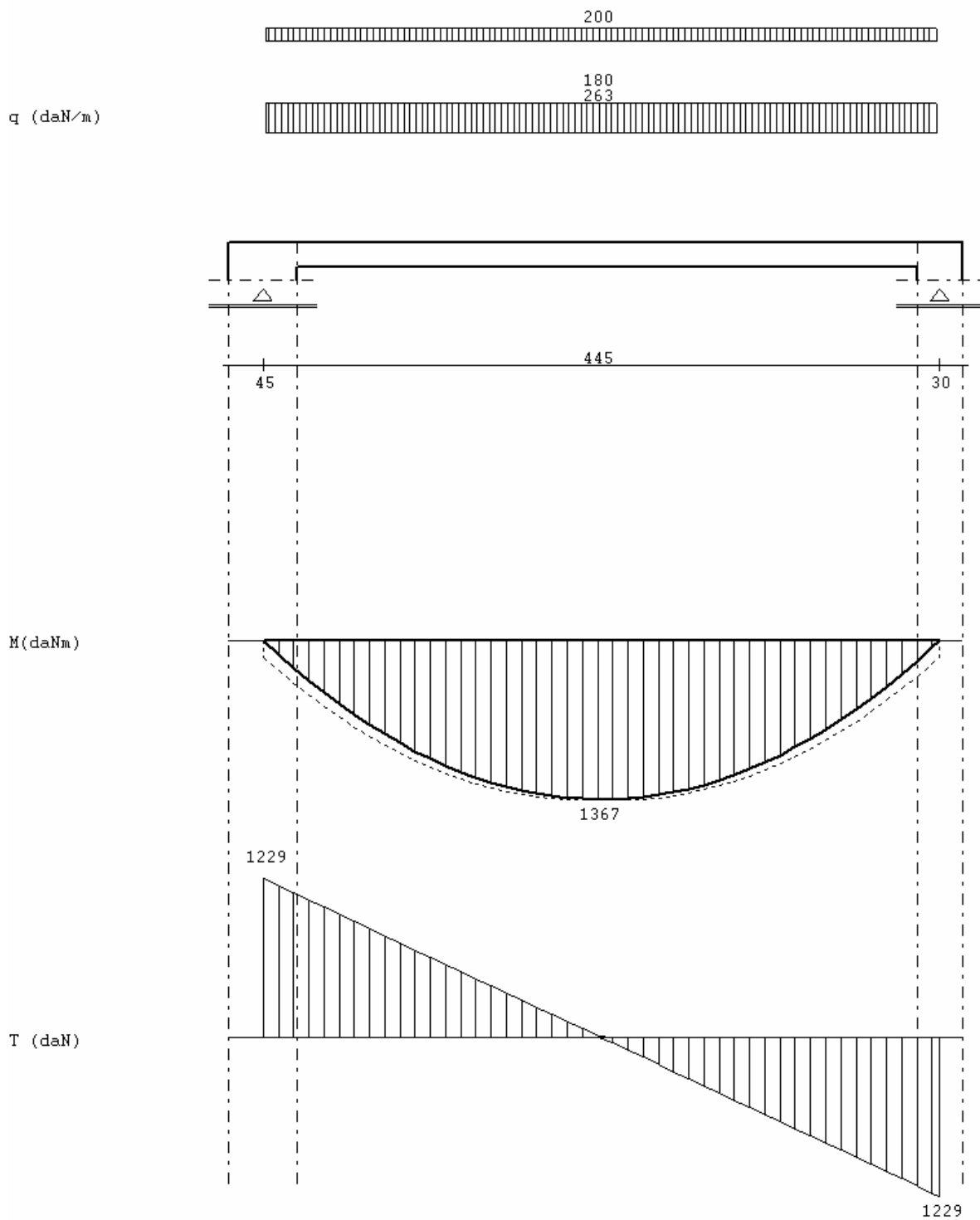
Note : se la verifica a fine appoggio non è soddisfatta, viene ripetuta ad una distanza dal bordo appoggio tale da garantire il rispetto della resistenza ultima della sez. del solaio; la distanza è indicata come banchinaggio.

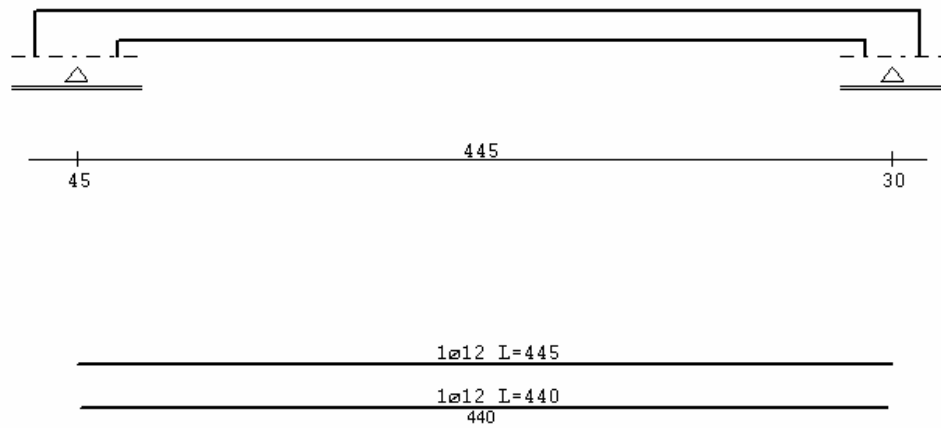
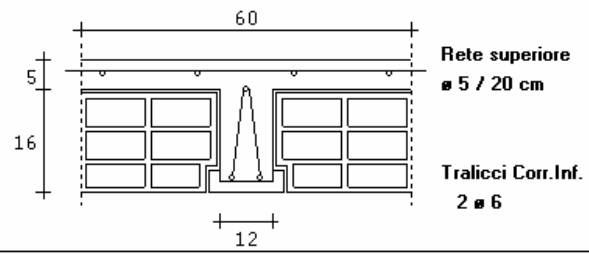
La rete superiore non e' considerata collaborante nella verifica ai momenti negativi.

L'armatura di confezione inferiore (rete e/o tralicci) non è considerata collaborante ai fini della verifica

Verifica al taglio : è indicato il valore del taglio di calcolo a bordo appoggio (Vd.filo) e il valore del taglio ultimo senza armatura (Vrd1).
Se : $Vd > Vrd1$ si calcola la distanza alla quale risulta : (Vd = Vrd1)
tale distanza è indicata come banchinaggio.

Note : il valore del Taglio (Vd.asse) è il taglio di calcolo ad asse appoggio, utile per la determinazione della reazione vincolare.





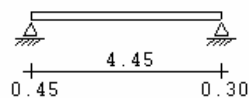
SOLAIO COPERTURA

acc. : $f_{yk} = 4400 \text{ daN/cm}^2$	$f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3826 \text{ daN/cm}^2$	copriferro sup : 3.00 cm
cls. : $R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$	$0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 132 \text{ daN/cm}^2$	copriferro inf : 3.00 cm
Coeff.Carichi Perm.= 1.40		Coeff.Carichi Var.= 1.50

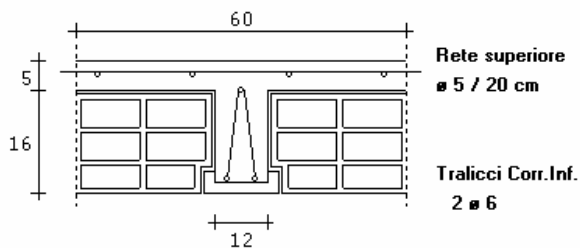
CARICHI (daN/m²)

Var.
Perm.
p.p.

120
180
263



f.max. (cm)	-0.544
f/l	1/818



Rete Sup.: Non Collaborante

MOMENTI MAX. (+) IN CAMPATA

asta	Md[daNm]	Mslu[daNm]	arm.inf.[cm ²]	arm.sup.[cm ²]
M.reale[daNm]				
1	1189	< 1273	1Ø12+1Ø10 (1.92)	1189

MOMENTI MAX. (-) ASSE-FILO APPOGGI

app.	Md[daNm]	M.filo	Mslu[daNm]	arm.sup.[cm ²]	arm.inf.[cm ²]
M.reale[daNm]					
1 dx.				(1.13)	0
1 sx.				(1.13)	0
2					

TAGLIO MAX. ESTREMITA'

app.	Vd.asse[daN]	Vd.filo	VRd1[daN]	banch.Taglio(cm)	banch.Mom.(cm)
Spezz.Inf.(cm ²)					
1 sx.	0				
1 dx.	1069	975	< 1214		
2 sx.	1069	1006	< 1214		
2 dx.	0		< 1214		

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Grado di aggressività ambientale : poco aggressivo (a)

Asta	Q.var.	M[daNm]	$\sigma.f.$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.t$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.c$ [daN/cm ²]
1	RARA	837			< 149.40 = 0.60 fck
	FREQUENTE (0.2)	694			< 112.05 = 0,45 fck
	QUASI PERM.(0.0)	658			< 112.05 = 0,45 fck

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm 31.28 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 fyk 3080 (sez. fessurata)

Nodo	Q.var.	M[daNm]	$\sigma.f.$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.t$ [daN/cm ²]	$\sigma.c.c$ [daN/cm ²]
1	RARA	0			
	FREQUENTE (0.2)	0			
	QUASI PERM.(0.0)	0			
2	RARA	0			
	FREQUENTE (0.2)	0			
	QUASI PERM.(0.0)	0			

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm 31.28 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 fyk 3080 (sez. fessurata)

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Grado di aggressività ambientale : Poco aggressivo

Comb.Carichi : FREQUENTE

Comb.Carichi : QUASI PERMANENTE

Asta	Esm x Srm = Wm x 1,70 = Wk (mm)	Esm x Srm = Wm x 1,70 = Wk (mm)
1		x 0.00 = < 0.20

Comb.Carichi : FREQUENTE

Comb.Carichi : QUASI PERMANENTE

Nodo	Esm x Srm = Wm x 1,70 = Wk (mm)	Esm x Srm = Wm x 1,70 = Wk (mm)
1		x 0.00 = < 0.20
2		x 0.00 = < 0.20

Esm = deformazione media
Srm = distanza media tra le fessure (mm)

Wm = Esm x Srm : valore medio dell'apertura
Wk = 1,7 x Wm : valore caratteristico apertura

$$Srm = 2 (c + s/10) + k1 k2 \phi / ro$$

c = copriferro
s = interasse barre (<= 14 ϕ)
k1 = 0,4 per acciaio aderenza migliorata
k2 = 0.125 per flessione
ro = Af / Ac.eff (rapporto tra Area Ferro e Area Cls efficace)

$$Esm = \sigma_s / E_s \zeta$$

$$\zeta = 1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{c.t})^2$$

σ_s = trazione acciaio in fase fessurata
 $\sigma_{c.t}$ = trazione cls in fase non fessurata
 β_1 = 1.0 per barre nervate : coeff. di aderenza
 β_2 = 1.0 per azioni breve durata (cdc rare)
0.5 per azioni lunga durata (cdc frequenti/quasi permanenti)

f_{cfm} = 31.28 (daN/cm²) resistenza media di trazione per flessione nel cls
f_{cfm} = 1,2 f_{ctm}
f_{ctm} = 0,27 x (Rck)^(2/3) Rck (N/mm²)

PREVENTIVO SOLAIO

	quantità	prezzo unit.	(m ²)	(€/m ²)
Interposte : H=16	1.96 (m ²)	21.00 (€/m ²)	41.08 / 2.44 =	16.80
tralicci : 2 ø 6 H=20	4.08 (ml)	33.00 (€/ml)	134.47 / 2.44 =	55.00
ferro aggiunto campata	2.63 (kg/m ²)	9.00 (€/kg)		23.66
ferro aggiunto appoggi	0.00 (kg/m ²)	9.00 (€/kg)		0.00

Importo (€/m²) :95.46

rete superiore ø 5 / 20 cm : 1.541 (kg/m²)

Volume cls. completamento : 0.074 (mc/m²)

S C H E M A D I C A L C O L O

Il solaio a più campate è risolto secondo lo schema della trave continua.

Le combinazioni di carichi considerate sono le più gravose per la determinazione delle sollecitazioni massime in campata e sugli appoggi.

Il calcolo delle sollecitazioni è eseguito secondo gli Stati Limite Ultimi, adottando come coeff. di incremento dei carichi:

Carichi permanenti :1.40
Carichi variabili :1.50

I valori dei Momenti Massimi Negativi, in corrispondenza dell'asse degli appoggi intermedi, sono quelli effettivi, senza tener conto del raccordo parabolico del diagramma per maggiore rigidezza dell'appoggio rispetto il solaio.

In campata si assume, ai fini del calcolo dell'armatura, un momento minimo pari a : $1/24 ql^2$

All'estremità delle campate senza mensole si assume comunque un momento negativo pari a : $1/0 ql^2$

V E R I F I C H E

Verifica in campata : è eseguita in corrispondenza del momento massimo di campata.

Verifica su appoggi : è eseguita ad asse appoggi valutando la sezione in c.a. piena.

Verifica fine appoggi: è eseguita sul bordo dell'appoggio, con momento opportunamente ridotto e sezione dello spessore della canaletta.

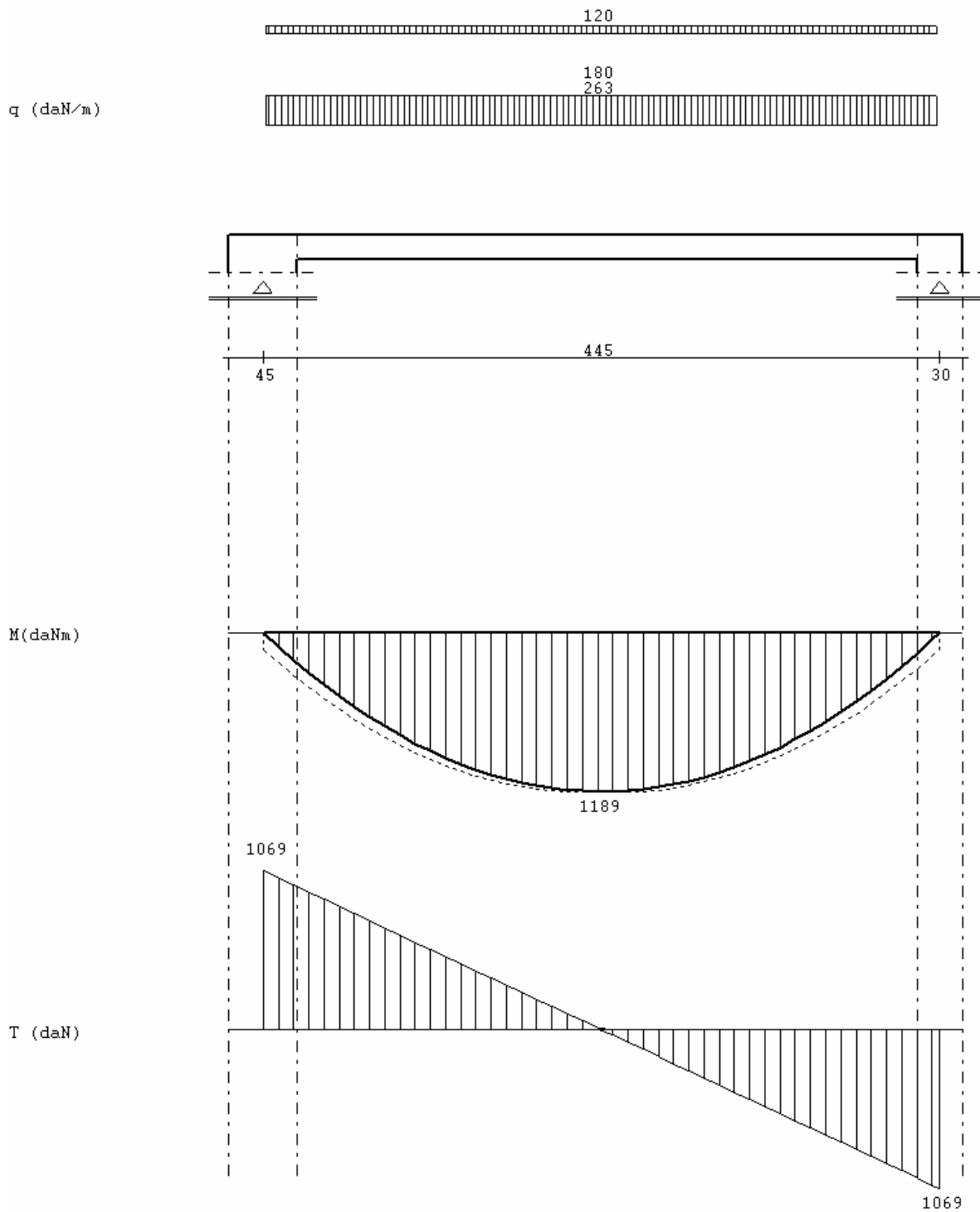
Note : se la verifica a fine appoggio non è soddisfatta, viene ripetuta ad una distanza dal bordo appoggio tale da garantire il rispetto della resistenza ultima della sez. del solaio; la distanza è indicata come banchinaggio.

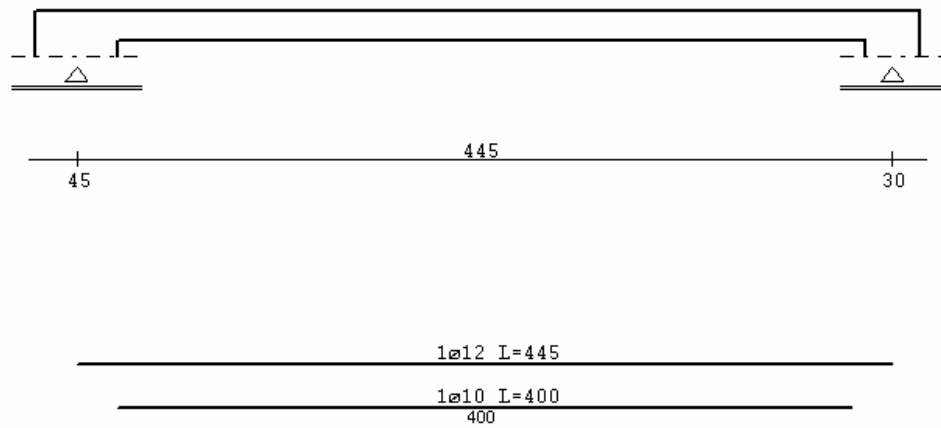
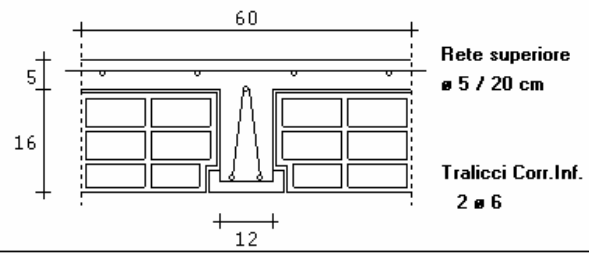
La rete superiore non e' considerata collaborante nella verifica ai momenti negativi.

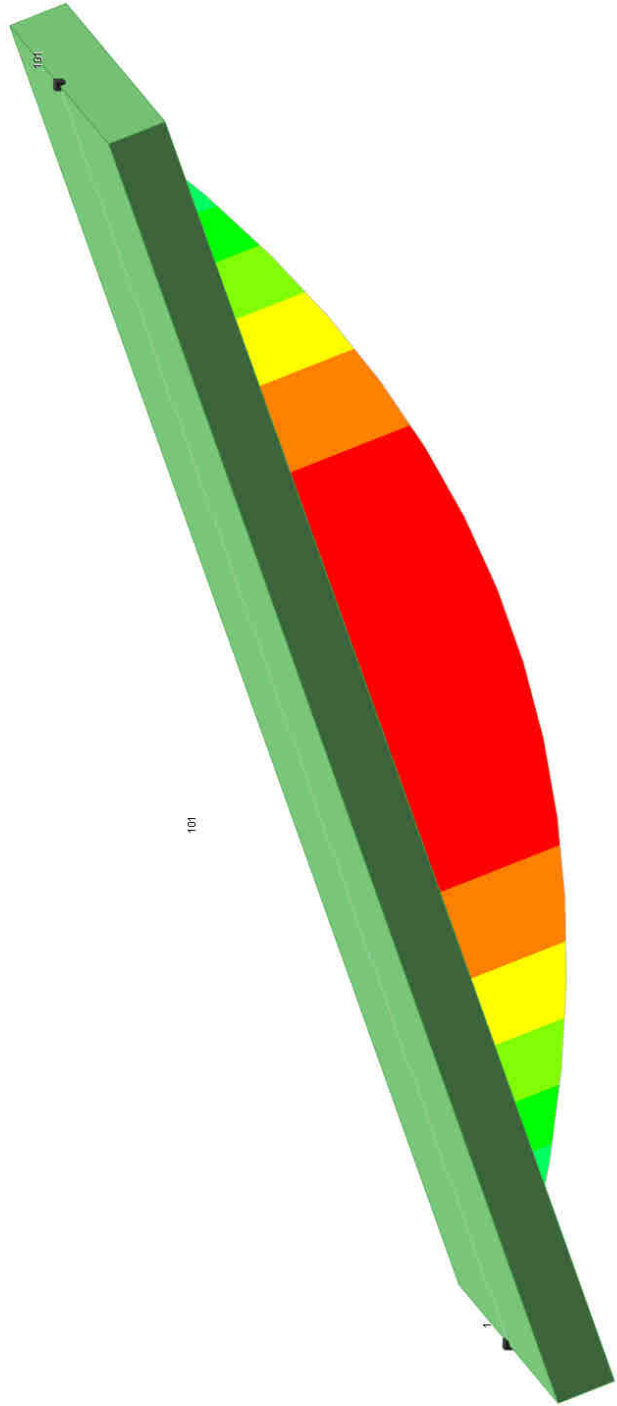
L'armatura di confezione inferiore (rete e/o tralicci) non è considerata collaborante ai fini della verifica

Verifica al taglio : è indicato il valore del taglio di calcolo a bordo appoggio (Vd.filo) e il valore del taglio ultimo senza armatura (Vrd1).
Se : $Vd > Vrd1$ si calcola la distanza alla quale risulta : $(Vd = Vrd1)$
tale distanza è indicata come banchinaggio.

Note : il valore del Taglio (Vd.asse) è il taglio di calcolo ad asse appoggio, utile per la determinazione della reazione vincolare.







Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.
I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:
- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:
- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:
- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Verifiche e armature travi

Simbologia

Caso	= Caso di verifica
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
	c = momento fittizio in campata
	a = momento fittizio agli appoggi
	TG = taglio da gerarchia delle resistenze
	TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia
	T = momento traslato per taglio
	e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	= Tipo di combinazione di carico
	SLU = Stato limite ultimo
	SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
	SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
	SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
	SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
	SLD = Stato limite di danno
	SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
	SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
	SLO = Stato limite di operatività
	SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
	SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	= Numero della sezione
Crit.	= Numero del criterio di progetto
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
Afe S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
Afe I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfeP S	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfeP I	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	= Sicurezza a rottura
σ_r sup	= Tensione nel ferro - superiore
σ_r inf	= Tensione nel ferro - inferiore
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo

X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
 Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione
 Staff. = Staffatura adottata
 AfE St. = Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
 bw = Larghezza membratura resistente al taglio
 Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
 ctgθ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 VRsd = Taglio ultimo lato armatura
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio
 c = Ricoprimento dell'armatura
 s = Distanza minima tra le barre
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
 S_{zm} = Distanza media tra le fessure
 Φ = Diametro della barra
 A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
 A_{c eff} = Area di calcestruzzo efficace
 σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 ε_{sm} = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
 Wk = Apertura delle fessure
 Tipo = Tipologia
 2C = Doppia C lato labbri
 2Cdx = Doppia C lato costola
 2I = Doppia I
 2L = Doppia L lato labbri
 2Ldx = Doppia L lato costole
 C = Sezione a C
 Cdx = C destra
 Cir. = Circolare
 Cir.c = Circolare cava
 I = Sezione a I
 L = Sezione a L
 Ldx = L destra
 Om. = Omega
 Pg = Pi greco
 Pr = Poligono regolare
 Prc = Poligono regolare cavo
 Pc = Per coordinate
 Ia = Inerzie assegnate
 R = Rettangolare
 Rc = Rettangolare cava
 T = Sezione a T
 U = Sezione a U
 Ur = U rovescia
 V = Sezione a V
 Vr = V rovescia
 Z = Sezione a Z
 Zdx = Z destra
 Ts = T stondata
 Ls = L stondata
 Cs = C stondata
 Is = I stondata
 Dis. = Disegnata
 B = Base
 H = Altezza
 Cf sup = Coprifermo superiore
 Cf inf = Coprifermo inferiore
 Cls = Tipo di calcestruzzo
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Tp = Tipo di acciaio
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Travata n. 101

Nodi: 1 101

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez. Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
1R	120.00	15.00	4.10	4.10	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.091	SLU	1	1	9.89	5.50	5.50	5.50	5.50	479.89	2598.04	5.414
1.591	SLU	1	1	172.10	5.50	5.50	5.50	5.50	1998.47	2598.04	1.300
3.161	SLU	1	1	341.60	5.50	5.50	5.50	5.50	354.46	2598.04	7.330

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <cm>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cm²>	σ _f inf <daN/cm²>	σ _c <daN/cm²>
0.092	SLE	R	1	9.89	5.50	5.50	346.69	60.77	626.49	18.69
0.094	SLE	Q	1	9.89	5.50	5.50	244.51	42.86	441.84	13.18
1.592	SLE	R	1	172.10	5.50	5.50	1443.76	253.06	2608.98	77.83
1.594	SLE	Q	1	172.10	5.50	5.50	1018.23	178.47	1840.02	54.89
3.162	SLE	R	1	341.60	5.50	5.50	256.08	44.88	462.75	13.80
3.164	SLE	Q	1	341.60	5.50	5.50	180.60	31.66	326.36	9.74

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{zm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ _s <daN/cm²>	σ _{sr} <daN/cm²>	ε _{sm}	Wk <mm>
5	0.094	SLE	Q	1	1	1	9.89	244.51	36.00	140.00	0.13	182.08	10.00	0.79	128.94	441.84	2637.28	0.09	0.03
7	0.093	SLE	F	1	1	1	9.89	273.70	36.00	140.00	0.13	182.08	10.00	0.79	128.94	494.60	2637.28	0.10	0.03
11	1.594	SLE	Q	1	1	1	172.10	1018.23	36.00	140.00	0.13	182.08	10.00	0.79	128.94	1840.02	2637.28	0.36	0.11
12	1.593	SLE	F	1	1	1	172.10	1139.81	36.00	140.00	0.13	182.08	10.00	0.79	128.94	2059.72	2637.28	0.40	0.12
18	3.164	SLE	Q	1	1	1	341.60	180.60	36.00	140.00	0.13	182.08	10.00	0.79	128.94	326.36	2637.28	0.06	0.02
20	3.163	SLE	F	1	1	1	341.60	202.16	36.00	140.00	0.13	182.08	10.00	0.79	128.94	365.33	2637.28	0.07	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
1 SLU	0.03	0.17	0.15	---	0.00	1.20	2104.00				6461.31	3.07
1 SLU	0.17	3.09	3.15	---	0.00	1.20	1921.25				6461.31	3.36
1 SLU	3.09	3.23	0.15	---	0.00	1.20	2104.00				6461.31	3.07

Sintesi

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
 Tipo di calcolo: calcolo statico

Dati generali della struttura

- Sito di costruzione: sconosciuto
- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_N : 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- Coefficiente d'uso CU: 1.00
- Periodo di riferimento VR: 50.00

Condizioni di carico elementari

Simbologia

- CCE = Numero della condizione di carico elementare
- Comm. = Commento
- Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
- Sic. = Contributo alla sicurezza
 - F = a favore
 - S = a sfavore
 - A = ambigua
- Var. = Tipo di variabilità
 - B = di base
 - I = indipendente
 - A = ambigua
- Dir. = Direzione del vento
- Tipo = Tipologia di pressione vento
 - M = Massimizzata
 - E = Esterna
 - I = Interna
- Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
- My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
- Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
- Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
- Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
- Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio e permanente		1S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Accidentali		3S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco tipi CCE definiti

Simbologia

- Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare
- Comm. = Commento
- Tipo = Tipologia
 - G = Permanente
 - Qv = Variabile vento
 - Q = Variabile
 - I = Da ignorare
 - A = Azione eccezionale
 - P = Precompressione
- Durata = Durata del carico
 - N = Non definita
 - P = Permanente
 - L = Lunga
 - M = Media
 - B = Breve
 - I = Istantanea
- γ min. = Coeff. γ min.
- γ max = Coeff. γ max
- Ψ_0 = Coeff. Ψ_0
- Ψ_1 = Coeff. Ψ_1
- Ψ_2 = Coeff. Ψ_2
- $\Psi_{0,s}$ = Coeff. Ψ_0 sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	γ min.	γ max	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	$\Psi_{0,s}$
1	D.M. 18 Permanenti strutturali	G	P	1.00	1.30				
3	D.M. 18 Variabili Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	Q	M	0.00	1.50	0.70	0.50	0.30	0.00

Materiali

Cemento armato

Elenco dei criteri di progetto e delle loro principali caratteristiche meccaniche utilizzate:
 Travi in c.a.: 1 Travi a una o più campate con geometria variabile

Calcestruzzo

Tipo di calcestruzzo: C25/30
 Rck calcestruzzo (Rck calcestruzzo) <daN/cm²>: 300.00
 Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo (Fck) <daN/cm²>: 249.00
 Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo (Fctk) <daN/cm²>: 17.91
 α_{cc} : 0.85
 γ_c : 1.50
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo (Fcd) <daN/cm²>: 141.10
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo (Fctd) <daN/cm²>: 11.94

Acciaio

Tipo di acciaio: B450C
 Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (Fyk) <daN/cm²>: 4500.00
 γ_s : 1.15
 Resistenza di calcolo dell'acciaio (Fyd) <daN/cm²>: 3913.04

Minimo coefficiente di sicurezza

Simbologia

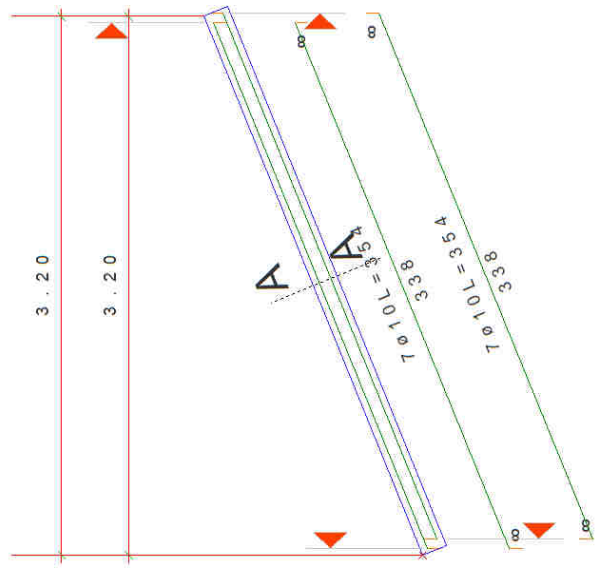
Elem. = Elemento
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
 TV = Tipo di verifica
 PRFL = Flessione e pressoflessione
 TAG = Taglio o altre rotture fragili
 NOD = Nodi in c.a. e collegamenti in acciaio
 STAB = Stabilità
 CP = Capacità portante
 RNP = Resistenza nel piano
 RFP = Resistenza fuori piano
 CIN = Cinematismi
 CON = Connessioni
 Sic. = Sicurezza

Tabella elementi e minimo coefficiente di sicurezza

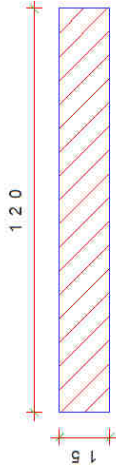
Elem.	CC	TCC	TV	Sic.
Travata n. 101	1	SLU	PRFL	1.30

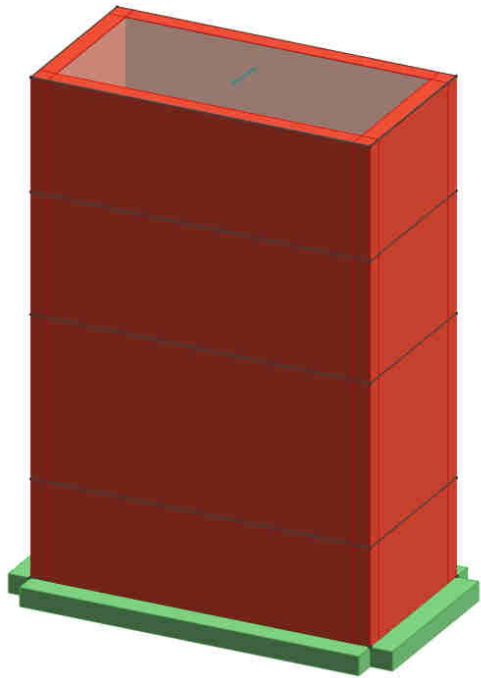
Minimo coefficiente di sicurezza:1.30

Travata 101



Sez. A - A





EDIFICIO

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Risultati del calcolo

Tensioni sul terreno

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
SLO = Stato limite di operatività
SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
 σ_t = Tensione sul terreno

Nodo	CC	TCC	σ_t <daN/cm ² >
1Max	1	SLU	1.73
3Max	1	SLU	1.73

Nodo	CC	TCC	σ_t <daN/cm ² >
1Min.	4	SLE Q	1.23
3Min.	4	SLE Q	1.23

Nodo	CC	TCC	σ_t <daN/cm ² >
2Max	1	SLU	1.73
4Max	1	SLU	1.73

Nodo	CC	TCC	σ_t <daN/cm ² >
2Min.	4	SLE Q	1.23
4Min.	4	SLE Q	1.23

Verifiche e armature travi

Simbologia

Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica

CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari
c = momento fittizio in campata
a = momento fittizio agli appoggi
TG = taglio da gerarchia delle resistenze
TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia
T = momento traslato per taglio
e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione

TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
SLO = Stato limite di operatività
SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
Afe S = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
Afe I = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfeF S = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfeF I = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My = Momento flettente intorno all'asse Y
Sic. = Sicurezza a rottura
 σ_f sup = Tensione nel ferro - superiore
 σ_f inf = Tensione nel ferro - inferiore
 σ_c = Tensione nel calcestruzzo
X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione
Staff. = Staffatura adottata
Afe St. = Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
bw = Larghezza membratura resistente al taglio
Vsd = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
ctg θ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRsd = Taglio ultimo lato armatura
VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo
Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo
Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio
Sez. = Numero della sezione
Tipo = Tipologia
2C = Doppia C lato labbri
2Cdx = Doppia C lato costola
2I = Doppia I
2L = Doppia L lato labbri
2Ldx = Doppia L lato costole
C = Sezione a C
Cdx = C destra
Cir. = Circolare
Cir.c = Circolare cava
I = Sezione a I
L = Sezione a L
Ldx = L destra
Om. = Omega
Pg = Pi greco
Pr = Poligono regolare
Prc = Poligono regolare cavo
Pc = Per coordinate
Ia = Inerzie assegnate
R = Rettangolare
Rc = Rettangolare cava
T = Sezione a T
U = Sezione a U
Ur = U rovescia
V = Sezione a V
Vr = V rovescia
Z = Sezione a Z
Zdx = Z destra
Ts = T stondata
Ls = L stondata
Cs = C stondata
Is = I stondata
Dis. = Disegnata

B = Base
H = Altezza
Cf sup = Copriferro superiore
Cf inf = Copriferro inferiore
Cls = Tipo di calcestruzzo
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Tp = Tipo di acciaio
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Travata n. 701

Nodi: 1 2

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm ² >	Fctk <daN/cm ² >	Fcd <daN/cm ² >	Fctd <daN/cm ² >	Tp	Fyk <daN/cm ² >	Fyd <daN/cm ² >
1R		120.00	50.00	4.10	4.10	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Staffe - Verifiche armatura

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Travata n. 702

Nodi: 3 4

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		120.00	50.00	4.10	4.10	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Staffe - Verifiche armatura

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Travata n. 703

Nodi: 1 3

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		120.00	50.00	4.10	4.10	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Staffe - Verifiche armatura

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Travata n. 704

Nodi: 2 4

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		120.00	50.00	4.10	4.10	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Staffe - Verifiche armatura

Travata priva di sollecitazioni perché adiacente ad un muro o per altri motivi

Sintesi

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18

Tipo di calcolo: calcolo statico

Dati generali della struttura

- Sito di costruzione: sconosciuto
- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_n : 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- Coefficiente d'uso CU: 1.00
- Periodo di riferimento VR: 50.00

Condizioni di carico elementari**Simbologia**

- CCE = Numero della condizione di carico elementare
- Comm. = Commento
- Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
- Sic. = Contributo alla sicurezza
 - F = a favore
 - S = a sfavore
 - A = ambigua
- Var. = Tipo di variabilità
 - B = di base
 - I = indipendente
 - A = ambigua
- Dir. = Direzione del vento
- Tipo = Tipologia di pressione vento
 - M = Massimizzata
 - E = Esterna
 - I = Interna

Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
 My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
 Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
 Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
 Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio e permanente	1S	--	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Accidentale interno	3S	B	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	Accidentale copertura	12S	B	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Permanente non strutturale	2S	--	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco tipi CCE definiti

Simbologia

Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare

Comm. = Commento

Tipo = Tipologia

G = Permanente

Qv = Variabile vento

Q = Variabile

I = Da ignorare

A = Azione eccezionale

P = Precompressione

Durata = Durata del carico

N = Non definita

P = Permanente

L = Lunga

M = Media

B = Breve

I = Istantanea

$\gamma_{min.}$ = Coeff. $\gamma_{min.}$

γ_{max} = Coeff. γ_{max}

ψ_0 = Coeff. ψ_0

ψ_1 = Coeff. ψ_1

ψ_2 = Coeff. ψ_2

$\psi_{0,s}$ = Coeff. ψ_0 sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	$\gamma_{min.}$	γ_{max}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{0,s}$
1	D.M. 18 Permanenti strutturali	G	P	1.00	1.30				
3	D.M. 18 Variabili Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	Q	M	0.00	1.50	0.70	0.50	0.30	0.00
12	D.M. 18 Variabili Neve (a quota <= 1000 m s.l.m.)	Q	M	0.00	1.50	0.50	0.20	0.00	0.00
2	D.M. 18 Permanenti non strutturali	G	L	0.80	1.50				

Elenco baricentri e masse impalcati

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato

X = Coordinata X

Y = Coordinata Y

Z = Coordinata Z

Mo = Massa orizzontale

Jpz = Massa rotazionale intorno all'asse Z

Imp.	X <m>	Y <m>	Z <m>	Mo <kg>	Jpz <kg*mq>	Imp.	X <m>	Y <m>	Z <m>	Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
1	4.53	2.30	2.60	104997.00	2340840.00	2	4.53	2.30	6.90	96355.80	2118200.00
3	4.53	2.30	10.10	83331.90	1782630.00	4	4.53	2.30	13.10	48727.00	934752.00

Totali masse impalcati

Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
333411.00	7176420.00

Materiali

Cemento armato

Elenco dei criteri di progetto e delle loro principali caratteristiche meccaniche utilizzate:

Travi in c.a.: 1 Travi a una o più campate con geometria variabile

Calcestruzzo

Tipo di calcestruzzo: C25/30

Rck calcestruzzo (Rck calcestruzzo) <daN/cmq>: 300.00

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo (Fck) <daN/cmq>: 249.00

Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo (Fctk) <daN/cmq>: 17.91

α_{cc} : 0.85

γ_c : 1.50

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo (Fcd) <daN/cmq>: 141.10

Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo (Fctd) <daN/cmq>: 11.94

Acciaio

Tipo di acciaio: B450C

Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (Fyk) <daN/cmq>: 4500.00

γ_s : 1.15

Resistenza di calcolo dell'acciaio (Fyd) <daN/cmq>: 3913.04

Carichi

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato

Quota = Quota impalcato

Ts = Numero del tipo solaio

Comm. = Commento

Mq_{Tot} = Area solai

Qps = Carico permanente strutturale

CCE = Numero della condizione di carico elementare

Qpn = Carico permanente non strutturale

QA = Primo carico accidentale

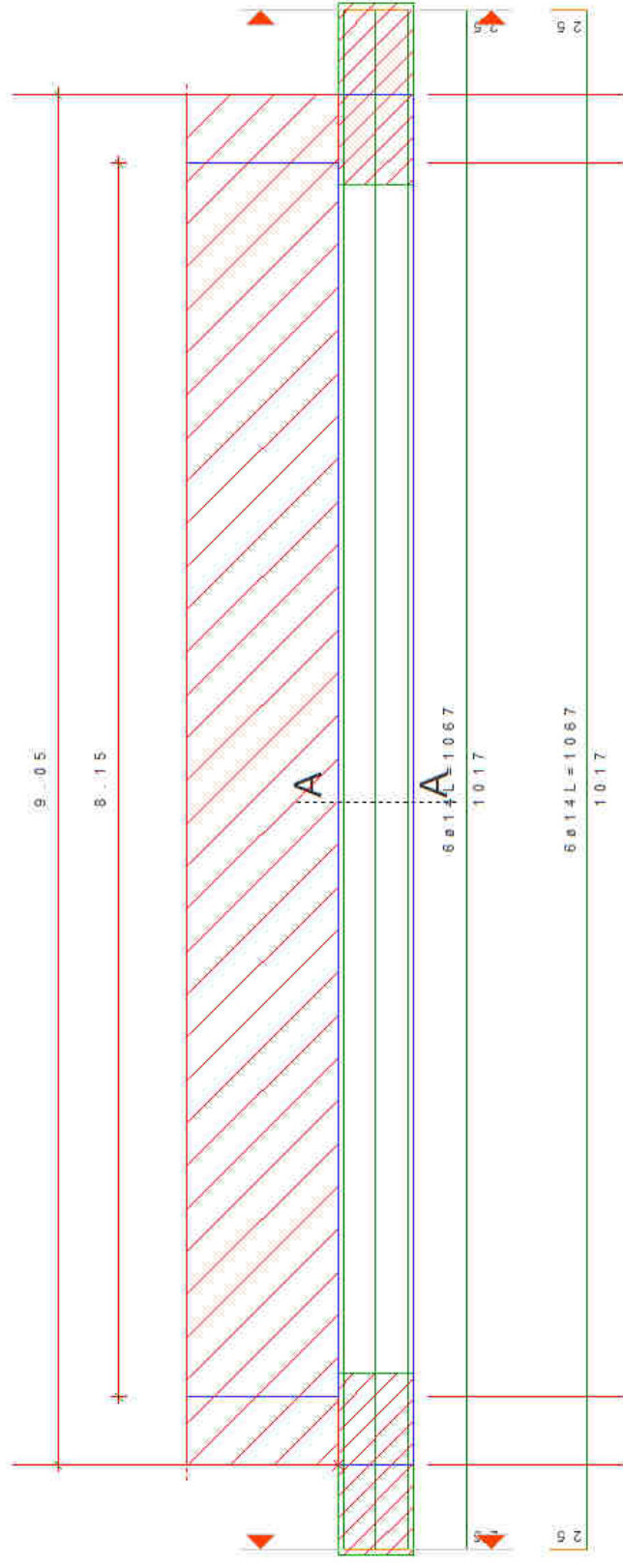
QA2 = Secondo carico accidentale

QA3 = Terzo carico accidentale

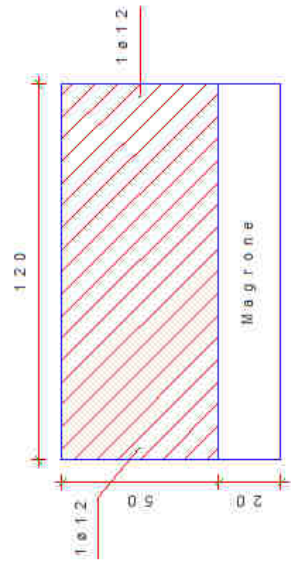
Imp.	Quota <m>	Ts	Comm.	Mq _{Tot} <mq>	Qps <daN/mq>	CCE	Qpn <daN/mq>	CCE	QA <daN/mq>	CCE	QA2 <daN/mq>	CCE	QA3 <daN/mq>	CCE
1	2.60	1	Solaio t p s	41.63	260.00	1	180.00	4	200.00	2	--	--	--	--
2	6.90	1	Solaio t p s	41.63	260.00	1	180.00	4	200.00	2	--	--	--	--
3	10.10	1	Solaio t p s	41.63	260.00	1	180.00	4	200.00	2	--	--	--	--
4	13.10	2	Solaio di copertura	41.63	260.00	1	180.00	4	120.00	3	--	--	--	--

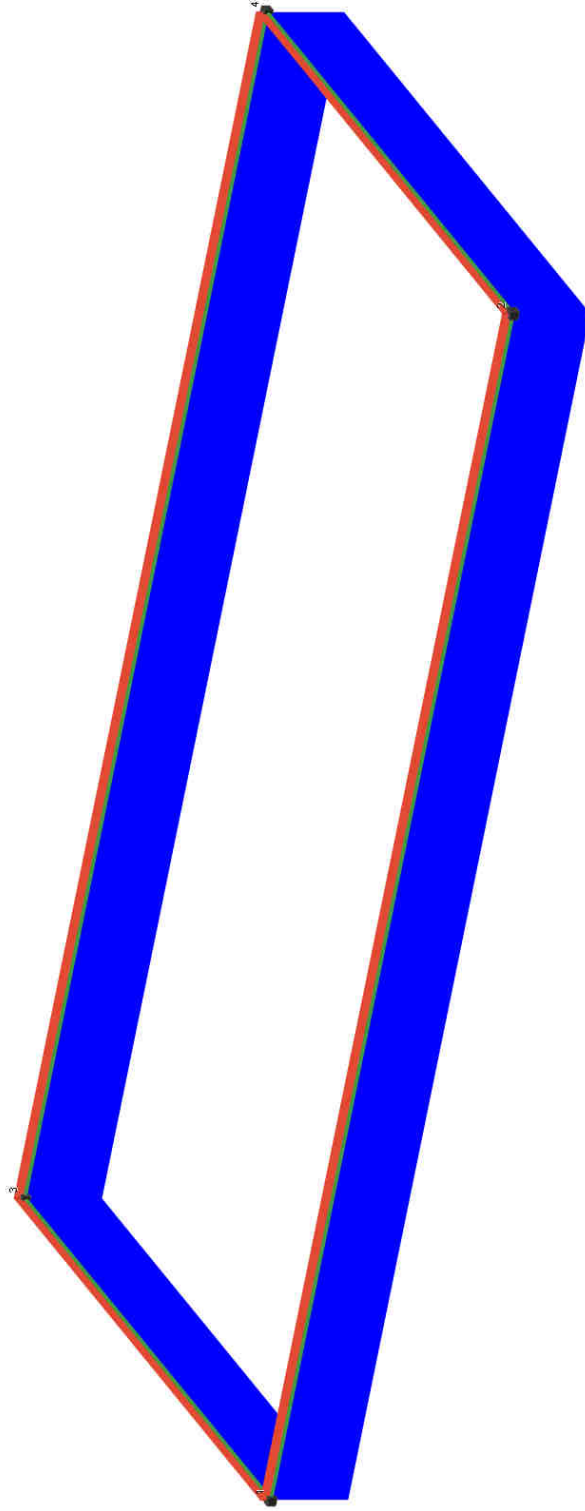
Travata 701
M 106

M 108



Sez. A - A





Dimensionamento e verifica travetti compound

Al fine del dimensionamento dei travetti compound in oggetto si considera lo schema statico di trave in semplice appoggio soggetta ad un carico uniformemente distribuito; si considera come valore massimo di momento flettente il valore corrispondente ad $l/8$ agente in mezziera dell'elemento e in corrispondenza degli appoggi un valore pari ad $l/24$.

Per la verifica si prendono in considerazione i travetti di lunghezza maggiore.

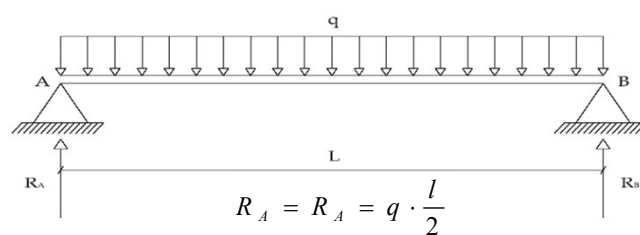
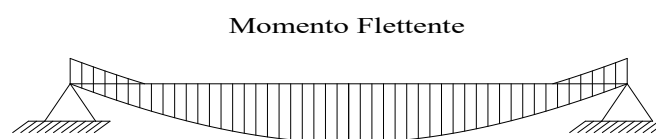


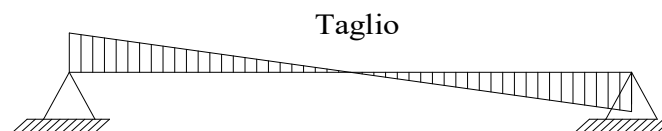
Figura 1 – Schema di calcolo e reazioni vincolari.



$$M_{\max} = q \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$M_{\min} = -q \cdot \frac{l^2}{24}$$

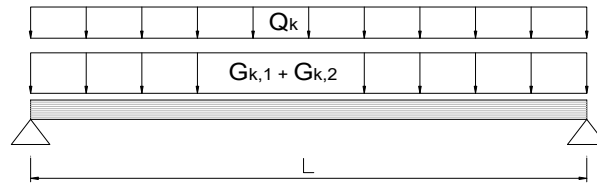
Figura 2 – Momento flettente.



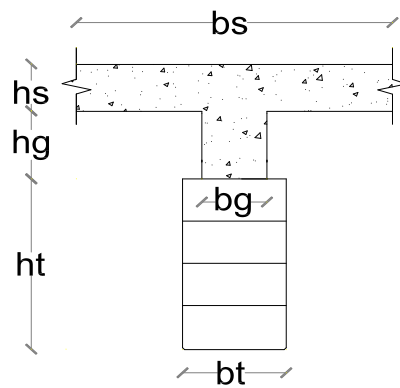
$$T = q \cdot \frac{l}{2}$$

Figura 3 – Taglio.

Geometria della trave e della sezione



$L =$ **9,50** m (Luce di calcolo)
 $i =$ **61** cm (Interasse travetti)



$bt =$	140	mm	(Base della sezione travetto in legno)
$ht =$	360	mm	(Altezza della sezione travetto in legno)
$bs =$	610	mm	(Base della sezione soletta in c.a.)
$hs =$	50	mm	(Altezza della sezione soletta in c.a.)
$bg =$	50	mm	(Base della sezione "gap" in c.a.)
$hg =$	50	mm	(Altezza della sezione "gap" in c.a.)
$H =$	460	mm	(Altezza totale della trave a T)

$A_{agg} =$	1	Φ	14	(Armatura aggiuntiva inferiore)
$Arm =$	2	Φ	5	(Armatura corrente inferiore traliccio)
$A_{f,eff} =$		193,21	mm ²	(Area Armatura corrente inferiore)
$A_t =$		50400	mm ²	(Area sezione travetto in legno)
$G_t =$		180	mm	(Posizione Baricentro travetto in legno)
$I_{yt} =$		544320000	mm ⁴	(Momento d' inerzia asse princ y travetto in legno)
$A_s =$		30500	mm ²	(Area sezione soletta in c.a.)
$G_s =$		435	mm	(Posizione Baricentro soletta in c.a.)
$I_{ys} =$		6354167	mm ⁴	(Momento d' inerzia asse princ y soletta in c.a.)
$A_g =$		2500	mm ²	(Area sezione "gap" in c.a.)
$G_g =$		385	mm	(Posizione Baricentro "gap" in c.a.)
$I_{yg} =$		520833	mm ⁴	(Momento d' inerzia asse princ y "gap" in c.a.)
$A_{s+Ag} =$		33000	mm ²	(Area sezione in c.a.)
$G_c =$		431	mm	(Posizione Baricentro sezione in c.a. soletta + gap)
$I_{yc} =$		12651515	mm ⁴	(Momento d' inerzia asse princ y sezione in cls)

Carichi agenti

Carichi caratteristici:	$G_{k1} =$	1,90	kN/m^2	\Rightarrow	1,16 kN/m
	$G_{k2} =$	1,20	kN/m^2	\Rightarrow	0,73 kN/m
	$Q_k =$	3,00	kN/m^2	\Rightarrow	1,83 kN/m

Coefficienti parziali di sicurezza:	$\gamma_{G1} =$	1,30	<i>per carichi perm. strut. - tab. 2.6.I NTC 2018</i>
	$\gamma_{G2} =$	1,50	<i>per carichi perm. non strut. - tab. 2.6.I NTC 2018</i>
	$\gamma_Q =$	1,50	<i>per azioni variabili - tab. 2.6.I NTC 2018</i>
Coefficiente di combinazione:	$\psi_{21} =$	0,30	<i>ambienti uso residenziale - tab. 2.5.I NTC 2018</i>

Carico allo S.L.U. :

$$Q_{SLU} = ((G_{k1} \gamma_{G1}) + (G_{k2} \gamma_{G2}) + (Q_k \gamma_Q)) = 5,35 \quad \text{kN/m}$$

Carico allo S.L.E. :

$Q_{SLE} = (G_k + Q_k) =$	3,72	kN/m	Combinazione Rara
$Q_{SLE} = (G_k + \psi_{21} Q_k) =$	2,44	kN/m	Combinazione Quasi Permanente

Sollecitazioni allo SLU:

$M_{Sd} =$	60,35	kNm	massima azione flettente
$V_{Sd} =$	25,41	kN	massima azione tagliante

Caratteristiche dei materiali

Materiali utilizzati:

Calcestruzzo:

Classe:	C25/30		
$R_{ck} =$	30	N/mm^2	
$f_{ck} =$	24,9	N/mm^2	
$f_{cd} = 0,83 \cdot 0,85 R_{ck} / 1,5 =$	14,11	N/mm^2	<i>Resistenza di calcolo a compressione</i>
$\phi_{\infty,10} =$	2,00	N/mm^2	<i>Coeff. Viscosità per carichi permanenti</i>
$E_C =$	31447	N/mm^2	<i>Modulo elastico</i>

Legno:

<i>Classe di Servizio:</i>	Classe di servizio 1		
<i>Durata carico accidentale:</i>	Media durata.		
<i>Coefficienti di correzione:</i>	$K_{mod,G} =$	0,6	<i>per carichi permanenti - tab. 4.4. IV NTC 2018</i>
	$K_{mod,Q} =$	0,8	<i>per carichi variabili - tab. 4.4. IV NTC 2018</i>
	$K_{def} =$	0,6	<i>tab. 4.4. V NTC 2018</i>

Coefficiente di sicurezza del materiale: $\gamma_M =$ 1,45 *tab. 4.4. III NTC 2018*

Resistenze di calcolo:

N.B.1 Per altezze di sezione minori di 600 mm è possibile incrementare la resistenza a flessione ed a trazione moltiplicando il valore caratteristico per un fattore k_h definito come:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,10 \right\} \quad k_h = 1,10$$

Legno Lamellare classe GL 24h

Valori caratteristici (N/mm ²)	Valori di progetto (N/mm ²)	$K_{mod} = 0,8$
$f_{m,k} = 26,40$	$f_{m,d} = 14,57$	
$f_{t,0,k} = 18,15$	$f_{t,0,d} = 10,01$	
$f_{c,90,k} = 2,70$	$f_{c,90,d} = 1,49$	
$f_{v,k} = 2,70$	$f_{v,d} = 1,49$	

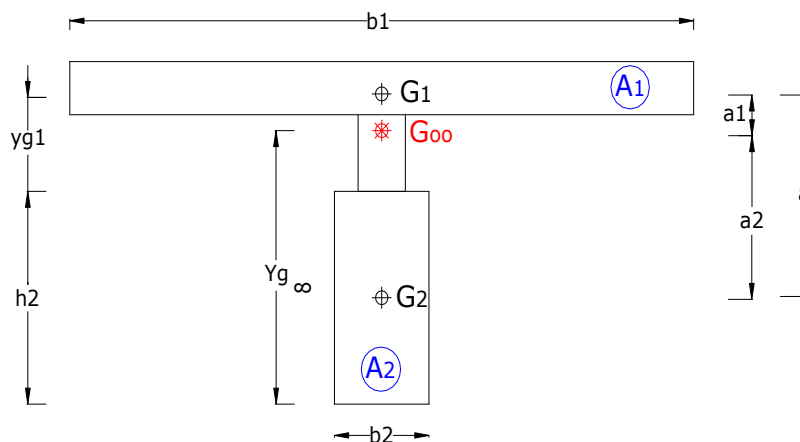
Valori di modulo elastico:

$E_{0,mean} = 11600$	N/mm ²
$E_{0,05} = 9400$	N/mm ²
$G_{mean} = 720$	N/mm ²

Acciaio per armatura B450C

tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450$	N/mm ²
tensione di calcolo	$f_{yd} = 391$	N/mm ²

Parametri di rigidità della trave composta



Caratteristiche geometriche trave a T in cls:

$A_1 = 33000$	mm ²
$y_{g1} = 71,21$	mm
$J_1 = 12651515$	mm ⁴

Caratteristiche geometriche trave rettangolare in legno

$$A_2 = 50400 \text{ mm}^2$$

$$J_2 = 544320000 \text{ mm}^4$$

Parametri di rigidezza a t = 0

$$E_1 = E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$$

$$E_2 = E_w = 11600 \text{ N/mm}^2$$

$$(EJ)_1 = 3,98E+11 \text{ Nmm}^2$$

$$(EJ)_2 = 6,31E+12 \text{ Nmm}^2$$

$$(EA)_1 = 1,04E+09 \text{ N}$$

$$(EA)_2 = 5,85E+08 \text{ N}$$

$$EA_0 = \frac{E_1 A_1 \cdot E_2 A_2}{E_1 A_1 + E_2 A_2} = 3,74E+08 \text{ N}$$

CONNESSIONE DI RIGIDEZZA NULLA

$$EJ_0 = \sum E_i J_i = 6,71E+12 \text{ Nmm}^2$$

CONNESSIONE DI RIGIDEZZA INFINITA

$$y_{g\infty} = \frac{E_1 A_1 (h_2 + y_{g1}) + E_2 A_2 h_2 / 2}{\sum E_i A_i} = 341 \text{ mm}$$

$$a_1 = h_2 + y_{g1} - y_{G\infty} = 91 \text{ mm}$$

$$a_2 = y_{G\infty} - \frac{h_2}{2} = 161 \text{ mm}$$

$$a = a_1 + a_2 = 251 \text{ mm}$$

$$EJ_\infty = \sum E_i J_i + \sum E_i A_i a_i^2 = EJ_0 + EA_0 \cdot a^2 = 3,03E+13 \text{ Nmm}^2$$

Resistenza ultima della connessione:

$$F_{kU} = 120 \text{ N/mm}$$

Rigidezza normalizzata della connessione a t = 0

$$\text{SLE} \quad k_{ser} = 1000 \text{ N/mm}$$

$$\text{SLU} \quad k_U = 550 \text{ N/mm}$$

Rigidezza efficace a t = 0

Posizione del baricentro della sezione globale, pesato con i pertinenti moduli di elasticità dei materiali a partire dal lembo inferiore:

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= 1 \\ \gamma_1 &= \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 E_1 A_1}{k_u I^2}} = 0,83 \\ a_2 &= \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a}{\sum \gamma_i E_i A_i} = 150 \text{ mm} \\ a_1 &= a - a_2 = 102 \text{ mm} \\ a &= y_{g1} + h_2 / 2 = 251 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$(EJ)_{ef} = \sum E_i J_i + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 = 2,87E+13 \text{ Nmm}^2$$

Efficienza della connessione a $t = 0$ $\eta = \frac{(EJ)_{ef} - (EJ)_0}{(EJ)_\infty - (EJ)_0} = 0,93$

Rigidezza efficace in esercizio a $t = 0$

Posizione del baricentro della sezione globale, pesato con i pertinenti moduli di elasticità dei materiali a partire dal lembo inferiore:

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= 1 \\ \gamma_1 &= 0,90 \\ a_2 &= 154 \text{ mm} \\ a_1 &= 97 \text{ mm} \\ a &= 251 \text{ mm} \\ (EJ)_{eff} &= 2,94E+13 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

Efficienza della connessione in esercizio a $t = 0$ $\eta = 0,96$

Parametri di rigidezza a $t = \infty$

$$\begin{aligned} E_{c,\infty} &= \frac{E_c}{(1 + \psi_2 \cdot \phi)} = 10482 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,mean,\infty} &= \frac{E_0}{(1 + \psi_2 \cdot k_{def})} = 7250 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (EJ)_1 &= 1,33E+11 \text{ Nmm}^2 & (EA)_1 &= 3,46E+08 \text{ N} \\ (EJ)_2 &= 3,95E+12 \text{ Nmm}^2 & (EA)_2 &= 3,65E+08 \text{ N} \\ & & (EA)_0 &= 1,78E+08 \text{ N} \end{aligned}$$

CONNESSIONE DI RIGIDEZZA NULLA	$(EJ)_0 =$	4,08E+12	Nmm ²
CONNESSIONE DI RIGIDEZZA INFINITA	$y_{g\infty} =$	302	mm
	$a_1 =$	129	mm
	$a_2 =$	122	mm
	$a =$	251	mm
	$(EJ)_\infty =$	1,53E+13	Nmm ²

Rigidezza normalizzata della connessione a $t = \infty$

$$SLE \quad k_{ser,\infty} = \frac{k_{ser}}{(1 + \psi_2 \cdot k_{def})} = 625 \quad \text{N/mm}$$

$$SLU \quad k_{u,\infty} = \frac{k_u}{(1 + \psi_2 \cdot k_{def})} = 344 \quad \text{N/mm}$$

Rigidezza efficace a $t = \infty$

Posizione del baricentro della sezione globale, pesato con i pertinenti moduli di elasticità dei materiali a partire dal lembo inferiore:

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= 1 \\ \gamma_1 &= 0,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= 116 \quad \text{mm} \\ a_1 &= 136 \quad \text{mm} \\ a &= 251 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$(EJ)_{\text{eff}} = 1,47\text{E}+13 \text{ Nmm}^2$$

$$\text{Efficienza della connessione a } t = \infty \quad \eta = 0,95$$

Rigidezza efficace in esercizio a $t = \infty$

Posizione del baricentro della sezione globale, pesato con i pertinenti moduli di elasticità dei materiali a partire dal lembo inferiore:

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= 1 \\ \gamma_1 &= 0,94 \end{aligned}$$

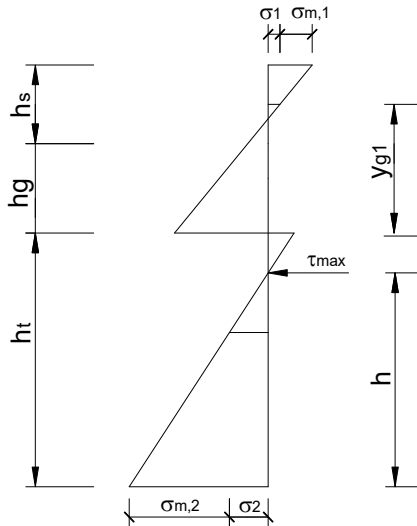
$$\begin{aligned} a_2 &= 118 \quad \text{mm} \\ a_1 &= 133 \quad \text{mm} \\ a &= 251 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$(EJ)_{\text{eff}} = 1,50\text{E}+13 \text{ Nmm}^2$$

$$\text{Efficienza della connessione in esercizio a } t = \infty \quad \eta = 0,97$$

Verifica delle tensioni agli SLU

Le verifiche allo SLU saranno effettuate a breve termine ($t=0$) ed a lungo termine ($t=\infty$)



Tensioni da sforzo normale:

$$\sigma_i = \frac{N_i}{A_i} = \frac{\gamma_i E_i a_i M}{(EJ)_{ef}}$$

Tensioni da momento flettente:

$$\sigma_{m,i} = \frac{M_i}{J_i} \cdot y_i = \frac{E_i \cdot M}{(EJ)_{ef}} \cdot y_i$$

in cui:

$$N_i = \frac{\gamma_i E_i a_i A_i}{(EJ)_{ef}} \cdot M$$

$$M_i = \frac{(EJ)_i}{(EJ)_{ef}} \cdot M$$

Tensioni normali nell calcestruzzo

t = 0	$\sigma_{1,d} =$	-5,58	N/mm ²		
	$\sigma_{m,1,d,sup} =$	-1,91	N/mm ²		
	$\sigma_{m,1,d,inf} =$	4,71	N/mm ²		
	$|\sigma_{1,d}| + |\sigma_{m,1,d}| =$	7,48	N/mm ²	< | fcd |	Ok
	$\sigma_{1,d} + \sigma_{m1,d} =$	-0,86	N/mm ²		

t = ∞	$\sigma_{1,d} =$	-5,26	N/mm ²		
	$\sigma_{m,1,d,sup} =$	-1,24	N/mm ²		
	$\sigma_{m,1,d,inf} =$	3,07	N/mm ²		
	$|\sigma_{1,d}| + |\sigma_{m,1,d}| =$	6,50	N/mm ²	< | fcd |	Ok
	$\sigma_{1,d} + \sigma_{m1,d} =$	-2,19	N/mm ²		

Verifica dell'armatura in campata

Armatura del traliccio	2	Φ	5	=	39,27	mm ²
Armatura aggiuntiva	1	Φ	14	=	153,94	mm ²

Resistenza a trazione delle armature: R = 75,60 kN

t = 0

Posizione asse neutro da intradosso trave a T
Risultante delle trazioni

x = -13 mm
T = 0,28 kN

T / R = 0,00 < 1 **OK**

t = ∞

Posizione asse neutro da intradosso trave a T
Risultante di trazione

x = -51 mm
T = 2,79 kN

T / R = 0,04 < 1 **OK**

Tensioni normali nel legno

Per la verifica a tenso-flessione della sezione lignea deve essere verificata la seguente relazione:

$$\frac{\sigma_{t,2,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,d}} < 1$$

t = 0 $\sigma_{t,2,d} = 3,65$ N/mm²
 $\sigma_{m,2,d} = 4,39$ N/mm²

$$\frac{\sigma_{t,2,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,d}} = 0,67 < 1 \text{ VERIFICATO}$$

t = ∞ $\sigma_{t,2,d} = 3,44$ N/mm²
 $\sigma_{m,2,d} = 5,36$ N/mm²

$$\frac{\sigma_{t,2,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,d}} = 0,71 < 1 \text{ VERIFICATO}$$

Tensione tangenziale massima nel legno

Per la verifica a taglio della sezione lignea deve essere verificata la seguente relazione:

$$\tau_{2,\max} = \frac{0,5E_2h^2}{(EJ)_{ef}} \cdot V \leq f_{v,d}$$

t = 0 $\tau_{2,\max} = 0,56$ N/mm² < $f_{v,d}$ **VERIFICATO** 37%

t = ∞ $\tau_{2,\max} = 0,55$ N/mm² < $f_{v,d}$ **VERIFICATO** 37%

Forza massima sulla connessione

Per la verifica della forza massima sulla connessione deve essere verificata la seguente relazione:

$$F = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1}{(EJ)_{ef}} \cdot V \leq F_{kv} / \gamma$$

in cui: $\gamma = 1,50$

t = 0	F =	77,48	N	VERIFICATO	97%
t = ∞	F =	73,07	N	VERIFICATO	91%

Compressione del legno all'appoggio

Appoggio su struttura portante perimetrale:

Per la verifica a compressione della sezione lignea in direzione ortogonale alle fibre in corrispondenza della sezione di appoggio, deve essere verificata la seguente relazione:

$$\sigma_c = \frac{V}{b \cdot L_{app}} \leq f_{c,90,d}$$

T = 25,41 kN

L_{app.} = 175 mm

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{T}{b \cdot L_{app}} = 1,04 \text{ N/mm}^2 < f_{c,90,d} \text{ VERIFICATO} \quad 70\%$$

Verifica dell'armatura integrativa alle estremità

Alle sezioni di estremità vengono previsti degli spezzoni di armatura inseriti nei cordoli perimetrali per assorbire un momento negativo pari ad $1/24 \cdot Q_{SLU} \cdot L^2$.

d = 251 mm (braccio di leva delle armature)

A_{app} = 3 Φ 14 = 462 mm²

M_{Rd} = 40,86 kNm (momento resistente della sezione a T in c.a.)

M_{Sd} = 20,12 kNm (momento sollecitante)

M_{Sd} / M_{Rd} = 0,49 < 1 **VERIFICATO**

Verifica delle deformazioni agli SLE

La verifica agli SLU saranno effettuate a breve termine ($t=0$) ed a lungo termine ($t=\infty$), per tenere conto dei fenomeni viscosi riguardanti sia il legno che il cls. Inoltre per tenere conto della deformabilità a taglio delle strutture ligee, si considera un incremento del 10% della freccia calcolata sulla base degli schemi statici considerati per gli elementi.

La freccia a $t=0$ (u_{ist}) sarà calcolata con riferimento alla combinazione di carico rara e la freccia a $t=\infty$ (u_{fin}) sarà calcolata con la combinazione di carico quasi permanente.

Inoltre si considera una freccia totale (u_{tot}) come somma della freccia a lungo termine nella combinazione di carico quasi permanente, con carico ridotto in base a ψ_{21} e la freccia dovuta alla restante parte del carico accidentale.

Coefficienti di combinazione

$$\psi_{21} = 0,3$$

Freccie istantanee

$u_{1,ist} =$	7,51	mm			
$u_{2,ist} =$	7,27	mm			
			$< L / 400 =$	23,8	mm
			VERIFICATO		
$u_{net,ist} =$	14,77	mm			

Freccie finali

$u_{1,fin} =$	14,75	mm			
$u_{2,fin} =$	14,28	mm			
			$< L / 400 =$	23,75	mm
			VERIFICATO		

Freccia totale

$u_{tot} =$	19,03	mm			
	quasi permanente		$< L / 400 =$	23,75	mm
			VERIFICATO		