

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

COMUNE DI TERZO DI AQUILEIA

PROVINCIA DI UDINE



VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA
DEL PLESSO SCOLASTICO DEL COMUNE DI
TERZO DI AQUILEIA

Il tecnico
(ing. Roberto Ocera)

Sommario

1	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	3
1.1	GENERALITÀ.....	3
1.2	LO STATO DI FATTO.....	4
1.3	L'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO STATICO GIA' ESEGUITO	7
1.4	ULTERIORI PROBLEMATICHE.....	10
1.5	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
2	RELAZIONE SUI MATERIALI	12
2.1	I MATERIALI STRUTTURALI.....	12
3	RELAZIONE SPECIALISTICA SULLA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE” CORPI DI FABBRICA AULE.....	13
4	RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE	17
5	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	20
5.1	ANALISI DEI CARICHI	20
5.1.1	CARICHI PESI PROPRI, PERMANENTI, VARIABILI	20
5.2	PARAMETRI GENERALI DELL'ANALISI.....	23
5.2.1	ANALISI E COMBINAZIONI DI CARICO	23
6	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA.....	25
6.1.1	CORPO NORD – Scuola dell'Infanzia.....	27
6.1.2	CORPO CENTRALE – Scuola Primaria.....	97
6.1.3	CORPO SUD EST – Cucina e Mensa	165
7	PALESTRA - RELAZIONE SPECIALISTICA SULLA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE”	177
8	PALESTRA - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE	181
9	PALESTRA - RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	184
9.1	ANALISI DEI CARICHI	184
9.1.1	CARICHI PESI PROPRI, PERMANENTI, VARIABILI	184
9.2	PARAMETRI GENERALI DELL'ANALISI.....	186
9.2.1	ANALISI E COMBINAZIONI DI CARICO	186
10	PALESTRA - VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA	188
11	CONCLUSIONI	221
11.1	GENERALITA'	221

11.2	L'INDICE DI VULNERABILITA' SISMICA	222
12	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	224
13	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI	227
14	COPIA DELLA LICENZA D'USO	228

1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.1 GENERALITÀ

Il polo scolastico di terzo di Aquileia è stato edificato per lotti a partire dalla seconda metà degli anni '60 fino al 2005 attraversando un periodo temporale in cui si sono succedute diverse normative relative alla progettazione strutturale non ultima la classificazione in zona sismica operata dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003. In modo particolare i diversi lotti, secondo l'ordine temporale di edificazione, corrispondono oggi alle seguenti destinazioni funzionali dell'immobile:

- scuola materna
- scuola elementare
- palestra
- mensa
- ampliamento scuola elementare

Con l'eccezione dell'ultimo in quanto l'ampliamento del 2005 è stato realizzato solidarizzando con il corpo mensa, i vari lotti presentano dei piccoli giunti di dilatazione che ne permettono una trattazione strutturale separata anche se l'entità ridotta di tali giunti non li configura come veri e propri giunti sismici (del resto all'epoca non richiesti).

Purtroppo la parte meno recente delle progettazioni strutturali è andata in gran parte perduta rimanendo oggi disponibili solo gli as-built strutturali della scuola materna, alcune tavole strutturali della mensa e l'intero progetto strutturale dell'ampliamento del 2004. Non sono reperibili le progettazioni della scuola elementare, della palestra e di parte della mensa/cucina.

Nel seguito, per ciascun corpo di fabbrica, vengono riportate le informazioni relative alla documentazione di archivio.

Scuola materna:

- Progettista strutturale: arch. Arnaldo Zuccato
- Anno progetto: 1.12.1965
- Impresa esecutrice: Cooperativa Ars e Labor
- Fine lavori: 24.10.1968
- Collaudo strutturale: 14.02.1972
- Collaudatore: ing. Filippo Minacapilli

Scuola elementare:

- Progettista strutturale: arch. Arnaldo Zuccato
- Anno progetto: 08.10.1969
- Impresa esecutrice: Riccardo Nosella
- Fine lavori: ---
- Collaudo strutturale: ---

- Collaudatore: ---

Palestra:

- Progettista strutturale: arch. Arnaldo Zuccato
- Anno progetto: 20.09.1973 (1 lotto) e 15.09.1977 (2 Lotto)
- Impresa esecutrice: ---
- Fine lavori: ---
- Collaudo strutturale: ---
- Collaudatore: ---

Mensa/cucina:

- Progettista strutturale: arch. Arnaldo Zuccato
- Anno progetto: 10.10.1987
- Impresa esecutrice: ---
- Fine lavori: ---
- Collaudo strutturale: ---
- Collaudatore: ---

Ampliamento scuola elementare:

- Progettista strutturale: ing. Pietro Mazzanti
- Anno progetto: 2005 (deposito n. 3465 dd. 23.11.2005)
- Impresa esecutrice: Impresa LOMAR S.r.l.
- Fine lavori: ---
- Collaudo strutturale: 08.08.2006
- Collaudatore: ing. Livio Beltrame

1.2 LO STATO DI FATTO

Al fine di migliorare la conoscenza sulle strutture del polo scolastico l'Amministrazione comunale ha incaricato la ditta Ser.Co.Tec. S.r.l. di San Dorligo della Valle (TS) di effettuare delle indagini mirate in due distinte fasi (una preliminare ed una di dettaglio) i cui esiti sono riportati nelle relazioni datate 26.08.2016 e 26.04.2017 con un'appendice di ulteriori rilievi mirati ricevuta via email in data 19.05.2017.

Tutte le fasi di rilievo sono state comunque seguite dal sottoscritto professionista.

Dopo la prima campagna preliminare di indagini, applicando alle strutture un livello di conoscenza LC1 o LC2 a seconda che vi fossero o meno disponibili i vecchi calcoli statici, si è preso atto che, anche in relazione a poco soddisfacenti risultati di alcune prove di compressione di carote di calcestruzzo prelevate in situ, potevano esistere problemi di resistenza di talune membrature già in campo statico.

Per questo motivo l'Amministrazione comunale ha disposto un approfondimento delle indagini in situ al fine di poter conseguire per tutte le strutture un livello di conoscenza superiore (LC2) in modo da poter abbassare i coefficienti di sicurezza da applicare ai valori di resistenza dei materiali e determinare quindi dei risultati migliori nel calcolo, più prossimi alla realtà.

A seguito della presentazione dei dati delle nuove e più approfondite analisi, che hanno riguardato anche una esatta verifica di talune geometrie strutturali non in vista, sono state ricalcolate le strutture della scuola ottenendo chiaramente dei risultati migliori ma non ancora positivi per tutte le membrature.

In modo particolare sono presenti delle strutture che non verificano già in campo statico in conseguenza, molto probabilmente, del diverso approccio di calcolo (oggi agli stati limite) ed ai criteri di verifica (NTC 2008). Va infatti ricordato che oltre all'utilizzo degli stati limite (obbligatori con le NTC 2008) le norme tecniche sono cambiate più volte negli anni sia come criteri di verifica che come carichi e sovraccarichi da assumere. Si veda a tal proposito la tabella che segue:

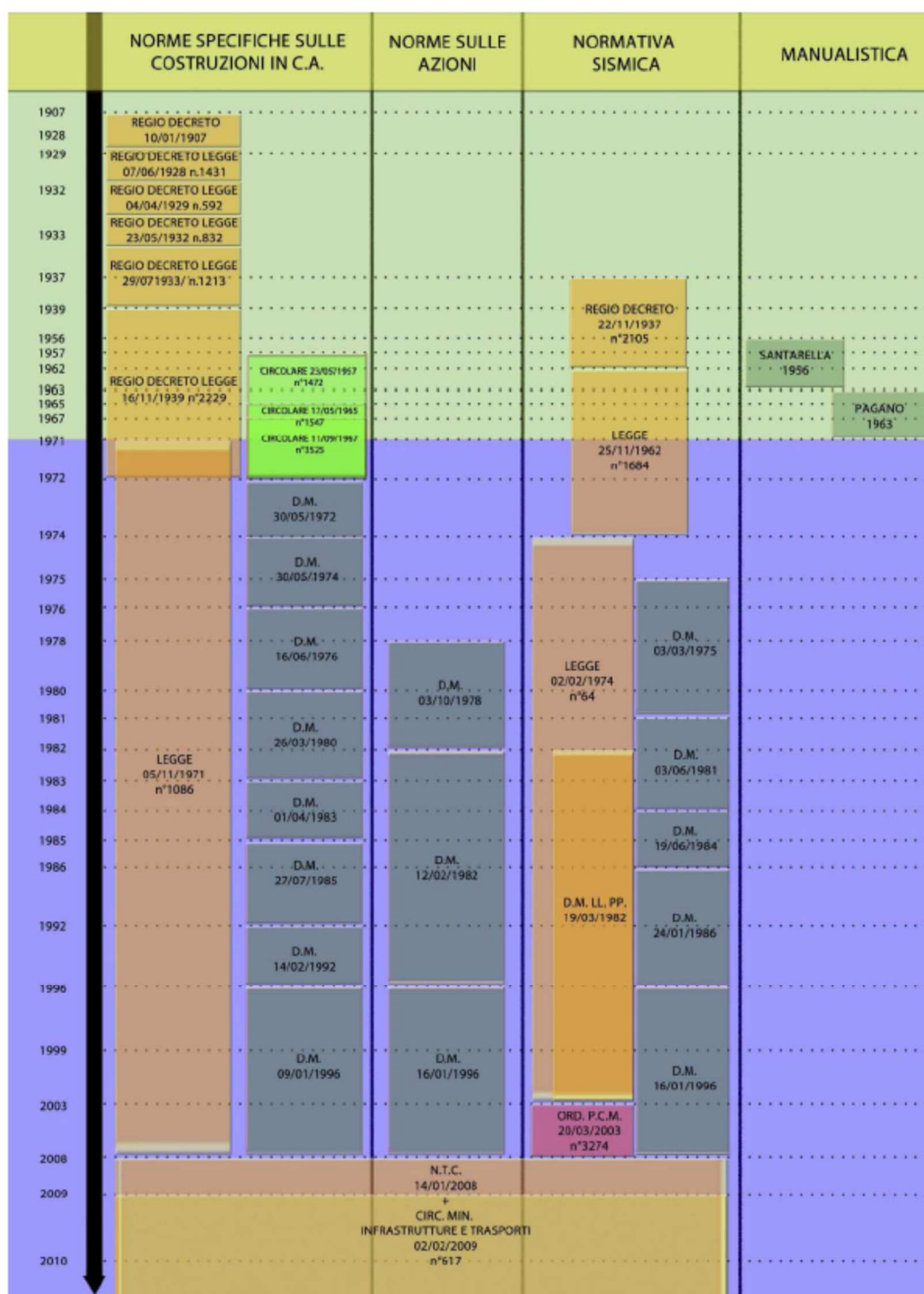


Figura 1 Andamento della normativa di calcolo strutturale nel tempo

Nella definizione dello stato di fatto si è trascurata l'esatta definizione del sistema fondazionale che risulta noto solo per l'asilo, la mensa/cucina e l'ampliamento del 2005. Per la scuola elementare si è ipotizzata la riproposizione (per similitudine strutturale) di quello dell'asilo progettato dallo stesso professionista due anni prima e con le stesse normative in vigore. Per la palestra sono presenti i calcoli e le dimensioni delle fondazioni (almeno come progetto esecutivo architettonico) ma non sono definiti i pali che portano i due setti di testa. Oltre tutto il calcolo della struttura di

copertura è relativo a qualcosa che non ha corrispondenza in natura lasciando supporre la presenza di una variante non reperibile.

Preso atto comunque che, dati anche i carichi molto ridotti (si tratta di un edificio monopiano), non è rilevabile alcuna situazione di dissesto dovuta a cedimenti fondazionali; anche per quanto disposto dalle nuove NTC 2017 che, pur ancora non promulgate, sono comunque già state approvate dal CSLLPP e che all'art. 8.3, riportato in stralcio nel seguito, preso atto che dalla relazione del dott. geol. Paolo Miniussi non sussiste il rischio di liquefazione del terreno e che la giacitura del terreno è piana si sono evitate costose verifiche del sistema fondazionale non giustificate dalle evidenze visive.

Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si sono prodotti nel passato;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.

Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti.

D'altra parte già nelle NTC 2008 tale indagine veniva richiesta solo in casi particolari che non sussistono in questo progetto.

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;

Come anticipato questo criterio è ribadito e ampliato nella Bozza delle Nuove Norme tecniche, non ancora pubblicate, ma approvate dagli organismi tecnici nazionali e che assume quindi comunque un valore rappresentativo

1.3 L'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO STATICO GIÀ ESEGUITO

L'amministrazione comunale, con l'utilizzo di un contributo regionale, ha dato corso ad un primo intervento di adeguamento sotto le sole azioni statiche (gravitazionali) dell'intero complesso scolastico (palestra esclusa) necessario per colmare, in via di urgenza, alcune carenze strutturali in campo statico puntualmente individuate che sono emerse a seguito delle indagini condotte in situ, che riguardavano soprattutto la qualità dei calcestruzzi in opera e delle carenze di armatura tesa nelle zone di appoggio delle travi. Si è trattato, pertanto, di un rinforzo locale indispensabile a conseguire, al momento, il solo adeguamento in campo "statico" del fabbricato.

Sono stati pertanto verificati gli elementi strutturali con l'utilizzo di tre distinti modelli di calcolo suddividendo il fabbricato in corrispondenza dei giunti di dilatazione preesistenti come segue:

- Scuola materna
- Scuola elementare
- Mensa/cucina ed ampliamento elementare

In modo particolare sono state analizzate le travi, i setti ed i pilastri della struttura principale (sono stati trascurati gli elementi decorativi (frangisole, ecc.) senza particolare rilevanza strutturale.

Le carenze individuate, e successivamente corrette, hanno riguardato principalmente la mancanza di armatura tesa superiore delle travi in corrispondenza degli appoggi e, in taluni casi, anche l'inferiore in relazione all'andamento delle sollecitazioni flettenti. L'ampliamento del 2005 non presentava invece problematiche statiche.

Quanto ai solai sono state rinvenute due tipologie che sono anche state verificate:

- un solaio tipo Cirex 20,5+3 interasse cm. 55 per la copertura dei primi due lotti edificati corrispondenti alla scuola materna ed a quella elementare originale
- un solaio precompresso RDB 20+4 interasse cm. 50 per la mensa e la cucina
- solaio predalles h= 4+20 +4 collocato nella parte ampliata nel 2005

Tutti i solai avevano l'intradosso non intonacato. La mensa/cucina presenta un controsoffitto pendinato in doghe con sovrastante isolante in lana di roccia. All'estradosso è presente la sola guaina bituminosa di impermeabilizzazione. Gli altri locali dei primi due lotti edificati presentavano un controsoffitto tipo Perret costituito da intonaco, tavella da cm. 3 e sovrastate strato di malta cementizia per uno spessore complessivo di cm. 7 che è stato rimosso qualche anno fa e sostituito con uno pendinato in fibra minerale molto più leggero.

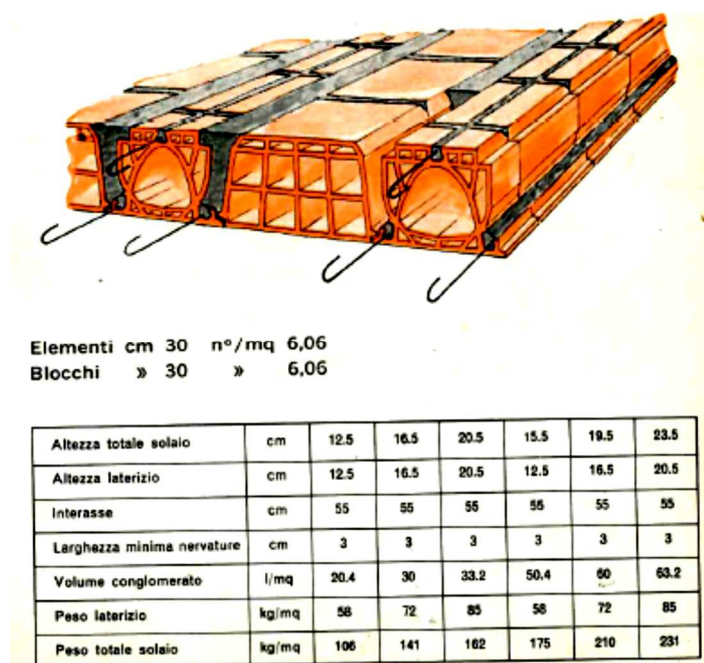


Figura 2 Il solaio tipo Cirex

L'intervento di miglioramento, sottoposto anche a verifica tecnica obbligatoria dalla apposita commissione regionale, si è concluso nel mese di settembre 2017 ed è stato collaudato dal dott. ing. Giovanni Gregorat in data 10.10.2017.

1.4 ULTERIORI PROBLEMATICHE

Viene analizzata, anche se marginalmente, la problematica della certificabilità antincendio della struttura scolastica alla luce del D.M. 26 agosto 1992 “Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica” che ha un'applicazione diversa in relazione all'epoca di costruzione del fabbricato: prima o dopo l'entrata in vigore del DM 18.12.1975, valutando per una scuola di tipo 2 (con presenti tra 301 e 500 persone).

Le strutture edificate prima del 1975 (scuola materna ed elementare) non hanno obbligo di adeguamento alla normativa sulla resistenza strutturale R in assenza di “ristrutturazioni importanti”. Quelle edificate tra il 1975 ed il 1992 avevano l'obbligo di conseguire l'R 60 entro cinque anni dalla data di entrata in vigore del D.M. 26 agosto 1992. Quelle costruite dopo il 1992 dovevano chiaramente rispettare in toto il contenuto del decreto e, pertanto, possedere strutture R 60 avendo il fabbricato altezza antincendi inferiore a 24 m.

Per quanto sopra la situazione è la seguente:

- scuola materna ed elementare (primi due lotti) nessun obbligo di adeguamento;
- mensa/cucina (terzo lotto) adeguamento a R60 entro il 1997
- ampliamento del 2005 deve essere già adeguato in fase costruttiva.

Con la legge n. 27 febbraio 2017, n. 19 (milleproroghe) la scadenza dell'obbligo di adeguamento è stata prorogata al 31.12.2017.

Essendo intervenuti per l'adeguamento in campo statico sul corpo mensa/cucina è risultato opportuno prevedere il rispetto del D.M. 26 agosto 1992 quanto meno per le parti oggetto di intervento.

1.5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge 2 febbraio 1974 n° 64;
- "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" D.M. 14/01/2008 (GU n. 29 del 4-2-2008 - Suppl. Ordinario n. 30);
- Circolare d.d. 02/02/2009 “Istruzioni per l’applicazione di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
- Legge n° 64 del 2/2/1974 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- UNI EN 1997 “Eurocodice 7; Progettazione geotecnica;
- UNI EN 206-1:2006 calcestruzzo;
- UNI 11104:2004 calcestruzzo;
- EN 10080-2005 acciaio da c.a.;
- EN 10025:2002 profilati in acciaio;
- EN 10210: 2002 tubi laminati senza saldatura;
- EN 10219: 2002 tubi saldati;
- UNI 8981 “Durabilità delle opere in calcestruzzo”;
- UNI EN 13670-1:2001 “Esecuzione di strutture in calcestruzzo”.

2 RELAZIONE SUI MATERIALI

2.1 I MATERIALI STRUTTURALI

Le due campagne di indagini hanno permesso una sufficiente conoscenza dei materiali (calcestruzzi) effettivamente impiegati per la costruzione dell'edificio nei vari lotti mancando, per i primi tre lotti, il progetto strutturale completo. Per il primo lotto sono presenti gli as-built per cui si è effettuata una verifica a campione delle armature più delle prove su carote di calcestruzzo che hanno dato chiaramente risultati differenti in relazione alla tipologia dei getti ed alla loro data.

Inoltre i diversi metodi di prova utilizzati di per se danno valori differenti sullo stesso campione. Il metodo combinato Sonreb (sclerometro e ultrasuoni) ha dato risultati sempre superiori a quelli delle carote rotte in laboratorio (i valori a rottura delle carote sono stati l'80% di quelli valutati con il metodo Sonreb). Per quanto riguarda le prove sclerometriche In letteratura la precisione dello sclerometro è indicata +/- 25% mentre quella degli ultrasuoni +/- 20%

Nella relazione di calcolo che segue, per ciascun corpo di fabbrica, sono calcolate ed indicati i valori medi delle resistenze dei materiali.

3 RELAZIONE SPECIALISTICA SULLA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE” CORPI DI FABBRICA AULE

Essendosi già eseguita la verifica in campo statico ed il successivo adeguamento strutturale la verifica oggetto del presente elaborato, relativamente ai tre corpi di fabbrica della scuola, riguarda solo le azioni sismiche.

Inoltre si segnala che per gli edifici esistenti vanno eseguite solo le verifiche SLU e non quelle SLE, come indicato nel §8.3 delle NTC 2008.

E anche nella bozza delle nuove norme tecniche

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per la combinazione sismica le verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC), secondo quanto specificato al § 7.3.6

Per gli scopi sopra indicati, l'azione sismica è stata calcolata mediante analisi sismica stataica equivalente con fattore q ed applicata alla struttura in conformità alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E ALTRI PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Ai sensi del punto 2.4.1 del DM 18.01.2008, per la struttura in oggetto si prevede una *Vita Nominale* $V_n \geq 50$ anni

Ai sensi del punto 2.4.2 del DM 18.01.2008, in presenza di azioni sismiche la *Classe d'uso* della struttura risulta: **Classe III**

Il *Periodo di riferimento* della costruzione risulta:

$$V_r = 75 \text{ anni}$$

associata a una **probabilità di superamento del 10%** e a un **tempo di ritorno del sisma di 712 anni**.

CLASSE DI DUTTILITÀ DELLA STRUTTURA

Classe di duttilità **BASSA**

PARAMETRI SISMICI

Per il sito della costruzione vengono determinati i parametri sismici come segue, evidenziati nell'immagine tratta dal programma di calcolo (MasterSap) adottato per il dimensionamento:

Via Galileo Galilei, 42, 33050 Terzo D'aquileia UD, Italia

CERCA

VITA NOMINALE:
 (anni)

VITA DI RIFERIMENTO:

PROBABILITÀ DI
SUPERAMENTO DELLA VITA
DI RIFERIMENTO:
 %

LATITUDINE:

CLASSE DI UTILIZZO:

Classe III

SPETTRO:

SLV 10%

PERIODO DI RITORNO
 (anni)

LONGITUDINE:

RISULTATI:

AG/G:

0.1293

F0:

2.56

TC:

0.37

Riguardo alla modellazione, questa viene dettagliata all'interno della relazione di calcolo; in particolare, come più largamente specificato nel seguito della presente relazione, gli effetti sismici vengono valutati mediante un'analisi sismica statica equivalente.

AZIONE SISMICA PER LO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)

I dati seguenti riguardano tutte 3 le strutture

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unità' di misura delle forze	kN
Unità' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	30 anni
Località	Terzo d'Aquileia - Via Galilei
ag/g	0.035
F0	2.598

Tc	0.222
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1	0.4000
λ	1
Fattore q di struttura	qor=1.5
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Sd (T1)	0.087 g
Coeff.globale accelerazione sismica	0.087

FATTORE DI STRUTTURA

Considerata la particolare tipologia della struttura si ritiene opportuno assumere come fattore q di struttura in entrambe le direzioni orizzontali X e Y il valore:

$$q = 1.5$$

seguendo quanto suggerito dalla Circolare NTC 2008 al par. C8.7.2.4.

Analisi statica lineare con fattore q

Nella seconda modalità è possibile utilizzare lo spettro di progetto, definito in § 3.2.3 delle NTC, che si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q, il cui valore è scelto nel campo fra 1,5 e 3,0 sulla base della regolarità nonché dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche. Valori superiori a quelli indicati devono essere adeguatamente giustificati con riferimento alla duttilità disponibile a livello locale e globale. In particolare, nel caso in cui il sistema strutturale resistente all'azione orizzontale sia integralmente costituito da nuovi elementi strutturali, si possono adottare i valori dei fattori di struttura validi per le nuove costruzioni, fatta salva la verifica della compatibilità degli spostamenti delle strutture esistenti.

Il fattore di struttura **q= 1,5** è valido per l'analisi dei meccanismi duttili che fragili.

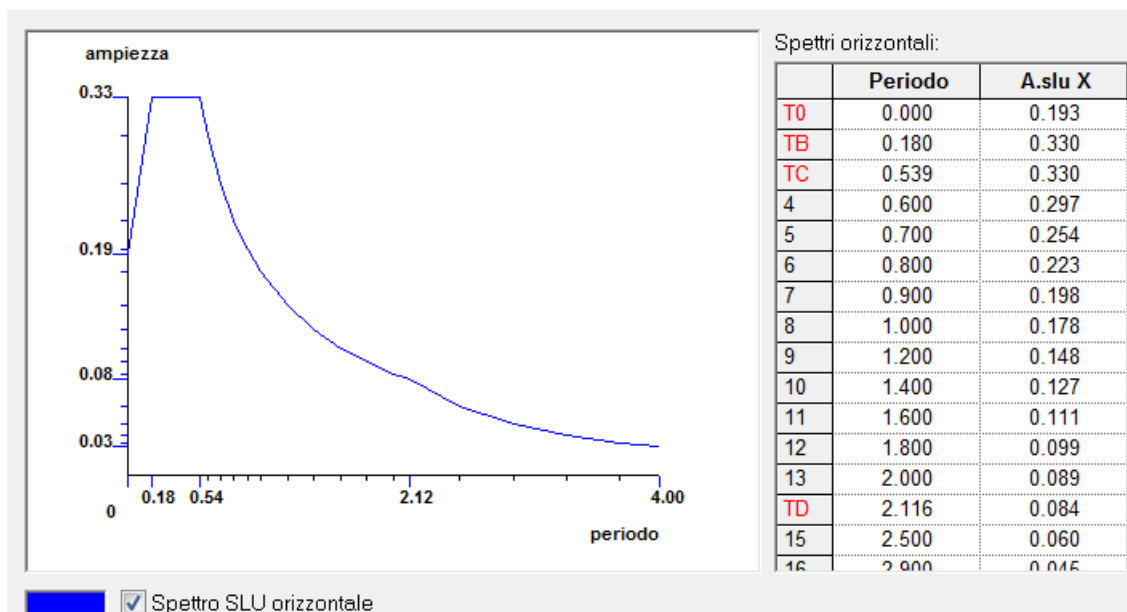


Figura 3 SPETTRO DI PROGETTO allo Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

4 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE

CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE

Il comportamento delle strutture in oggetto, sotto le azioni statiche e sismiche, è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.

Si tratta di strutture miste telaio - pareti con elementi verticali formati da pilastri e setti in c.a.

Le fondazioni sono state modellate in conformità ai disegni strutturali presenti o desunti per analogia introducendo travi continue di fondazione e plinti.

Il comportamento del terreno è rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo.

È stata adottata un'analisi lineare e i parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano principalmente il modulo di Young e il coefficiente di Poisson.

È stata assunta la presenza di solaio rigido in copertura, ma abbiamo accertato che la notevole rigidità alle azioni orizzontali del sistema strutturale rende influente questo attributo.

Si ritiene che i modelli utilizzati siano rappresentativi del comportamento reale della struttura.

È stata impiegata un' *Analisi sismica statica equivalente con fattore q* con adozione di spettro di risposta conforme alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

Il complesso scolastico si articola in tre unità strutturali

- Corpo Nord – Scuola dell'Infanzia
- Corpo Centrale – Scuola Primaria
- Corpo Sud Est – Cucina e Mensa

Come illustrato nella mappa qui di seguito.



Riportiamo le immagini 3D dei modelli strutturali dei tre corpi analizzati.

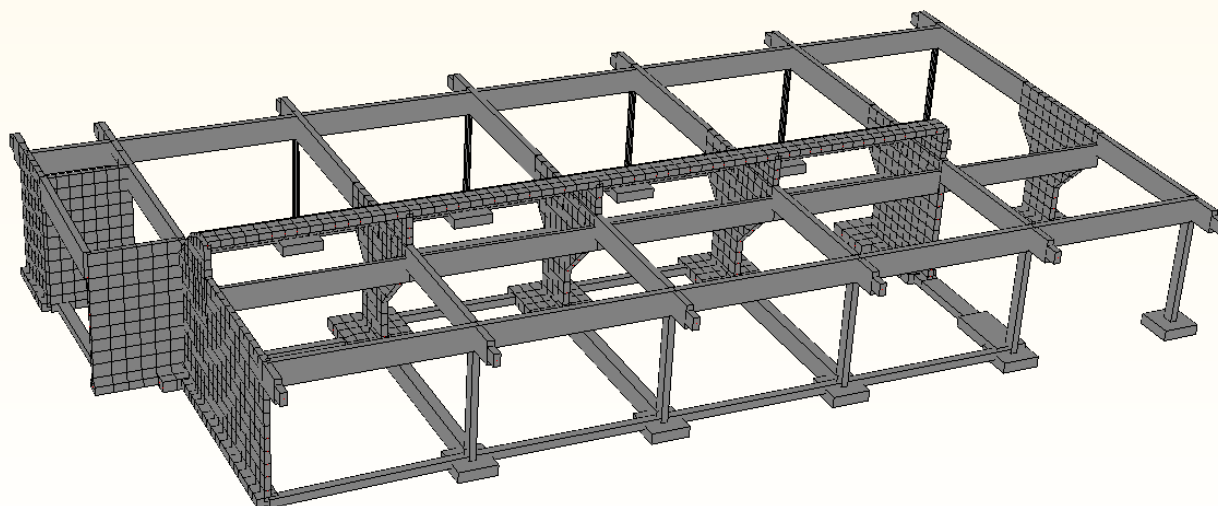


Figura 4 Corpo NORD - Scuola dell'infanzia

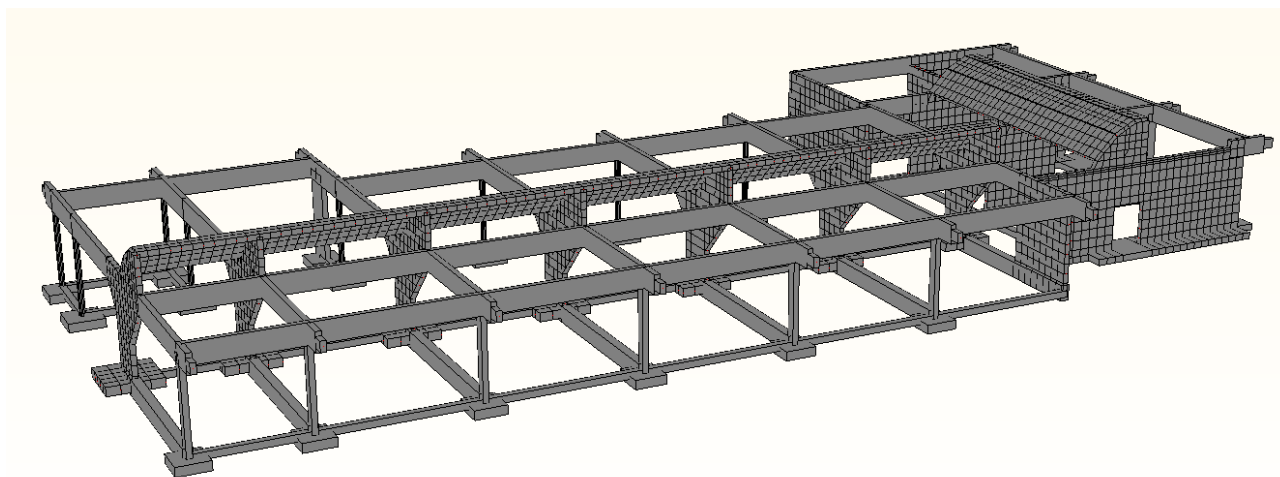


Figura 5 Corpo Centrale - Scuola Primaria

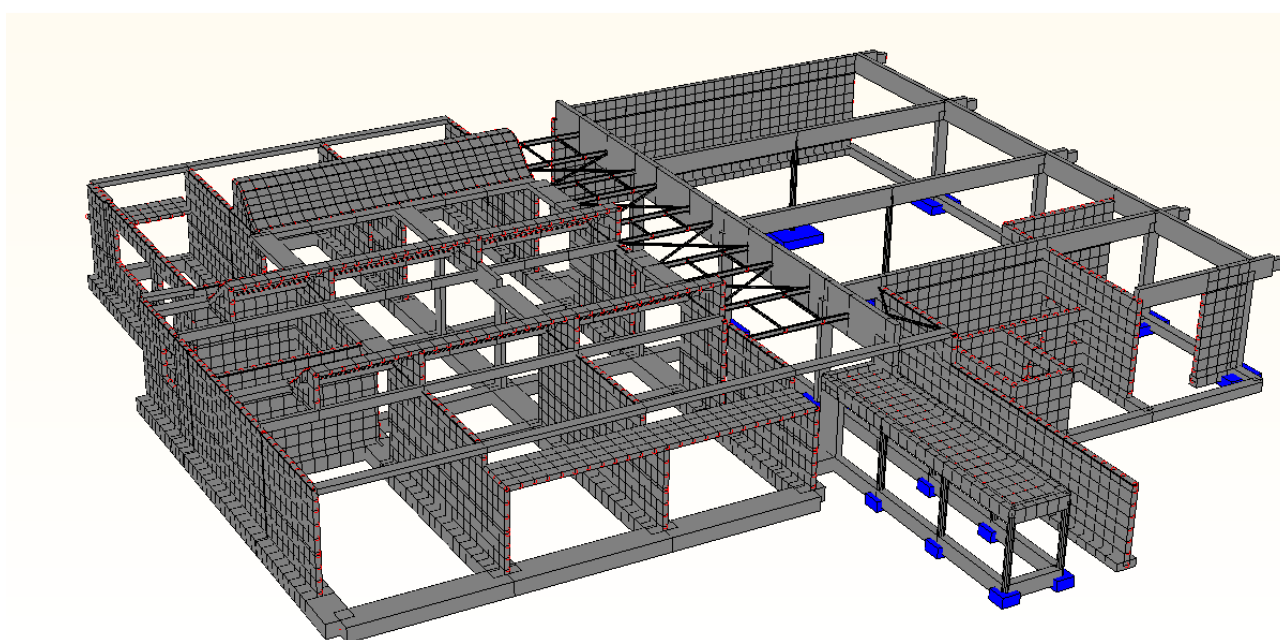


Figura 6 Corpo SUD EST - Cucina e Mensa

5 RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

Nelle verifiche si adotta ovviamente il metodo degli stati limite

5.1 ANALISI DEI CARICHI

Per l'analisi dei carichi si è tenuto conto, caso per caso, dei contributi derivanti dalle seguenti voci:

5.1.1 CARICHI PESI PROPRI, PERMANENTI, VARIABILI

• Permanente solaio CIREX (20,5+3 cm) – Corpo nord e centrale	256 daN/m ²
• Permanente controsoffitto e impianti – Corpo nord	42 daN/m ²
• Permanente solaio di copertura – Corpo centrale	30 daN/m ²
• Permanente solaio Predalles (4+20+4 cm) – Corpo nuovo	370 daN/m ²
• Permanente portato solaio Predalles – Corpo nuovo	260 daN/m ²
• Permanente solaio in lamiera grecata – Corpo nuovo	215 daN/m ²
• Permanente solaio Celersap (20+4 cm) – Zona mensa	280 daN/m ²
• Permanente copertura – Zona mensa	20 daN/m ²
• Intonaco isolante	12 daN/m ²
• Permanente manto di copertura abbaini	50 daN/m ²
• Permanente vasca di copertura	310 daN/m ²
• Neve	120 daN/m ²
• Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	50 daN/m ²

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE PER DETERMINAZIONE AZIONE SISMICA CARICHI VARIABILI

Coefficienti di combinazione Ψ_{2j} assunti in conformità al DM 14.01.2008 (tab. 2.5.1); per la neve e il carico variabile categoria H il coefficiente è zero.

RAPPRESENTAZIONE DEI CARICHI

Nel seguito vengono rappresentati i carichi medi distribuiti ai vari piani dei 3 corpi di fabbrica; Nelle immagini i carichi vengono formalmente rappresentati come carichi uniformemente distribuiti per comodità di lettura, ma nei modelli l'attribuzione dei carichi può essere più articolata.

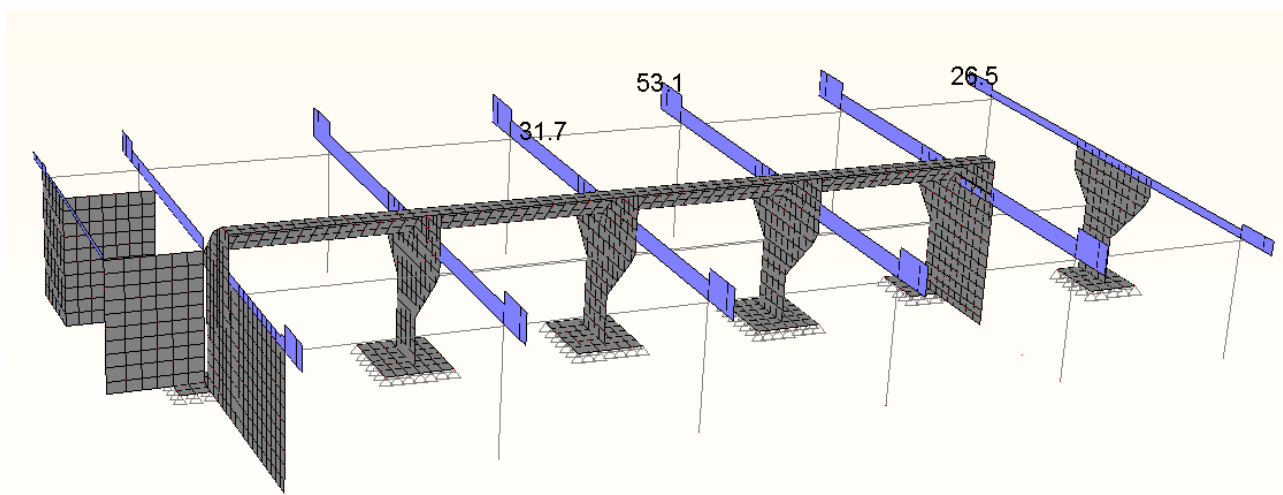


Figura 7 Corpo Nord: rappresentazione dei carichi medi nominali (kN/m) in copertura (funzione di controllo “qualitativo”)

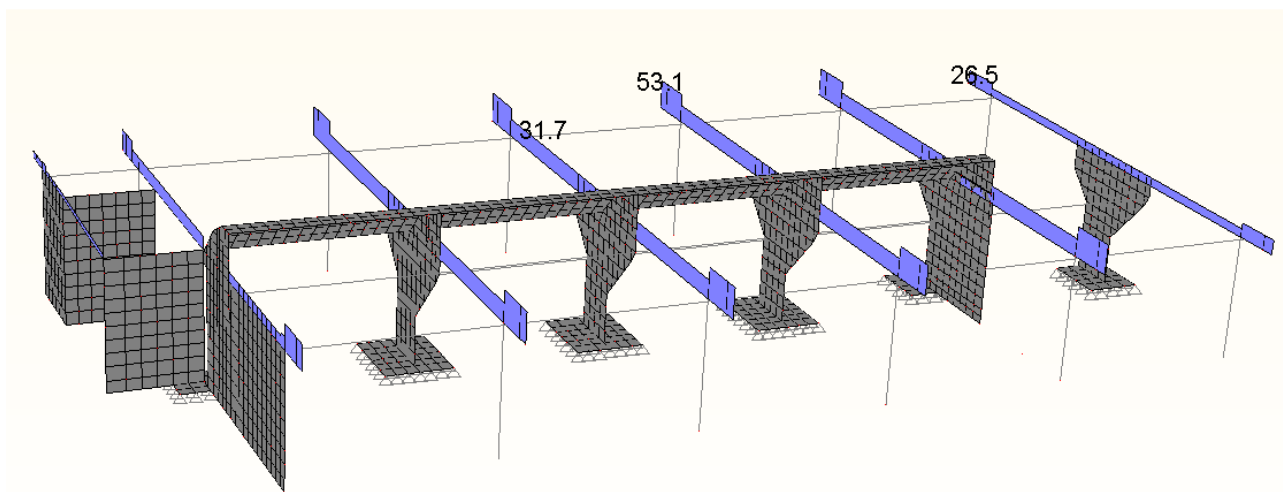


Figura 8 Corpo Centrale: rappresentazione dei carichi medi nominali (kN/m) in copertura (funzione di controllo “qualitativo”)

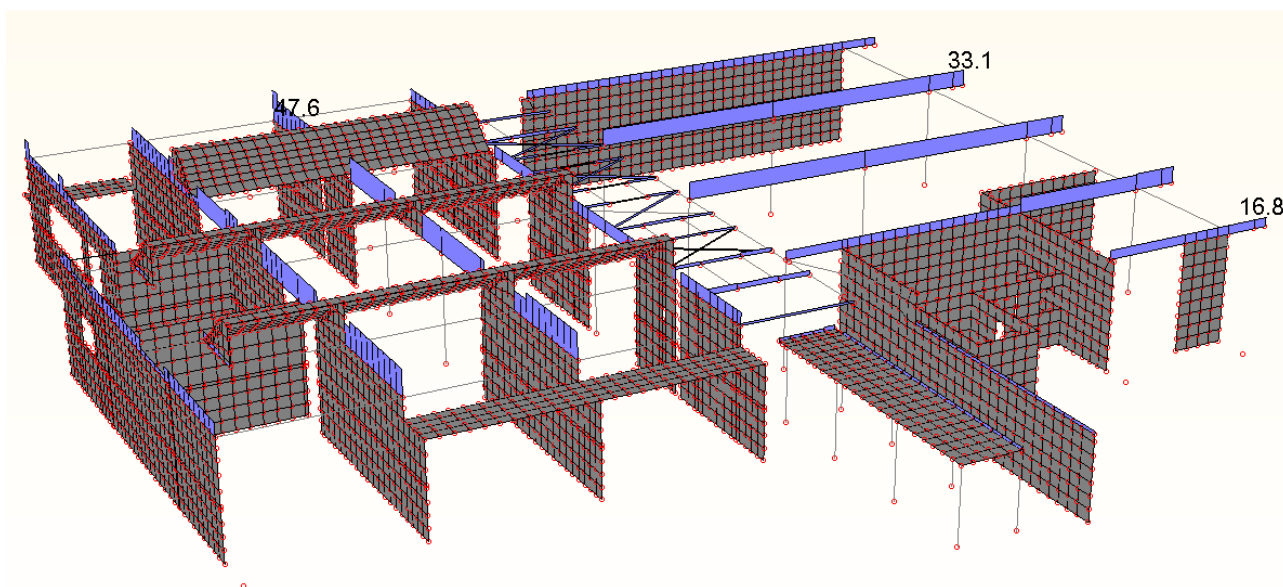


Figura 9 Corpo Mensa e Cucina: rappresentazione dei carichi medi nominali (kN/m) in copertura (funzione di controllo “qualitativo”)

5.2 PARAMETRI GENERALI DELL'ANALISI

Per tutti e tre i corpi di fabbrica della scuola è stata adottata una *Analisi sismica statica equivalente con fattore q* come indicato nella Circolare 2009 al paragrafo C8.7.2.4 *Metodi di analisi e criteri di verifica*. Lo spettro di progetto, definito in § 3.2.3 delle NTC, si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q, il cui valore per queste strutture è stato scelto pari a 1,5.

5.2.1 ANALISI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme. In particolare è stata adottata l'analisi modale e applicazione dello spettro di risposta. Gli effetti delle azioni dinamiche, ottenuto come contemplato dalle norme per sovrapposizione degli effetti modali, è stato sovrapposto a quello statico concomitante prevedendo tutte le possibili permutazioni di segno dei risultati dinamici.

Le combinazioni di carico statiche (in assenza di azioni sismiche) allo stato limite ultimo sono ottenute mediante combinazioni dei carichi permanenti e variabili

5.2.1.1 COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.500
2	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
3	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
4	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
5	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
6	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
7	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
8	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
9	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
10	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
11	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
12	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
13	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
14	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
15	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
16	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
17	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000

6 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

PREMESSA

Al fine di effettuare la Valutazione Sismica delle unità strutturali, si è proceduto con *Analisi sismica statica equivalente con fattore q* come indicato nella Circolare 2009 al paragrafo C8.7.2.4 *Metodi di analisi e criteri di verifica*. Lo spettro di progetto, definito in § 3.2.3 delle NTC, si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q , il cui valore per queste strutture è stato scelto pari a 1,5.

Per l'analisi sismica statica equivalente è stato impostato un periodo proprio della struttura tale da produrre la massima azione sismica ($T=0,4$ sec).

La valutazione della sicurezza sismica dei tre corpi strutturali che costituiscono il plesso scolastico è stata fatta considerando in tutte le verifiche un fattore di confidenza **FC = 1,2**.

Si ricorda che le tre strutture oggetto della presente valutazione sono già state adeguate dal punto di vista statico, si esamineranno pertanto le sole combinazioni di carico sismiche.

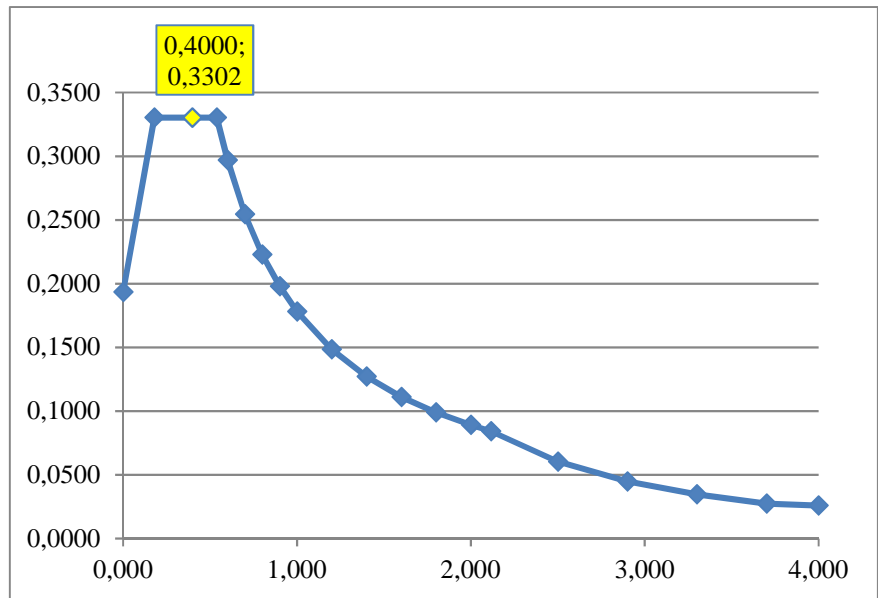
La valutazione della sicurezza sismica della struttura viene effettuata a partire dalla DOMANDA sismica definita per la tipologia di opera sul sito ove essa si attesta. Nella Tabella qui di seguito si illustra la domanda in termini di T_{rD} e PGA_D per lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, nel caso dell'opera di Classe d'uso III, Vita nominale 50 anni e Vita di riferimento 75 anni.

T_{rD}	ag/g	F_0	T^*_C	S_T	Categoria sottosuolo	S_S	C_C	T_C	T_B	T_D	PGA_D
712	0,129	2,56	0,37	1	C	1,5	1,458	0,539	0,18	2,116	0,1935

La verifica richiede che tutti gli elementi strutturali “duttili” devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza, lo stesso per tutti gli elementi strutturali “fragili”.

AZIONE SISMICA PER SLV TrD = 712 anni (DOMANDA)

periodo		PGA SLV
	0.000	0.1935
TB	0.179	0.3302
TC	0.538	0.3302
	0.600	0.2969
	0.700	0.2545
	0.800	0.2227
	0.900	0.1979
	1.000	0.1781
	1.200	0.1484
	1.400	0.1272
	1.600	0.1110
	1.800	0.0990
	2.000	0.0891
TD	2.116	0.0842
	2.500	0.0603
	2.900	0.0448
	3.300	0.0346
	3.700	0.0275
	4.000	0.0258



6.1.1 CORPO NORD – SCUOLA DELL'INFANZIA

6.1.1.1 MATERIALI

In relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati in questo corpo le tensioni di calcolo sono le seguenti:

Per le travi

- R_{cm} : 32.00 N/mm²
- f_{ym} : 440.0 N/mm²
- fatt. confidenza: FC = 1,2

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -22.13 N/mm²
 - f_{ydm} : 366.7 N/mm²

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -14.75 N/mm²
 - f_{ydm} : 318.8 N/mm²

Per le strutture in elevazione (pilastri e pareti)

- R_{cm} : 37.00 N/mm²
- f_{ym} : 440.0 N/mm²
- fatt. confidenza: FC = 1,2

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -25.59 N/mm²
 - f_{ydm} : 366.7 N/mm²

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -17.06 N/mm²
 - f_{ydm} : 318.8 N/mm²

6.1.1.2 INDICATORI DI RISCHIO

La struttura in esame è stata valutata capace di sostenere un'azione sismica definita per un **tempo di ritorno pari a 60 anni**, riportiamo in sintesi nella tabella qui di seguito gli indicatori di rischio in termini di tempo di ritorno e di accelerazione al suolo (evidenziati):

T_{RC}	a_g/g	F_0	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{RC} / T_{RD})^a$
60	0,049	2,541	0,265	1,500	1,627	0,431	0,144	1,796	0,074	38%	36%

Il collo di bottiglia per la valutazione sismica di questa struttura è costituito dalle pareti in c.a., che verranno illustrate nel relativo paragrafo qui di seguito.

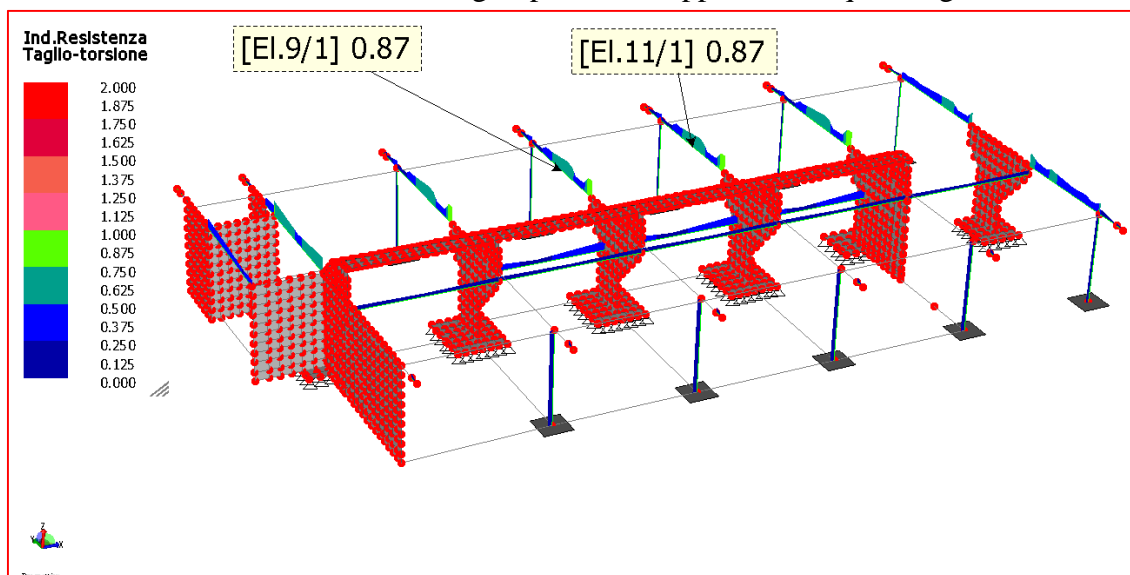
6.1.1.3 TRAVI E PILASTRI

L'azione sismica relativa al T_{RC} di 60 anni non innesca sulla struttura in esame alcun meccanismo duttile o fragile sugli elementi trave e pilastro. Inoltre, gli indici di resistenza sono ben al di sotto dell'unità come illustrato in sintesi qui di seguito.

6.1.1.3.1 MECCANISMI FRAGILI

Le verifiche dei meccanismi fragili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte, sia in condizioni solo statiche sia in condizioni sismiche.

L'indice di resistenza a taglio più alto è rappresentato qui in figura:



Elemento: TRAVE Gruppo: 1 Tabella: TRAVI

Descrizione: Travi solaio

Calcolo Vu(flex) ABILITATO Metodo di calcolo taglio: Opzione 2

Rcm: 32.00 N/mm² fym: 440.0 N/mm² fatt. confidenza: 1.20

Tensioni di calcolo per Vu(flex): fcdm: -31.86 N/mm² fydm: 528.0 N/mm²

Tensioni di calcolo per Vu(taglio): fcdm: -14.75 N/mm² fydm: 318.8 N/mm²

Coefficienti parziali di sicurezza dei materiali: γ_c : 1.50 γ_s : 1.15 α_{cc} : 1.00

ASTA NUM. 9 NI 4581 NF 71 SEZ. Rp B= 0.240 H= 0.960 (trave)

categoria: p.p. y Permanente Domestici Neve qy tot.
qy medio: 5.65 19.95 3.45 8.28 37.33 kN/m

Copriferro sup.: 3.0 cm, copriferro inf.: 3.0 cm, copriferro lat: 3.0 cm

Mr.sup(I): 580.490 kN*m, Mr.inf(I):-108.555 kN*m, Mr.sup(J): 229.045 kN*m, Mr.inf(J):-229.045 kN*m

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
2	0	0	81.83	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
3	0	0	83.25	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
4	0	0	82.54	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
5	0	0	83.96	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
6	0	0	80.43	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
7	0	0	85.17	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
8	0	0	80.64	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
9	0	0	85.38	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
10	0	0	81.75	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
11	0	0	83.17	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
12	0	0	82.46	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
13	0	0	83.88	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
14	0	0	80.32	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
15	0	0	85.06	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
16	0	0	80.54	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
17	0	0	85.28	0	2.26	12.44	3.59	208.688	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.87
2	42	0	70.537	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
3	42	0	71.957	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
4	42	0	71.247	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
5	42	0	72.667	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
6	42	0	69.137	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
7	42	0	73.877	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
8	42	0	69.348	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	42	0	74.088	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
10	42	0	70.457	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
11	42	0	71.877	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
12	42	0	71.167	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
13	42	0	72.587	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
14	42	0	69.028	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
15	42	0	73.768	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
16	42	0	69.247	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
17	42	0	73.987	0	2.26	12.44	3.59	197.834	96.262	239.51	510.859	239.51	2.5	0.83
2	85	0	59.245	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
3	85	0	60.665	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
4	85	0	59.955	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
5	85	0	61.375	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
6	85	0	57.845	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
7	85	0	62.585	0	4.8	12.44	7.19	186.98	96.262	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
8	85	0	58.056	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
9	85	0	62.796	0	4.8	12.44	7.19	186.98	96.262	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
10	85	0	59.165	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
11	85	0	60.585	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
12	85	0	59.875	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
13	85	0	61.295	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
14	85	0	57.736	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
15	85	0	62.476	0	4.8	12.44	7.19	186.98	96.262	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
16	85	0	57.955	0	4.8	12.44	7.19	186.98	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
17	85	0	62.695	0	4.8	12.44	7.19	186.98	96.262	479.687	510.859	479.687	2.5	0.39
2	127	0	47.952	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
3	127	0	49.372	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
4	127	0	48.662	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
5	127	0	50.082	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
6	127	0	46.552	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
7	127	0	51.292	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
8	127	0	46.764	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	127	0	51.504	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
10	127	0	47.872	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
11	127	0	49.292	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
12	127	0	48.582	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
13	127	0	50.002	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
14	127	0	46.444	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
15	127	0	51.184	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
16	127	0	46.662	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
17	127	0	51.402	0	4.8	9.9	7.19	176.127	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.37
2	170	0	36.659	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
3	170	0	38.079	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
4	170	0	37.369	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
5	170	0	38.789	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
6	170	0	35.259	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
7	170	0	39.999	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
8	170	0	35.472	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
9	170	0	40.212	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
10	170	0	36.579	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
11	170	0	37.999	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
12	170	0	37.289	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
13	170	0	38.709	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
14	170	0	35.152	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
15	170	0	39.892	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
16	170	0	35.369	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
17	170	0	40.109	0	4.8	9.9	7.19	165.273	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.34
2	212	0	25.367	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
3	212	0	26.787	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
4	212	0	26.077	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
5	212	0	27.497	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
6	212	0	23.967	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
7	212	0	28.707	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
8	212	0	24.18	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	212	0	28.92	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
10	212	0	25.287	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
11	212	0	26.707	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
12	212	0	25.997	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
13	212	0	27.417	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
14	212	0	23.86	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
15	212	0	28.6	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
16	212	0	24.077	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
17	212	0	28.817	0	12.42	2.26	3.59	154.42	96.211	239.51	510.859	239.51	2.5	0.64
2	254	0	14.074	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
3	254	0	15.494	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
4	254	0	14.784	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
5	254	0	16.204	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
6	254	0	12.674	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
7	254	0	17.414	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
8	254	0	12.888	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
9	254	0	17.628	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
10	254	0	13.994	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
11	254	0	15.414	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
12	254	0	14.704	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
13	254	0	16.124	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
14	254	0	12.568	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
15	254	0	17.308	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
16	254	0	12.784	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
17	254	0	17.524	0	12.42	2.26	3	143.566	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.72
2	297	0	2.781	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
3	297	0	4.201	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
4	297	0	3.491	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
5	297	0	4.911	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
6	297	0	1.381	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
7	297	0	6.121	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
8	297	0	1.596	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	297	0	6.336	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
10	297	0	2.701	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
11	297	0	4.121	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
12	297	0	3.411	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
13	297	0	4.831	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
14	297	0	1.276	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
15	297	0	6.016	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
16	297	0	1.491	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
17	297	0	6.231	0	12.42	2.26	3	132.712	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.66
2	318	0	-2.865	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
3	318	0	-1.445	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
4	318	0	-2.155	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
5	318	0	-0.735	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
6	318	0	-4.265	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
7	318	0	0.475	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
8	318	0	-4.05	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
9	318	0	0.69	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
10	318	0	-2.945	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
11	318	0	-1.525	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
12	318	0	-2.235	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
13	318	0	-0.815	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
14	318	0	-4.37	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
15	318	0	0.37	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
16	318	0	-4.155	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
17	318	0	0.585	0	12.42	2.26	3	127.285	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.64
2	360	0	-14.158	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
3	360	0	-12.738	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
4	360	0	-13.448	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
5	360	0	-12.028	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
6	360	0	-15.558	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
7	360	0	-10.818	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
8	360	0	-15.342	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	360	0	-10.602	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
10	360	0	-14.238	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
11	360	0	-12.818	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
12	360	0	-13.528	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
13	360	0	-12.108	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
14	360	0	-15.662	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
15	360	0	-10.922	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
16	360	0	-15.448	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
17	360	0	-10.708	0	12.42	2.26	3	116.432	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.58
2	403	0	-25.45	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
3	403	0	-24.03	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
4	403	0	-24.74	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
5	403	0	-23.32	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
6	403	0	-26.85	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
7	403	0	-22.11	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
8	403	0	-26.634	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
9	403	0	-21.894	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
10	403	0	-25.53	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
11	403	0	-24.11	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
12	403	0	-24.82	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
13	403	0	-23.4	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
14	403	0	-26.954	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
15	403	0	-22.214	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
16	403	0	-26.74	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
17	403	0	-22	0	12.42	2.26	3	105.578	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.53
2	445	0	-36.743	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
3	445	0	-35.323	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
4	445	0	-36.033	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
5	445	0	-34.613	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
6	445	0	-38.143	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
7	445	0	-33.403	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
8	445	0	-37.926	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	445	0	-33.186	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
10	445	0	-36.823	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
11	445	0	-35.403	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
12	445	0	-36.113	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
13	445	0	-34.693	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
14	445	0	-38.246	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
15	445	0	-33.506	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
16	445	0	-38.033	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
17	445	0	-33.293	0	12.42	2.26	3	94.725	96.211	200.148	510.859	200.148	2.5	0.47
2	488	0	-48.036	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
3	488	0	-46.616	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
4	488	0	-47.326	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
5	488	0	-45.906	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
6	488	0	-49.436	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
7	488	0	-44.696	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
8	488	0	-49.218	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
9	488	0	-44.478	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
10	488	0	-48.116	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
11	488	0	-46.696	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
12	488	0	-47.406	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
13	488	0	-45.986	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
14	488	0	-49.538	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
15	488	0	-44.798	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
16	488	0	-49.326	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
17	488	0	-44.586	0	4.8	2.26	3	96.496	71.297	200.148	510.859	200.148	2.5	0.48
2	530	0	-59.328	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
3	530	0	-57.908	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
4	530	0	-58.618	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
5	530	0	-57.198	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
6	530	0	-60.728	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
7	530	0	-55.988	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
8	530	0	-60.51	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22

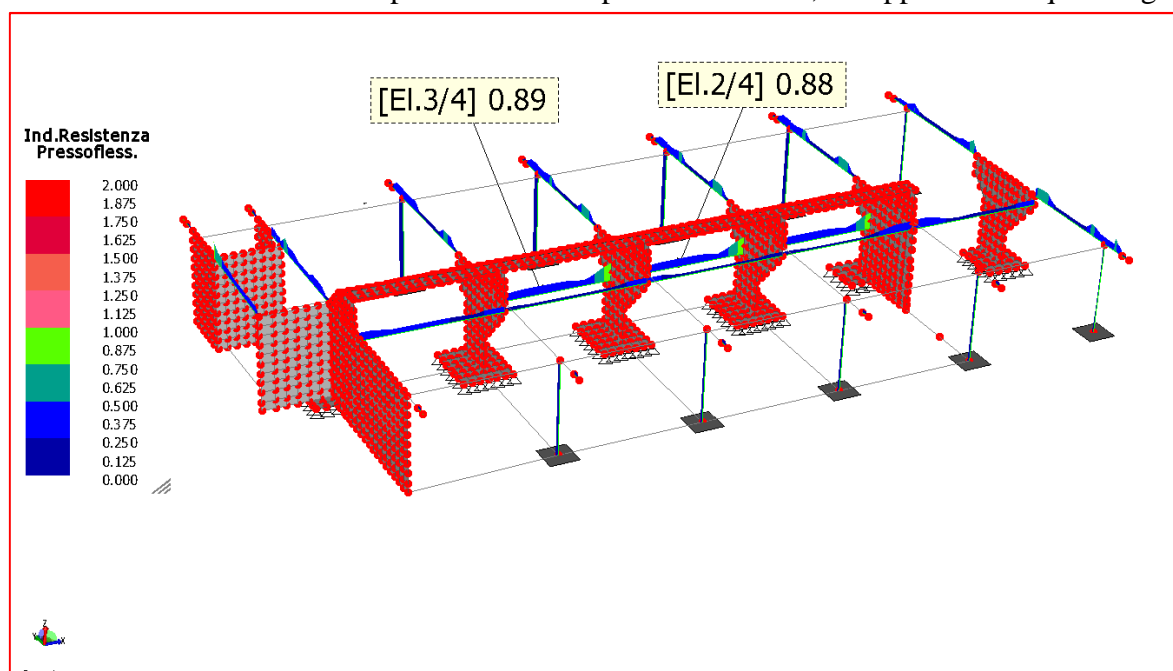
NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	530	0	-55.77	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
10	530	0	-59.408	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
11	530	0	-57.988	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
12	530	0	-58.698	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
13	530	0	-57.278	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
14	530	0	-60.83	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
15	530	0	-56.09	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
16	530	0	-60.618	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
17	530	0	-55.878	0	4.8	4.8	7.19	107.35	71.297	479.687	510.859	479.687	2.5	0.22
2	572	0	-70.621	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
3	572	0	-69.201	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
4	572	0	-69.911	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
5	572	0	-68.491	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
6	572	0	-72.021	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
7	572	0	-67.281	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
8	572	0	-71.802	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
9	572	0	-67.062	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
10	572	0	-70.701	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
11	572	0	-69.281	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
12	572	0	-69.991	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
13	572	0	-68.571	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
14	572	0	-72.122	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
15	572	0	-67.382	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
16	572	0	-71.911	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
17	572	0	-67.171	0	4.8	4.8	10.79	118.203	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.2
2	636	0	-87.56	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
3	636	0	-86.14	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
4	636	0	-86.85	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
5	636	0	-85.43	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
6	636	0	-88.96	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
7	636	0	-84.22	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
8	636	0	-88.74	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23

NC	x	Fx	Fy	Fz	AINF	ASUP	Asw/s	Vu(flex)	Vrd	Vrsd	Vrcd	Vu(taglio)	ctg	I.R.
	cm	kg	kg	kg	cmq	cmq	cmq/m	kg	kg	kg	kg	kg		
9	636	0	-84	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
10	636	0	-87.64	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
11	636	0	-86.22	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
12	636	0	-86.93	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
13	636	0	-85.51	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
14	636	0	-89.06	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
15	636	0	-84.32	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
16	636	0	-88.85	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23
17	636	0	-84.11	0	4.8	4.8	10.79	134.484	71.297	586.239	586.239	586.239	2.04	0.23

6.1.1.3.2 MECCANISMI DUTTILI

Le verifiche dei meccanismi duttili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte, sia in condizioni solo statiche sia in condizioni sismiche.

L'indice di resistenza a presso flessione più alto è $IR = 0,89$ rappresentato qui in figura:



Elemento: TRAVE Gruppo: 4 Tabella: TRAVI

Descrizione: Trave 20x64

Rcm: 32.00 N/mm² fym: 440.0 N/mm² fatt. confidenza: 1.20

Tensioni di calcolo: fcdm: -22.13 N/mm² fydm: 366.7 N/mm²

Coefficienti parziali di sicurezza dei materiali: γ_c : 1.50 γ_s : 1.15 α_{cc} : 1.00

ASTA NUM. 3 NI 5128 NF 5242 SEZ. Rp B= 0.640 H= 0.200 (trave)

categoria:	p.p. y	qy tot.
qy medio:	3.14	3.14 kN/m

Copriferro sup.: 3.0 cm, copriferro inf.: 3.0 cm, copriferro lat: 3.0 cm

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
2	0	0	-16.84	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.89
3	0	0	-16.68	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.88
4	0	0	-5.538	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.29
5	0	0	-5.38	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.28
6	0	0	-13.06	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.69
7	0	0	-12.53	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.66
8	0	0	-9.667	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.51
9	0	0	-9.142	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.48
10	0	0	-16.89	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.89
11	0	0	-16.73	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.88
12	0	0	-5.588	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.30
13	0	0	-5.43	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.29
14	0	0	-13.13	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.69
15	0	0	-12.6	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.67
16	0	0	-9.735	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.51
17	0	0	-9.211	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.49
2	46	0	-13.519	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.71
3	46	0	-13.371	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.71
4	46	0	-3.109	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.16
5	46	0	-2.964	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.16
6	46	0	-10.038	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.53
7	46	0	-9.549	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.5
8	46	0	-6.912	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.37
9	46	0	-6.428	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
10	46	0	-13.564	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.72
11	46	0	-13.416	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.71
12	46	0	-3.155	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.17
13	46	0	-3.01	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.16
14	46	0	-10.102	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.53
15	46	0	-9.613	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.51

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	46	0	-6.974	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.37
17	46	0	-6.492	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
2	92	0	-8.459	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.45
3	92	0	-8.332	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
4	92	0	2.856	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
5	92	0	2.962	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.16
6	92	0	-5.488	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.29
7	92	0	-5.071	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
8	92	0	-2.82	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
9	92	0	-2.408	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.13
10	92	0	-8.497	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.45
11	92	0	-8.371	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
12	92	0	2.823	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
13	92	0	2.929	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
14	92	0	-5.543	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.29
15	92	0	-5.126	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
16	92	0	-2.874	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
17	92	0	-2.463	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.13
2	138	0	-4.062	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
3	138	0	-3.958	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
4	138	0	5.172	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
5	138	0	5.258	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.28
6	138	0	-1.603	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.08
7	138	0	1.408	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.07
8	138	0	2.951	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.16
9	138	0	3.23	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.17
10	138	0	-4.094	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.22
11	138	0	-3.989	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
12	138	0	5.147	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
13	138	0	5.23	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.28
14	138	0	-1.648	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.09
15	138	0	1.371	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.07

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	138	0	2.914	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
17	138	0	3.197	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.17
2	184	0	2.268	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.12
3	184	0	2.332	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.12
4	184	0	6.824	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
5	184	0	6.888	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
6	184	0	3.793	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.2
7	184	0	4.006	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
8	184	0	5.162	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
9	184	0	5.369	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.28
10	184	0	2.248	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.12
11	184	0	2.312	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.12
12	184	0	6.806	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
13	184	0	6.868	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
14	184	0	3.764	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.2
15	184	0	3.977	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
16	184	0	5.134	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
17	184	0	5.345	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.28
2	230	0	4.784	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.25
3	230	0	4.826	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.25
4	230	0	7.812	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
5	230	0	7.855	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
6	230	0	5.797	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.31
7	230	0	5.939	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.31
8	230	0	6.708	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
9	230	0	6.844	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
10	230	0	4.77	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.25
11	230	0	4.812	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.25
12	230	0	7.801	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
13	230	0	7.841	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
14	230	0	5.778	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.31
15	230	0	5.92	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.31

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	230	0	6.69	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
17	230	0	6.83	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
2	276	0	6.635	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
3	276	0	6.656	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
4	276	0	8.024	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
5	276	0	8.055	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.43
6	276	0	7.138	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
7	276	0	7.207	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
8	276	0	7.59	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
9	276	0	7.655	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
10	276	0	6.628	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
11	276	0	6.649	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
12	276	0	8.018	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
13	276	0	8.045	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
14	276	0	7.128	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
15	276	0	7.198	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
16	276	0	7.581	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
17	276	0	7.65	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
2	322	0	7.822	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
3	322	0	7.821	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
4	322	0	8.024	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
5	322	0	8.055	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.43
6	322	0	7.782	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
7	322	0	7.775	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
8	322	0	7.741	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
9	322	0	7.764	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
10	322	0	7.822	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
11	322	0	7.821	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
12	322	0	8.018	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
13	322	0	8.045	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
14	322	0	7.783	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
15	322	0	7.776	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	322	0	7.74	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
17	322	0	7.765	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
2	345	0	8.166	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.43
3	345	0	8.155	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.43
4	345	0	7.981	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
5	345	0	7.989	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
6	345	0	7.782	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
7	345	0	7.775	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
8	345	0	7.741	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
9	345	0	7.764	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
10	345	0	8.169	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.43
11	345	0	8.158	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.43
12	345	0	7.983	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
13	345	0	7.986	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.42
14	345	0	7.783	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
15	345	0	7.776	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
16	345	0	7.74	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
17	345	0	7.765	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
2	391	0	8.3	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
3	391	0	8.277	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
4	391	0	7.196	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
5	391	0	7.183	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
6	391	0	7.782	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
7	391	0	7.775	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
8	391	0	7.583	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
9	391	0	7.53	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
10	391	0	8.308	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
11	391	0	8.285	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
12	391	0	7.206	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
13	391	0	7.187	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.38
14	391	0	7.783	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
15	391	0	7.776	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	391	0	7.59	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
17	391	0	7.54	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.4
2	437	0	8.3	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
3	437	0	8.277	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
4	437	0	5.747	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.3
5	437	0	5.713	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.3
6	437	0	7.461	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.39
7	437	0	7.342	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.39
8	437	0	6.693	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
9	437	0	6.568	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
10	437	0	8.308	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
11	437	0	8.285	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.44
12	437	0	5.764	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.3
13	437	0	5.724	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.3
14	437	0	7.478	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.39
15	437	0	7.358	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.39
16	437	0	6.708	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
17	437	0	6.588	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.35
2	483	0	7.737	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
3	483	0	7.68	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
4	483	0	3.633	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.19
5	483	0	3.578	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.19
6	483	0	6.365	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
7	483	0	6.174	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.33
8	483	0	5.138	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
9	483	0	4.941	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.26
10	483	0	7.756	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
11	483	0	7.699	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.41
12	483	0	3.658	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.19
13	483	0	3.596	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.19
14	483	0	6.391	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
15	483	0	6.199	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.33

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	483	0	5.163	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
17	483	0	4.972	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.26
2	529	0	6.488	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
3	529	0	6.408	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
4	529	0	-1.958	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.1
5	529	0	-2.053	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.11
6	529	0	4.604	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.24
7	529	0	4.341	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.23
8	529	0	2.919	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
9	529	0	2.651	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.14
10	529	0	6.513	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
11	529	0	6.434	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.34
12	529	0	-1.922	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.1
13	529	0	-2.025	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.11
14	529	0	4.639	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.25
15	529	0	4.377	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.23
16	529	0	2.953	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.16
17	529	0	2.692	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.14
2	575	0	4.573	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.24
3	575	0	4.473	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.24
4	575	0	-5.952	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.31
5	575	0	-6.069	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.32
6	575	0	2.179	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.12
7	575	0	1.845	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.1
8	575	0	-2.867	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
9	575	0	-3.269	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.17
10	575	0	4.606	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.24
11	575	0	4.505	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.24
12	575	0	-5.908	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.31
13	575	0	-6.033	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.32
14	575	0	2.224	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.12
15	575	0	1.889	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.1

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	575	0	-2.816	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.15
17	575	0	-3.209	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.17
2	621	0	1.995	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.11
3	621	0	1.873	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.1
4	621	0	-10.61	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.56
5	621	0	-10.748	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.57
6	621	0	-3.983	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
7	621	0	-4.45	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.24
8	621	0	-6.967	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.37
9	621	0	-7.44	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.39
10	621	0	2.034	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.11
11	621	0	1.912	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.1
12	621	0	-10.559	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.56
13	621	0	-10.706	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.57
14	621	0	-3.921	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.21
15	621	0	-4.389	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.23
16	621	0	-6.907	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.36
17	621	0	-7.371	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.39
2	690	0	-4.857	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.26
3	690	0	-5.021	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.27
4	690	0	-16.47	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.87
5	690	0	-16.63	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.88
6	690	0	-8.74	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.46
7	690	0	-9.284	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.49
8	690	0	-12.22	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.65
9	690	0	-12.77	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.67
10	690	0	-4.805	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.25
11	690	0	-4.969	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.26
12	690	0	-16.41	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.87
13	690	0	-16.58	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.88
14	690	0	-8.668	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.46
15	690	0	-9.212	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.49

NC	x	Fx	My	APOST	AANT	AINF	ASUP	My.Res.	I.R.
	cm	kg	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	kg*m	Fx,M
16	690	0	-12.15	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.64
17	690	0	-12.69	1.01	1.01	3.02	3.02	18.935	0.67

6.1.1.4 PARETI (PARETI)

In questa relazione vengono esaminate solo le combinazioni sismiche perché le situazioni statiche (non sismiche) sono state analizzate in una precedente relazione, in cui non emersero criticità in campo statico per le pareti, che pertanto non sono state oggetto di intervento.

6.1.1.4.1 PARETI SEMPLICI IN CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE

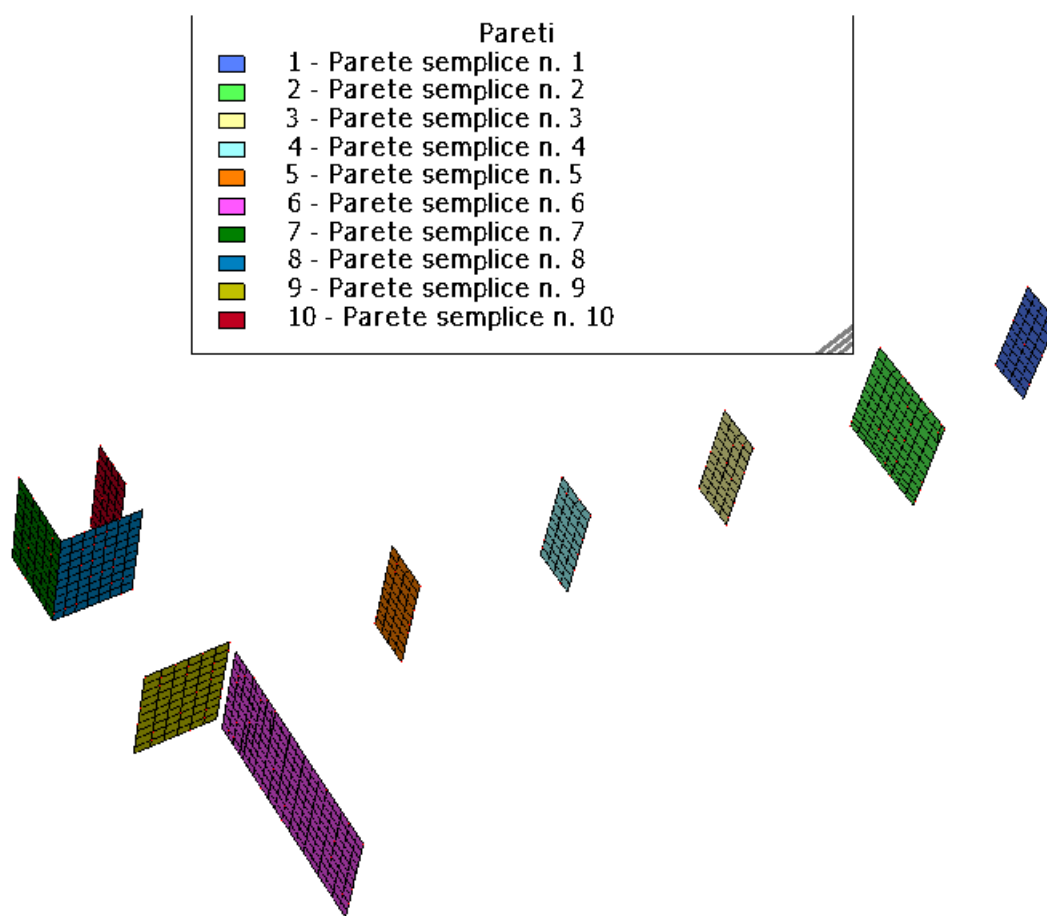


Figura 10 Corpo Nord - Rappresentazione dei setti presenti.

6.1.1.4.2 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si procede in questo modo. Per ogni parete:

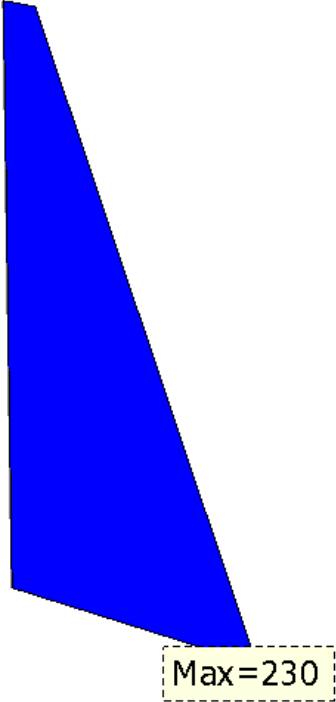
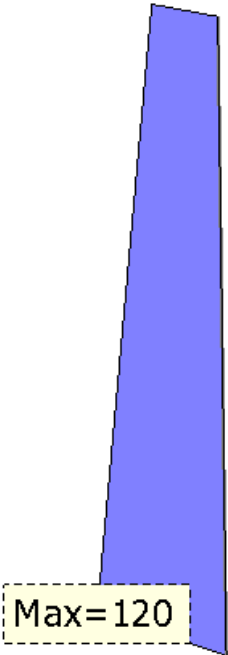
- Si introduce la rappresentazione grafica dei risultati di sforzo normale, taglio, momento flettente fuori piano e nel piano, determinato per inviluppo delle combinazioni di carico statiche.

- Si riporta il tabulato dei risultati dell'analisi in testa e al piede di ogni parete.
- Si costruisce il dominio di rottura della sezione, si individuano le coppie “sforzo normale – momento flettente” più critiche, si introducono nel modello controllando che ricadano all'interno del dominio.

PARETE SEMPLICE S1

Dimensioni: 24 x 180 cm, armata con 5 + 5 $\Phi 10$ sulle 2 facce principali

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 11 Corpo Nord - Parete semplice S1: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 12 Corpo Nord - Parete semplice S1: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>

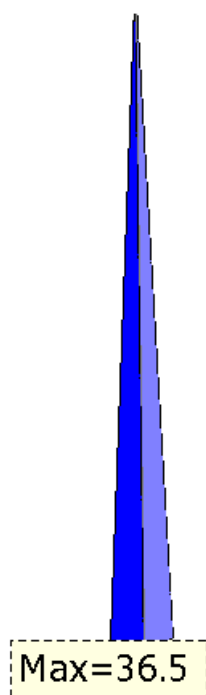


Figura 13 Corpo Nord - Parete semplice S1:
Momento flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

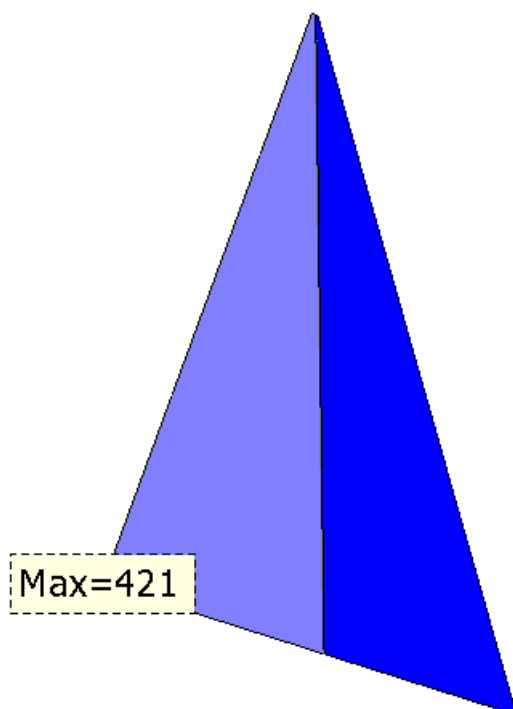


Figura 14 Corpo Nord - Parete semplice S1:
Momento flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S1 è il seguente

Parete num. 1 Descrizione: Parete semplice n. 1
Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
			-----	-----	
			kN	kN * m	

1	2	-25.816	10.612	1.948	-0.315
1	3	-22.859	12.789	1.912	2.237
1	4	-24.761	5.464	-0.985	0.211
1	5	-21.804	17.938	-1.021	2.764
1	6	-29.163	38.262	0.965	-3.337
1	7	-19.306	39.742	0.845	5.172
1	8	-28.847	36.722	0.086	-3.178
1	9	-18.989	41.279	-0.034	5.330
1	10	-24.414	0.769	1.935	0.886
1	11	-21.457	24.170	1.899	3.439
1	12	-23.357	5.916	-0.998	1.414
1	13	-20.400	29.317	-1.034	3.966
1	14	-27.228	22.574	0.948	-1.679
1	15	-17.373	55.428	0.828	6.829
1	16	-26.912	21.032	0.068	-1.521
1	17	-17.055	56.962	-0.052	6.987
0	2	-229.715	60.210	-36.490	-122.778
0	3	-228.237	6.067	-35.838	63.950
0	4	-220.978	38.446	31.567	-64.981
0	5	-219.489	15.694	32.215	121.726
0	6	-228.553	120.366	-13.440	-336.694
0	7	-223.618	60.124	-11.273	285.711
0	8	-225.897	113.832	6.977	-319.310
0	9	-220.922	66.658	9.144	303.080
0	10	-229.024	35.915	-36.427	-36.814
0	11	-227.503	18.241	-35.775	149.885
0	12	-220.277	14.143	31.635	20.985
0	13	-218.766	40.000	32.278	207.677
0	14	-227.576	86.854	-13.351	-218.150
0	15	-222.547	93.636	-11.183	404.191
0	16	-224.898	80.341	7.067	-200.791
0	17	-219.977	100.148	9.234	421.585

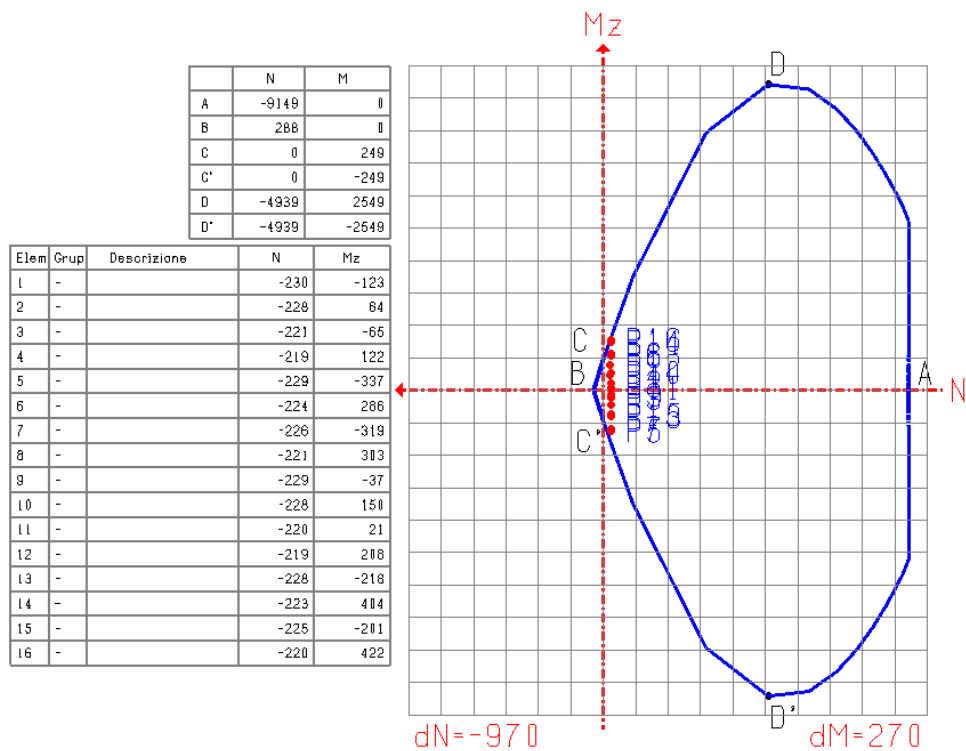


Figura 15 Corpo Nord - Parete semplice S1: Dominio sforzo normale - momento flettente M_z

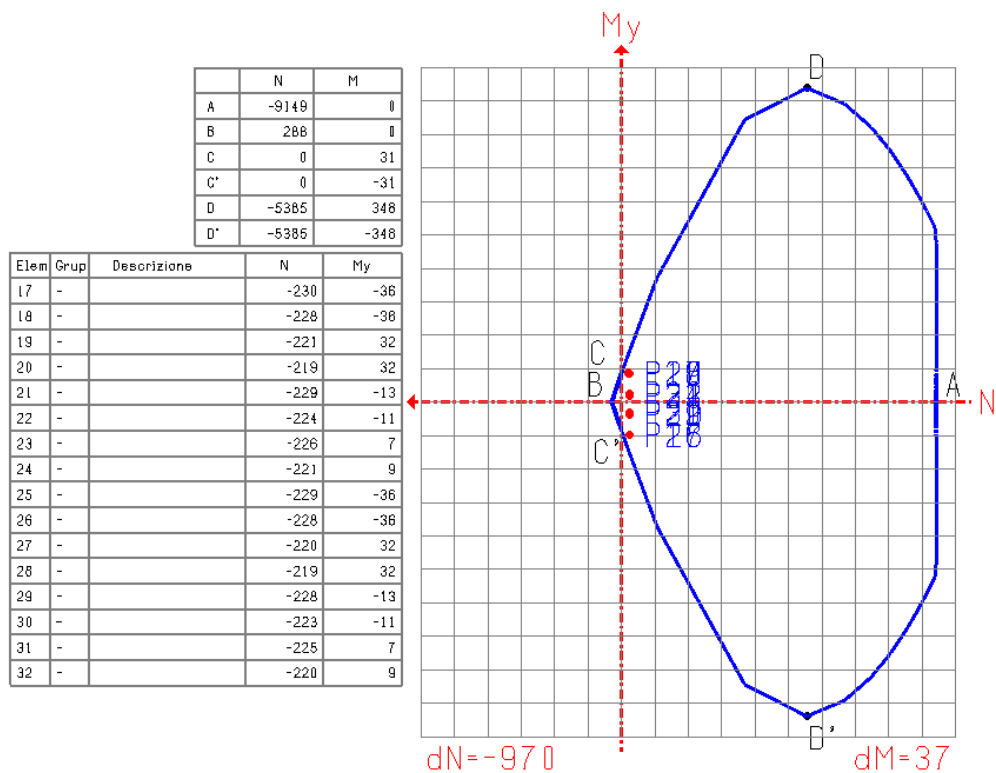
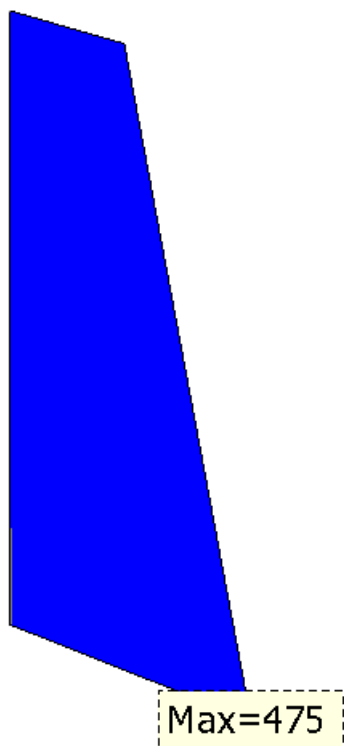


Figura 16 Corpo Nord - Parete semplice S1: Dominio sforzo normale - momento flettente M_y .

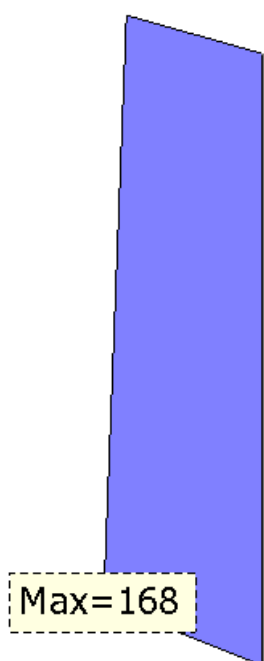
PARETE SEMPLICE S2

Dimensioni: 24 x 410 cm, armata ad una estremità con $5 + 5 \Phi 10/20$ e sulla parte restante della parete con $1 \Phi 8/50$ cm, alternati sulle due facce contrapposte.

Sollecitazioni risultanti dall'analisi



**Figura 17 Corpo Nord - Parete semplice
S2: Sforzo normale, involucro delle
combinazioni (valori in kN).**



**Figura 18 Corpo Nord - Parete semplice
S2: Sforzo di taglio, involucro delle
combinazioni (valori in kN).**

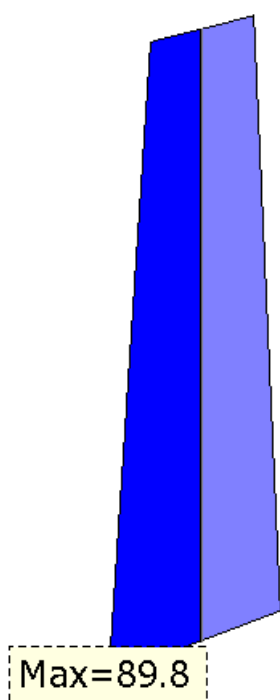


Figura 19 Corpo Nord - Parete semplice S2:
Momento flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

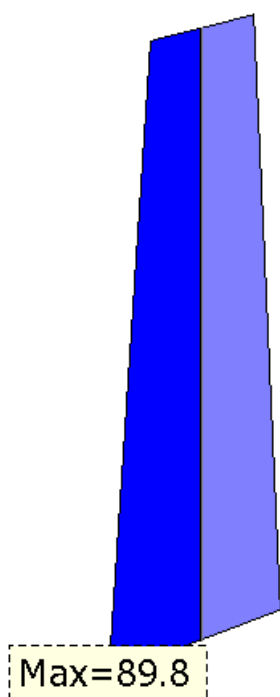


Figura 20 Corpo Nord - Parete semplice S2:
Momento flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S2 è il seguente

Parete num. 2 Descrizione: Parete semplice n. 2
Larghezza: 408.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		----- kN	----- kN	----- kN * m	----- kN * m

1	2	-219.454	87.529	50.242	108.788
1	3	-219.601	44.854	49.873	110.826
1	4	-200.546	81.808	-47.357	132.395
1	5	-200.682	39.139	-47.736	134.416
1	6	-212.839	137.929	16.430	115.010
1	7	-213.291	4.287	15.185	121.662
1	8	-207.138	136.207	-12.849	122.002
1	9	-207.608	6.007	-14.097	128.742
1	10	-218.740	73.648	50.692	107.531
1	11	-218.880	30.975	50.322	109.584
1	12	-199.816	67.913	-46.905	131.139
1	13	-199.960	25.255	-47.284	133.165
1	14	-211.834	118.781	17.057	113.259
1	15	-212.288	23.425	15.811	119.965
1	16	-206.150	117.067	-12.224	120.349
1	17	-206.614	25.146	-13.471	127.024

0	2	-470.547	20.166	-89.783	-133.403
0	3	-474.269	76.906	-88.439	75.154
0	4	-454.046	29.952	79.329	-67.481
0	5	-457.943	86.707	80.672	141.233
0	6	-460.219	45.662	-32.200	-365.165
0	7	-473.013	143.482	-27.748	330.481
0	8	-455.285	42.731	18.533	-345.418
0	9	-468.035	146.417	22.986	350.289
0	10	-470.831	36.263	-89.511	-73.341
0	11	-474.749	93.006	-88.175	135.345
0	12	-454.474	46.062	79.601	-7.229
0	13	-458.270	102.806	80.946	201.245
0	14	-460.599	23.474	-31.827	-282.220
0	15	-473.443	165.729	-27.373	413.287
0	16	-455.819	20.516	18.908	-262.252
0	17	-468.568	168.548	23.362	432.990

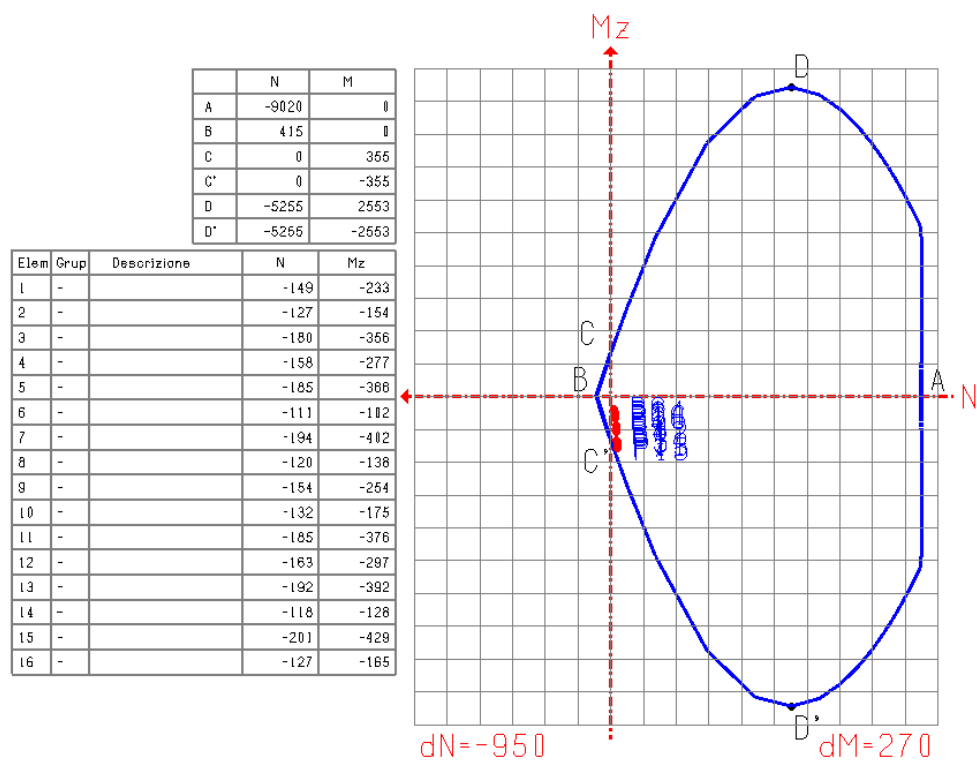


Figura 21 Corpo Nord - Parete semplice S2: Dominio sforzo normale - momento flettente M_z .

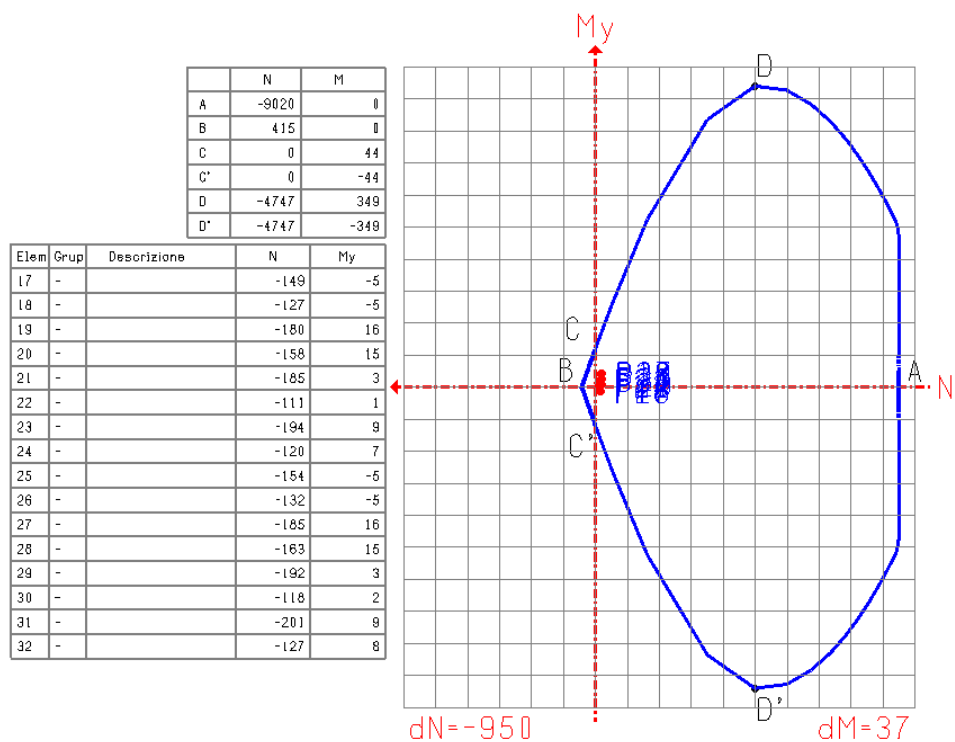
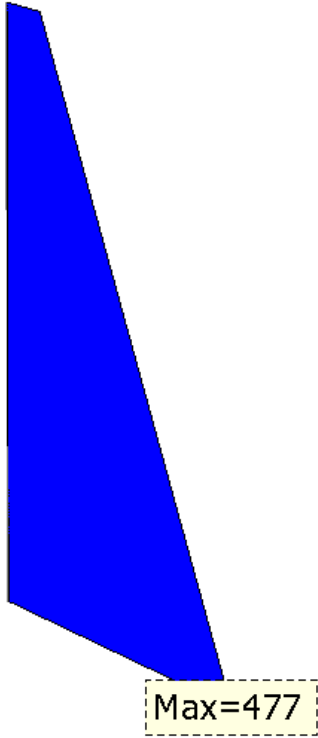
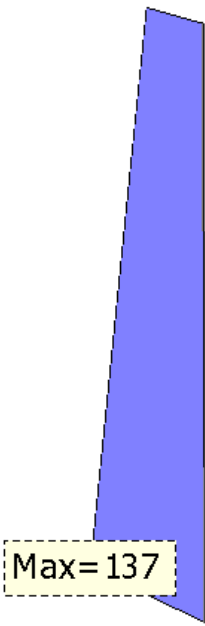


Figura 22 Corpo Nord - Parete semplice S2: Dominio sforzo normale - momento flettente M_y

PARETE SEMPLICE S3

Dimensioni: 24 x 180 cm, armata con 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=477</p>	<p>Figura 23 Corpo Nord – Parete S3: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max= 137</p>	<p>Figura 24 Corpo Nord - Parete S3: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

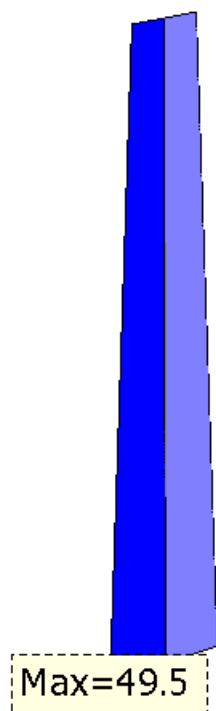


Figura 25 Corpo Nord - Pareti S3: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

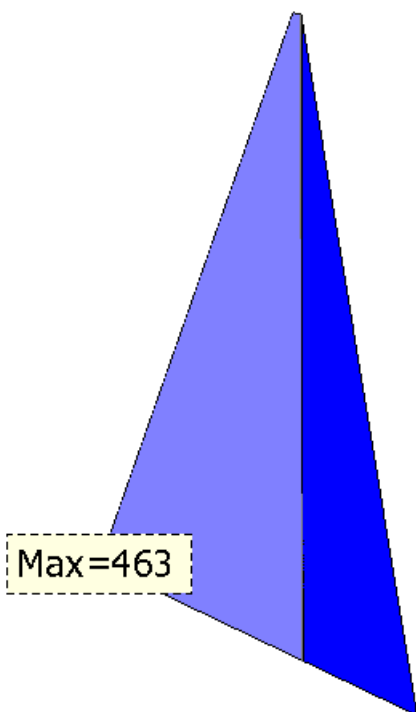


Figura 26 Corpo Nord - Parete S3: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S3 è il seguente

Parete num. 3 Descrizione: Parete semplice n. 3
Larghezza: 182.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 456.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.				
s		kN		kN * m	
1	2	-59.529	32.427	27.735	13.516
1	3	-50.369	5.131	27.508	14.713
1	4	-58.179	23.255	-26.135	14.187
1	5	-49.033	4.049	-26.365	15.392
1	6	-70.049	61.741	9.133	12.353
1	7	-39.553	29.255	8.372	16.369
1	8	-69.651	58.998	-7.028	12.555
1	9	-39.144	32.008	-7.788	16.567
1	10	-57.823	28.834	27.808	13.449
1	11	-48.671	1.535	27.582	14.649
1	12	-56.470	19.665	-26.057	14.120
1	13	-47.331	7.636	-26.283	15.328
1	14	-67.703	56.798	9.237	12.270
1	15	-37.202	34.194	8.476	16.276
1	16	-67.296	54.051	-6.924	12.466
1	17	-36.803	36.961	-7.684	16.481
0	2	-473.083	78.096	-49.495	-23.639
0	3	-469.776	24.163	-48.726	171.103
0	4	-473.061	62.616	46.732	34.540
0	5	-469.671	8.678	47.493	229.241
0	6	-477.457	136.868	-16.692	-234.745
0	7	-466.042	42.945	-14.148	414.286
0	8	-477.446	132.224	12.174	-217.290
0	9	-465.902	47.591	14.719	431.716
0	10	-471.204	71.520	-49.554	-0.802
0	11	-467.864	17.570	-48.793	193.933
0	12	-471.269	56.029	46.669	57.392
0	13	-467.770	2.090	47.430	252.069
0	14	-474.994	127.785	-16.782	-203.335
0	15	-463.482	52.034	-14.236	445.722
0	16	-474.879	123.141	12.085	-185.854
0	17	-463.461	56.667	14.631	463.175

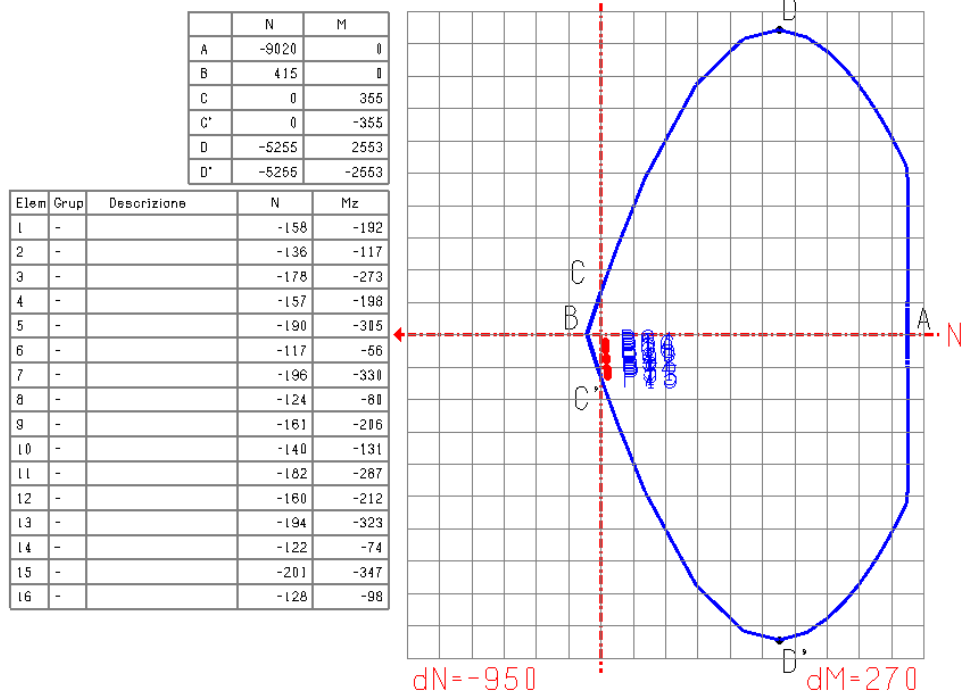


Figura 27 Corpo Nord – Parete semplice S3 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz.

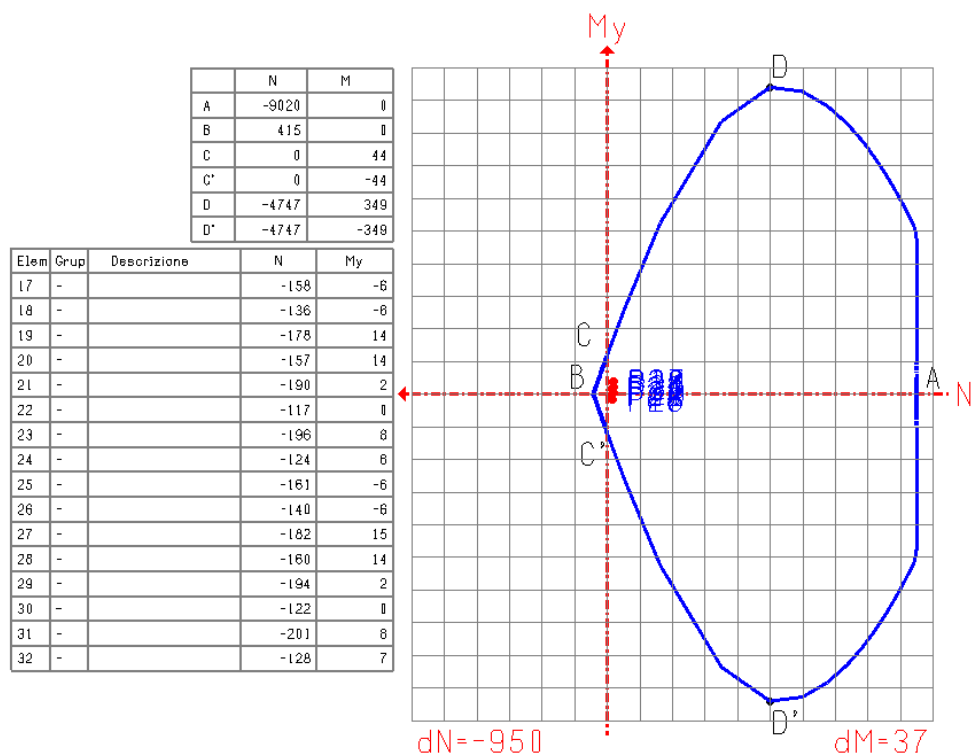
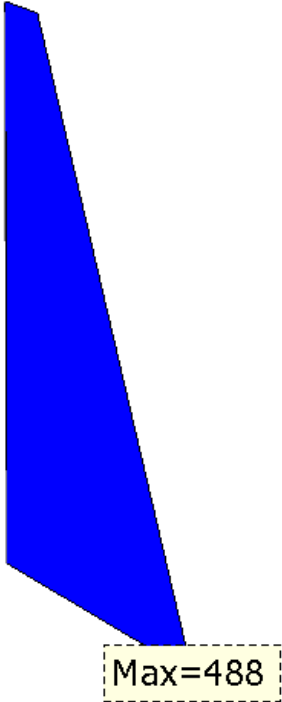
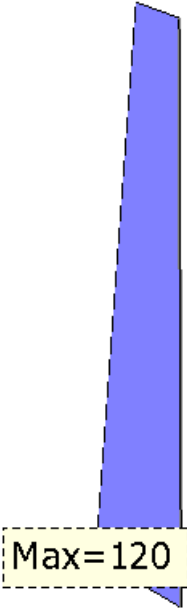


Figura 28 Corpo Nord - Parete semplice S3 - Dominio sforzo normale - momento flettente My.

PARETE SEMPLICE S4

Dimensioni: 24 x 180 cm, armata con 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=488</p>	<p>Figura 29 Corpo Nord – Parete S4: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=120</p>	<p>Figura 30 Corpo Nord - Parete S4: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>

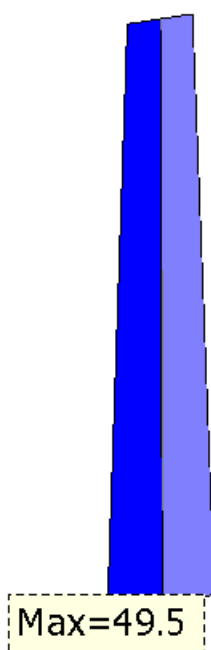


Figura 31 Corpo Nord - Parete S4: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

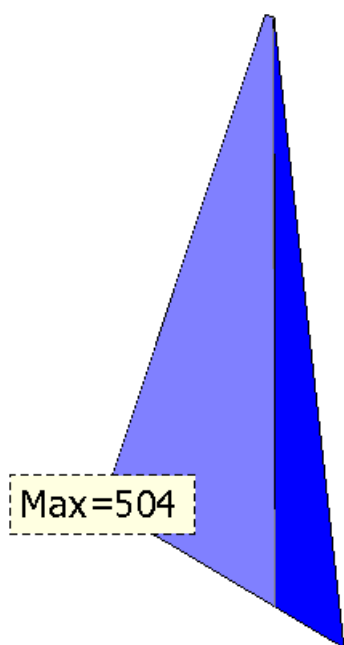


Figura 32 Corpo Nord - Parete S4: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S4 è il seguente

Parete num. 4 Descrizione: Parete semplice n. 4
Larghezza: 182.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		kN		kN * m	
1	2	-73.757	24.755	27.558	18.467
1	3	-64.235	2.976	26.958	19.694
1	4	-71.514	15.849	-27.203	18.953
1	5	-61.981	11.878	-27.798	20.174
1	6	-84.046	53.701	9.077	17.235
1	7	-52.296	38.719	7.076	21.313
1	8	-83.376	51.027	-7.351	17.380
1	9	-51.622	41.402	-9.352	21.459
1	10	-73.949	26.269	27.642	18.336
1	11	-64.426	1.451	27.047	19.564
1	12	-71.692	17.367	-27.115	18.825
1	13	-62.178	10.361	-27.719	20.050
1	14	-84.311	55.781	9.193	17.060
1	15	-52.562	36.632	7.193	21.138
1	16	-83.635	53.121	-7.234	17.197
1	17	-51.887	39.313	-9.235	21.283
0	2	-487.081	60.831	-49.415	38.973
0	3	-485.536	8.027	-48.578	234.562
0	4	-485.396	43.636	47.214	99.290
0	5	-483.722	9.163	48.047	294.865
0	6	-488.269	115.884	-16.548	-166.164
0	7	-483.041	60.102	-13.776	485.841
0	8	-487.772	110.722	12.440	-148.099
0	9	-482.458	65.269	15.213	503.906
0	10	-487.092	63.616	-49.491	28.866
0	11	-485.590	10.814	-48.663	224.426
0	12	-485.342	46.411	47.142	89.130
0	13	-483.787	6.375	47.975	284.727
0	14	-488.426	119.718	-16.655	-180.177
0	15	-483.268	56.271	-13.883	471.842
0	16	-487.826	114.567	12.333	-162.035
0	17	-482.685	61.437	15.106	489.907

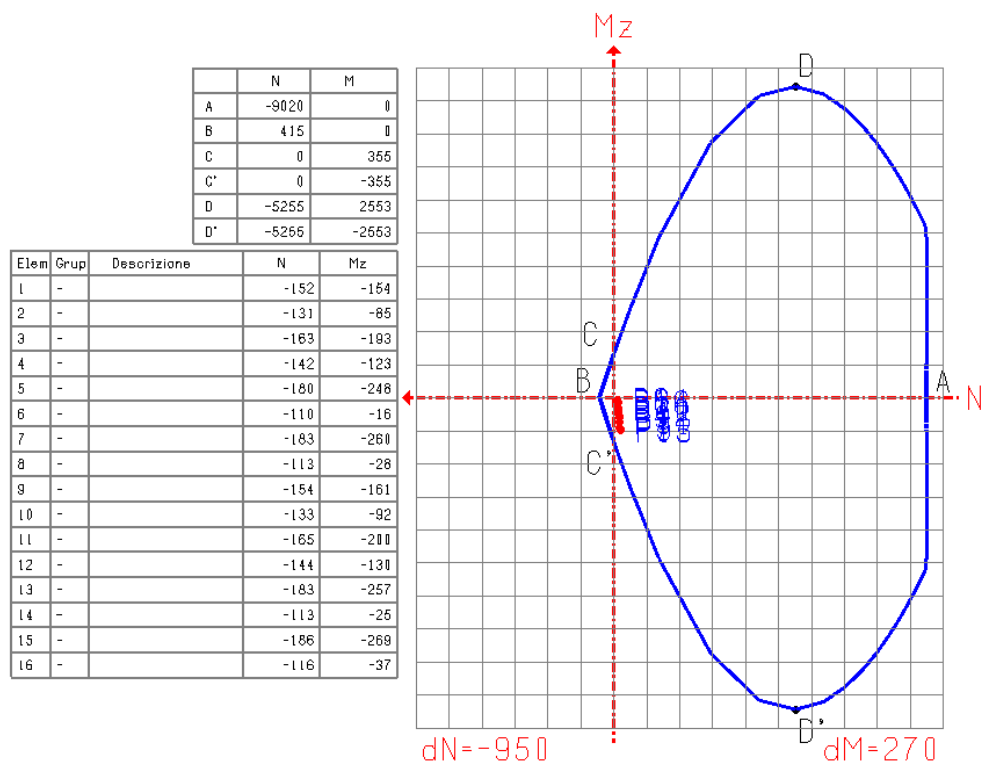


Figura 33 Corpo Nord – Parete semplice S4 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz.

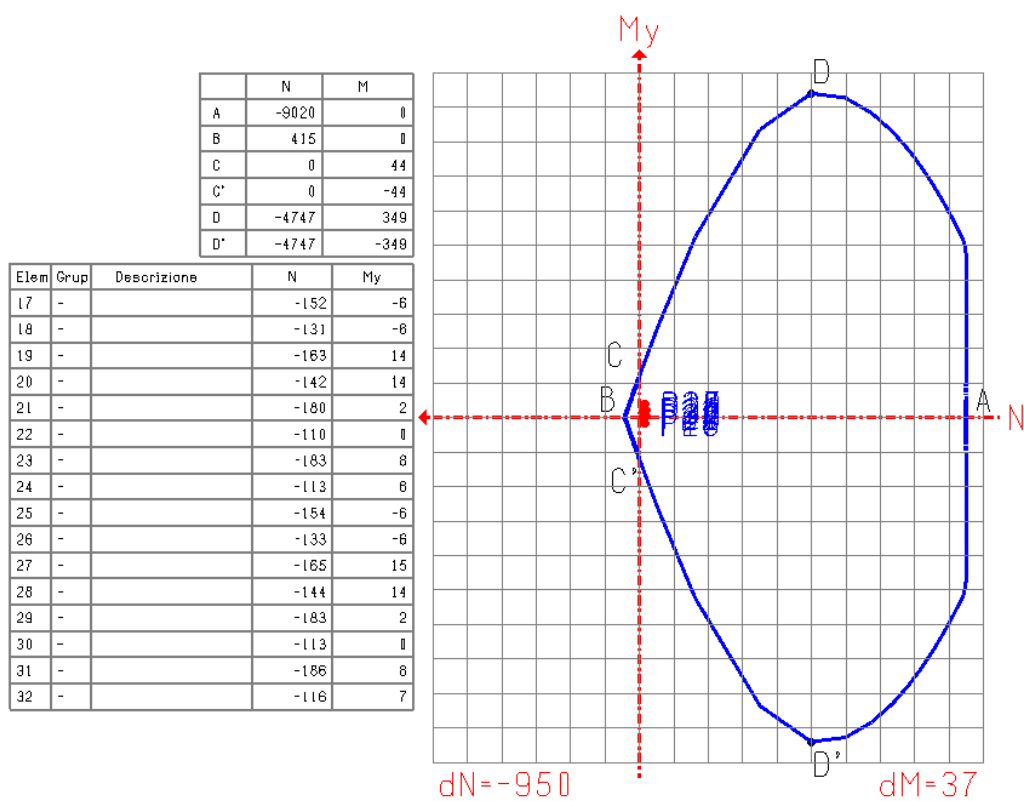
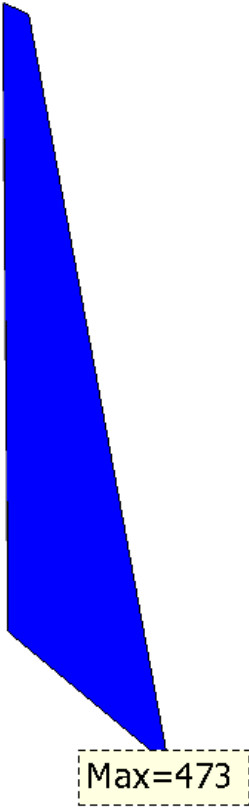
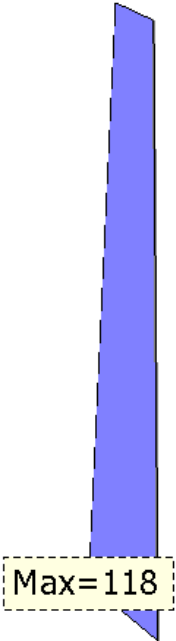


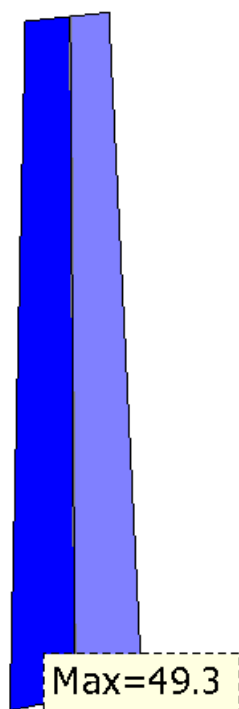
Figura 34 Corpo Nord - Parete semplice S4 - Dominio sforzo normale - momento flettente My.

PARETE SEMPLICE S5

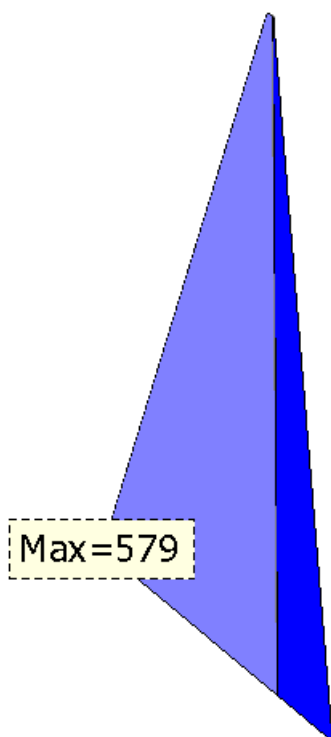
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata con 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=473</p>	<p>Figura 35 Corpo Nord – Parete S5: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=118</p>	<p>Figura 36 Corpo Nord - Parete S5: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 37 Corpo Nord -
Parete S5: Momento
flettente M_y , involucro
delle combinazioni
(valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).**



**Figura 38 Corpo Nord -
Parete S5: Momento
flettente M_z , involucro
delle combinazioni
(valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).**

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S5 è il seguente

Parete num. 5 Descrizione: Parete semplice n. 5
Larghezza: 182.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 456.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.				
s		kN		kN * m	
1	2	-61.605	15.713	26.227	16.583
1	3	-44.687	13.511	25.078	15.784
1	4	-30.863	0.113	-29.053	9.077
1	5	-13.942	29.341	-30.202	8.280
1	6	-69.821	42.948	8.171	14.817
1	7	-13.428	54.450	4.343	12.164
1	8	-60.597	38.206	-8.413	12.568
1	9	-4.199	59.205	-12.240	9.909
1	10	-65.649	22.681	26.488	16.928
1	11	-48.736	6.540	25.338	16.136
1	12	-34.900	6.858	-28.792	9.423
1	13	-17.980	22.368	-29.941	8.627
1	14	-75.396	52.562	8.528	15.299
1	15	-18.992	44.858	4.700	12.641
1	16	-66.167	47.806	-8.056	13.046
1	17	-9.775	49.597	-11.886	10.393
0	2	-465.609	44.417	-46.867	103.115
0	3	-454.332	10.619	-45.958	301.179
0	4	-435.372	27.793	48.402	163.099
0	5	-424.059	27.248	49.302	361.183
0	6	-467.435	100.440	-14.559	-98.806
0	7	-429.816	83.020	-11.544	561.479
0	8	-458.158	95.450	14.020	-80.739
0	9	-420.731	88.009	17.034	579.464
0	10	-470.015	56.970	-46.948	59.880
0	11	-458.749	1.926	-46.044	257.937
0	12	-439.786	40.334	48.312	119.860
0	13	-428.498	14.694	49.216	317.926
0	14	-473.419	117.720	-14.679	-158.370
0	15	-435.901	65.731	-11.664	501.839
0	16	-464.358	112.741	13.899	-140.400
0	17	-426.924	70.708	16.914	519.848

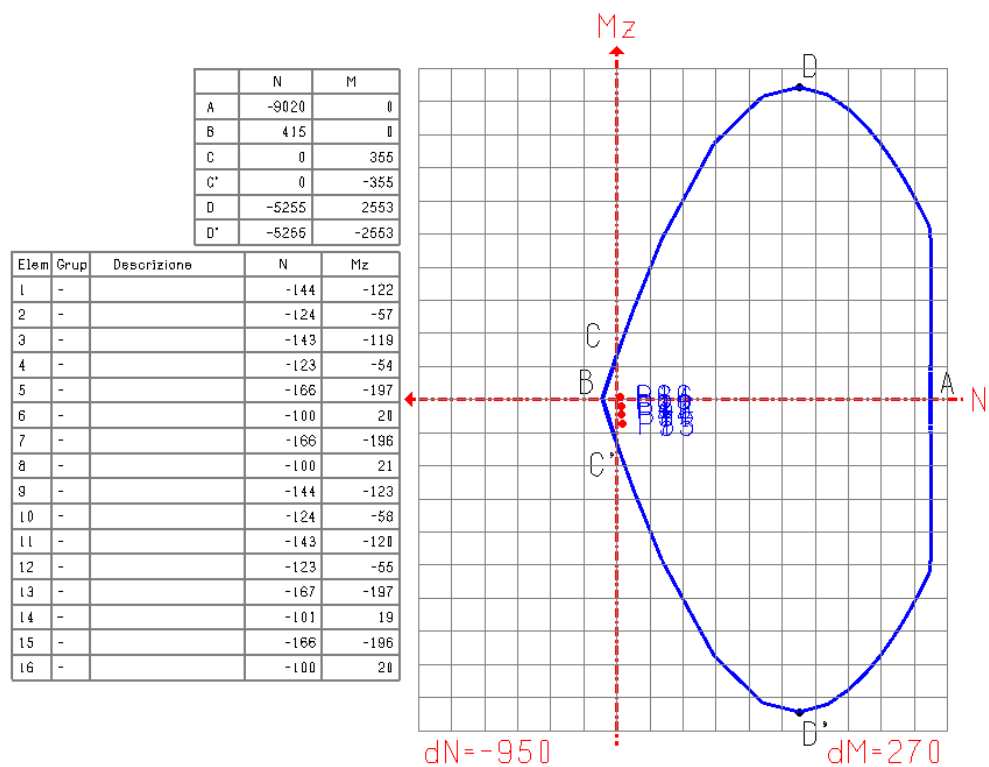


Figura 39 Corpo Nord – Parete semplice S5- Dominio sforzo normale - momento flettente M_z .

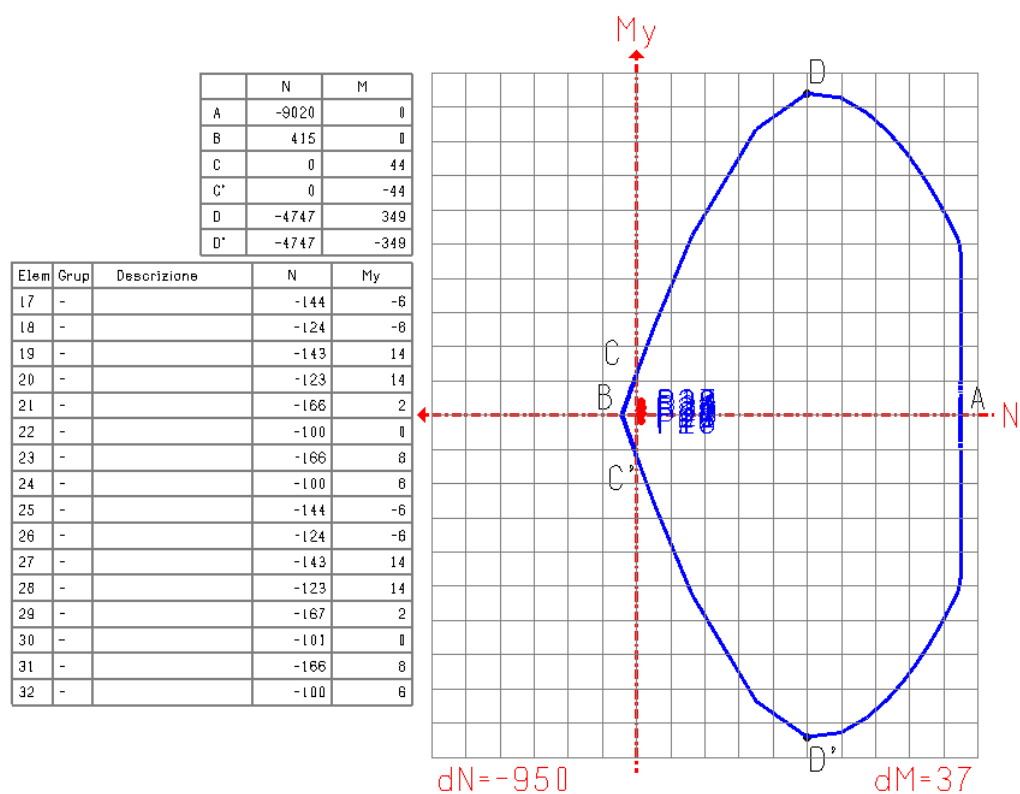
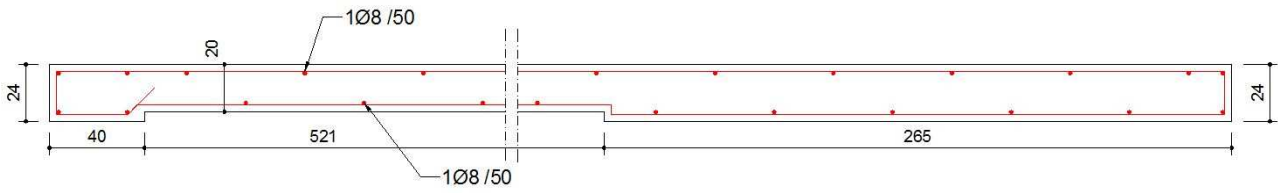


Figura 40 Corpo Nord - Parete semplice S5 - Dominio sforzo normale - momento flettente M_y .

PARETE SEMPLICE S6



Sollecitazioni risultanti dall'analisi

<p>Figure 41 shows the envelope of normal stress distribution. The stress is represented by a blue shaded area. The maximum value is indicated as Max=689.</p>	<p>Figura 41 Corpo Nord - Parete semplice S6: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
<p>Figure 42 shows the envelope of shear stress distribution. The stress is represented by a blue shaded area. The maximum value is indicated as 149.71.</p>	<p>Figura 42 Corpo Nord - Parete semplice S6: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

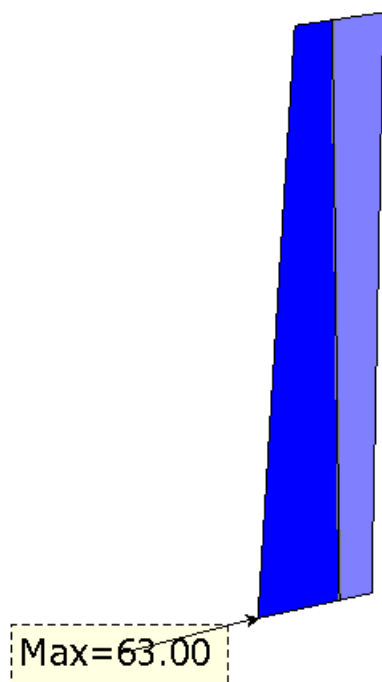


Figura 43 Corpo Nord - Parete S6: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

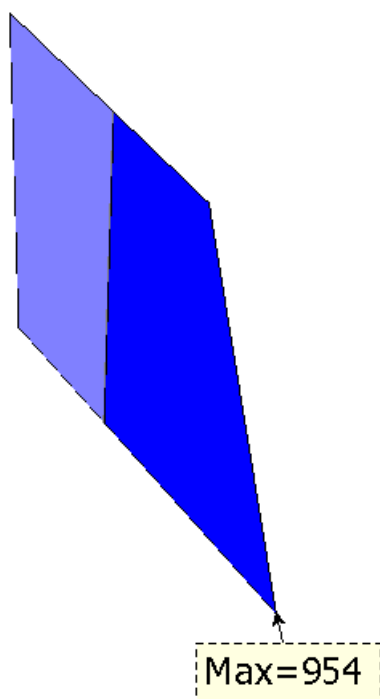


Figura 44 Corpo Nord - Parete S6: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S6 è il seguente

Parete num. 6 Descrizione: Parete semplice n. 6
Larghezza: 821.0 cm, spessore: variabile, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		kN		kN * m	
1	2	-345.256	166.381	35.399	-418.409
1	3	-368.061	138.958	36.920	-516.181
1	4	-121.345	37.274	-25.774	584.317
1	5	-144.107	9.862	-24.253	486.689
1	6	-241.844	150.814	12.385	38.927
1	7	-317.828	59.435	17.455	-286.180
1	8	-174.687	112.087	-5.967	339.848
1	9	-250.578	20.706	-0.898	14.509
1	10	-337.078	178.849	34.490	-379.815
1	11	-359.800	151.425	36.013	-477.286
1	12	-113.133	49.741	-26.684	623.038
1	13	-135.897	22.329	-25.162	525.406
1	14	-230.503	167.998	11.135	92.156
1	15	-306.490	76.622	16.204	-232.935
1	16	-163.340	129.266	-7.218	393.104
1	17	-239.315	37.895	-2.148	68.051
0	2	-642.785	4.418	-60.403	-932.366
0	3	-689.371	52.292	-63.003	-871.010
0	4	-254.716	87.736	23.385	477.066
0	5	-301.212	31.003	20.784	538.739
0	6	-456.116	95.788	-28.374	-506.832
0	7	-611.253	93.299	-37.042	-301.822
0	8	-339.666	120.775	-3.238	-83.940
0	9	-494.780	68.296	-11.908	121.256
0	10	-624.750	25.436	-58.642	-954.320
0	11	-671.231	31.286	-61.241	-892.646
0	12	-236.563	108.743	25.141	455.386
0	13	-283.083	52.022	22.542	517.041
0	14	-431.121	124.753	-25.953	-536.706
0	15	-586.346	64.329	-34.622	-331.839
0	16	-314.696	149.758	-0.818	-113.883
0	17	-469.933	39.314	-9.486	90.933

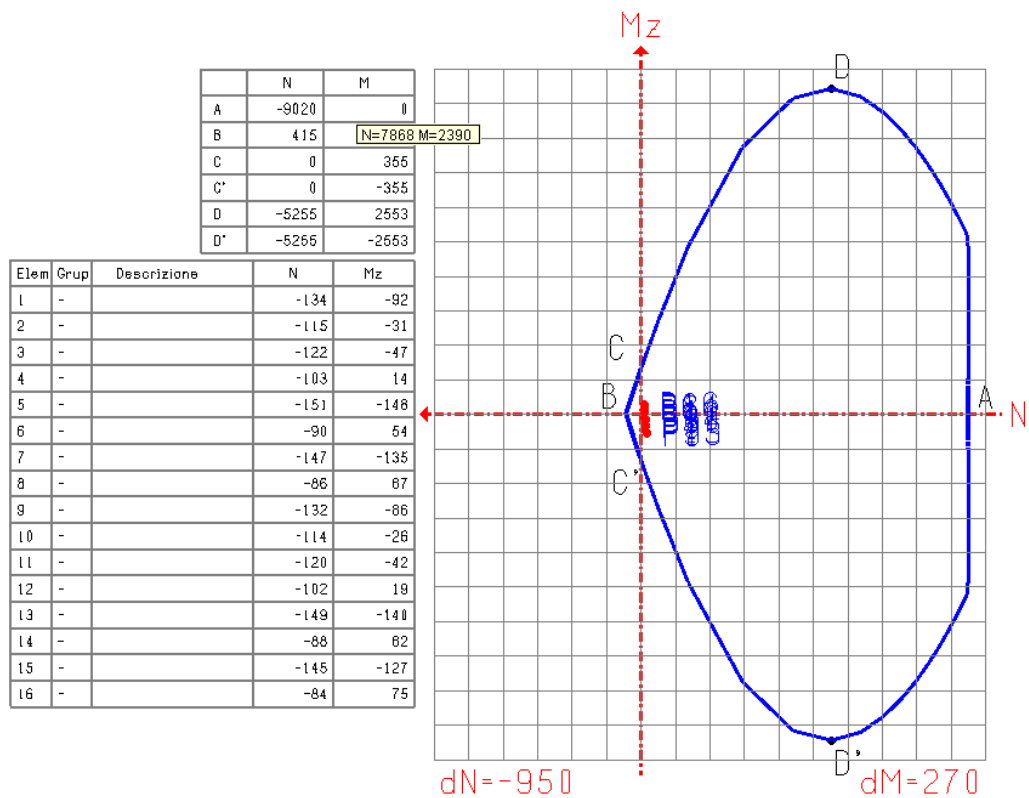


Figura 45 Corpo Nord - Parete semplice S6: Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

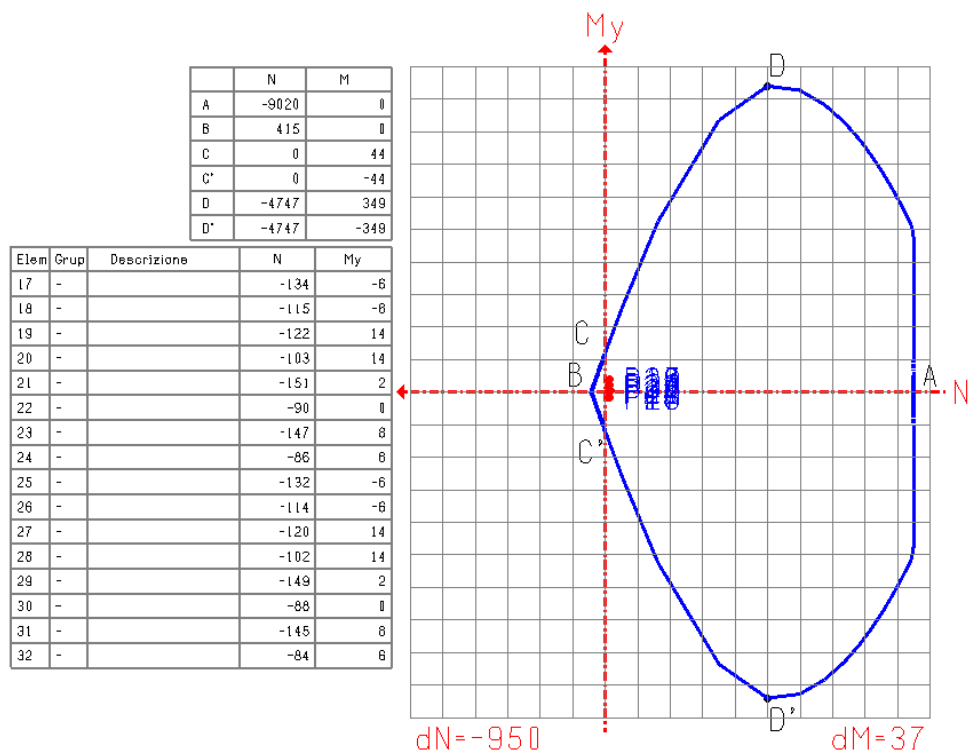
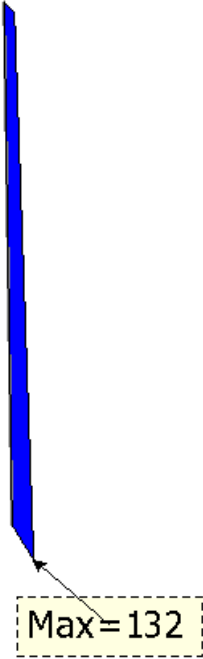
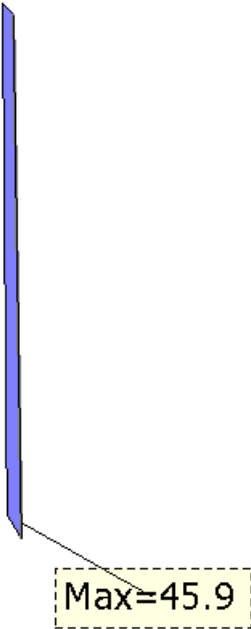


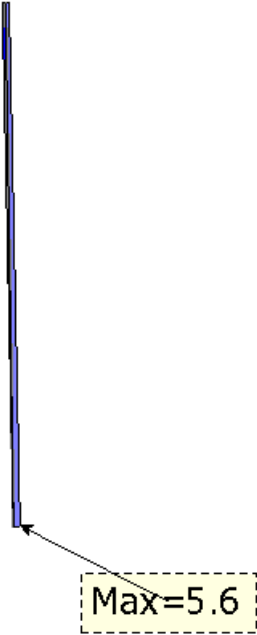
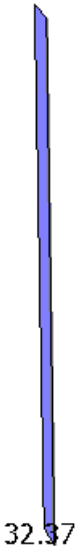
Figura 46 Corpo Nord - Parete semplice S6: Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S7

Dimensioni: 20 x 300 cm, armata ad una estremità con 4 $\Phi 8$ nel primo tratto di 20 cm e sulla parte restante della parete con 1 $\Phi 8$ / 50 cm, alternati sulle due facce contrapposte

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 47 Corpo Nord - Parete semplice S7: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 48 Corpo Nord - Parete semplice S7: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>

	<p>Figura 49 Corpo Nord - Parete semplice S7: Momento flettente M_y, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>
	<p>Figura 50 Corpo Nord - Parete semplice S7: Momento flettente M_z, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S7 è il seguente

Parete num. 7 Descrizione: Parete semplice n. 7
Larghezza: 295.0 cm, spessore: 20.0 cm, altezza: 456.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.	-----	-----	-----	-----
s		kN		kN * m	

1	2	-49.380	32.170	-1.540	33.246
1	3	-54.013	30.071	-0.469	35.479
1	4	-50.616	0.888	1.583	8.301
1	5	-55.250	1.218	2.655	10.534
1	6	-44.831	23.612	-1.556	22.119
1	7	-60.307	16.583	2.015	29.534
1	8	-45.197	14.228	-0.618	14.635
1	9	-60.685	7.205	2.952	22.059
1	10	-47.065	32.547	-2.286	32.247
1	11	-51.709	30.436	-1.215	34.468
1	12	-48.296	1.263	0.838	7.299
1	13	-52.945	0.844	1.909	9.523
1	14	-41.654	24.131	-2.584	20.720
1	15	-57.127	17.105	0.987	28.135
1	16	-42.016	14.748	-1.646	13.238
1	17	-57.503	7.715	1.924	20.662
0	2	-42.527	2.017	3.049	29.181
0	3	-36.824	5.156	1.875	25.017
0	4	-130.238	45.376	3.585	16.930
0	5	-124.531	42.241	2.409	12.769
0	6	-79.499	18.122	4.468	29.329
0	7	-60.498	7.657	0.553	15.455
0	8	-105.807	32.338	4.629	25.651
0	9	-86.812	21.874	0.714	11.771
0	10	-44.502	1.435	3.781	31.397
0	11	-38.799	4.573	2.606	27.233
0	12	-132.201	45.959	4.316	19.144
0	13	-126.506	42.824	3.142	14.969
0	14	-82.221	18.927	5.477	32.383
0	15	-63.224	8.462	1.562	18.507
0	16	-108.535	33.147	5.638	28.698
0	17	-89.541	22.679	1.723	14.823

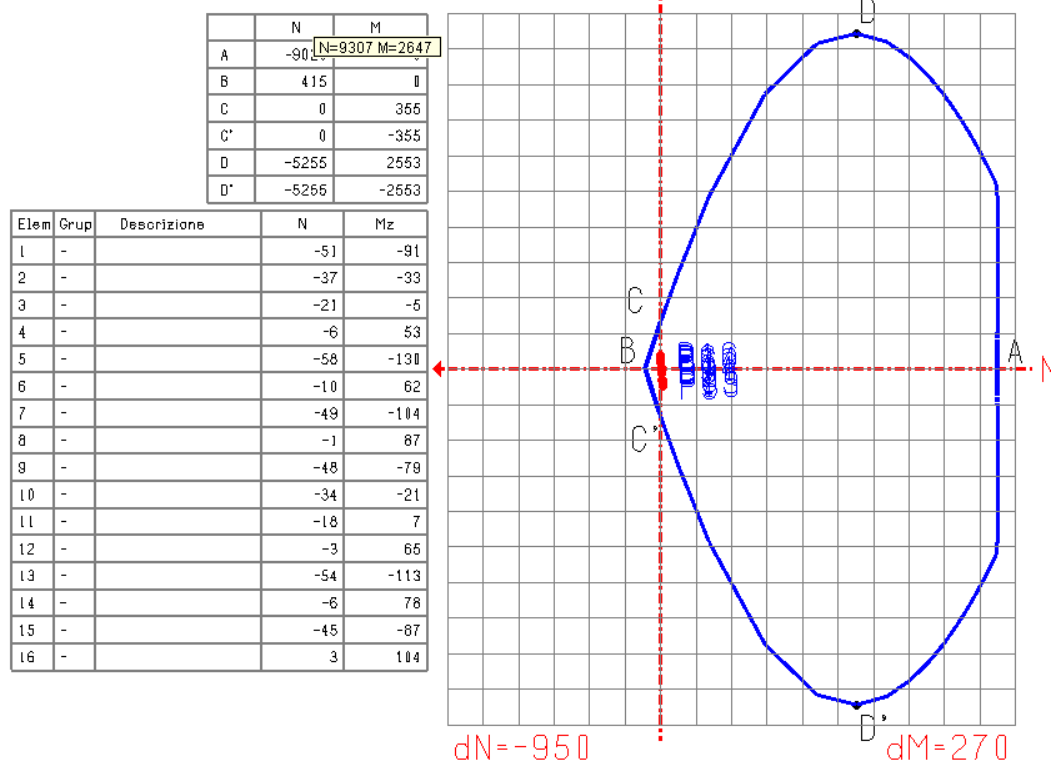


Figura 51 Corpo Nord - Parete semplice S7: Dominio sforzo normale - momento flettente M_z

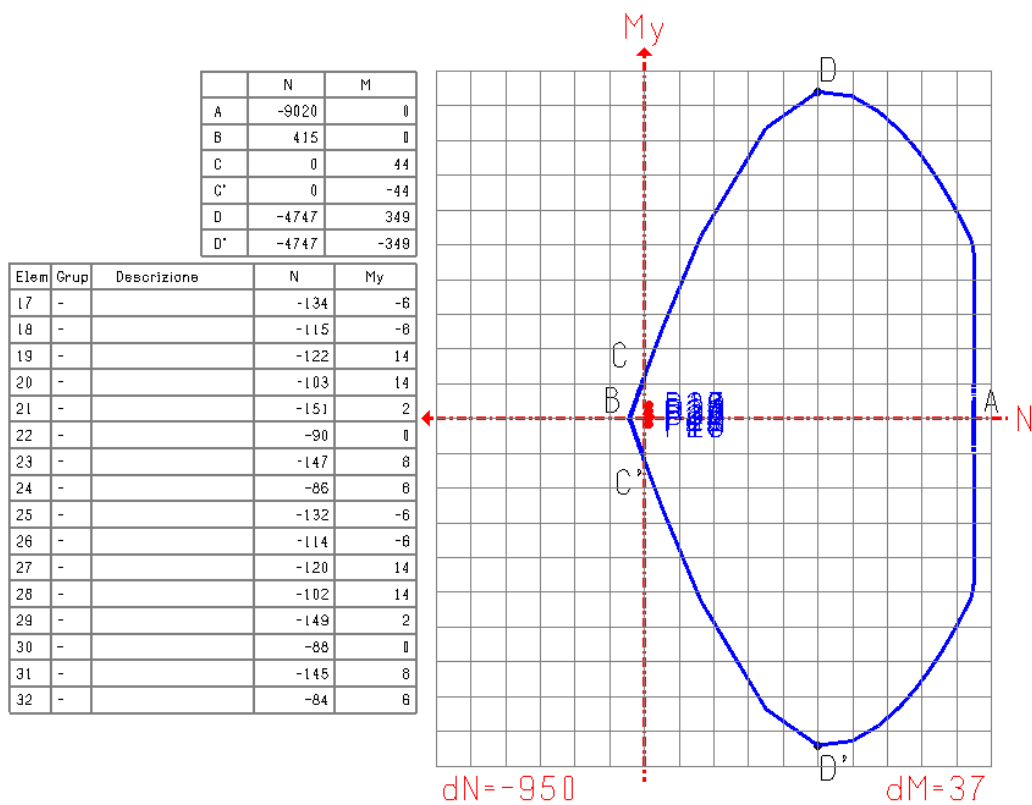
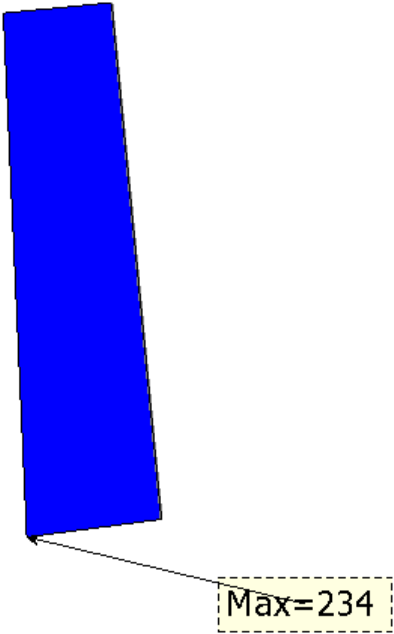
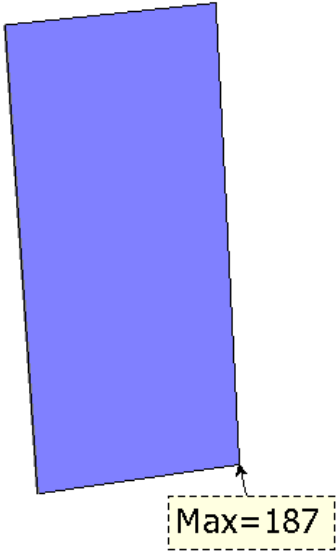


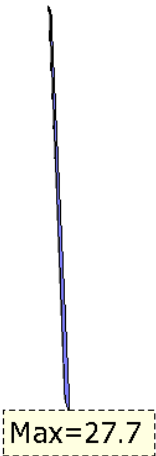
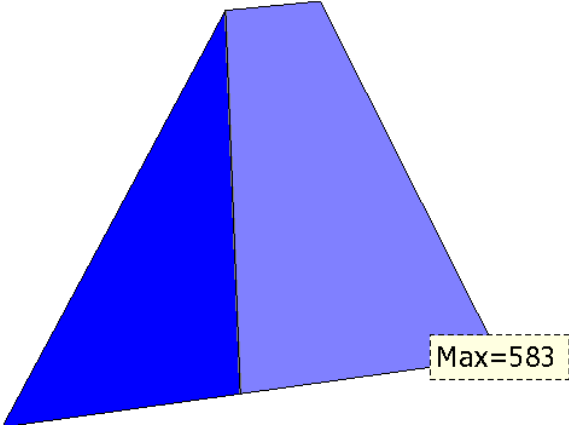
Figura 52 Corpo Nord - Parete semplice S7: Dominio sforzo normale - momento flettente M_y

PARETE SEMPLICI S8

Dimensioni: 20 x 460 cm, armate con 1 Φ 8/ 50 cm, alternati sulle due facce contrapposte.

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 53 Corpo Nord – Parete S8 : Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 54 Corpo Nord - Parete S8: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>

 <p>Max=27.7</p>	<p>Figura 55 Corpo Nord - Parete S8: Momento flettente M_y, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>
 <p>Max=583</p>	<p>Figura 56 Corpo Nord - Pareti S8: Momento flettente M_z, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S8 è il seguente

Parete num. 8 Descrizione: Parete semplice n. 8
Larghezza: 307.0 cm, spessore: 20.0 cm, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	----- Fx	V	My	Mz
		----- kN		----- kN * m	
1	2	-73.543	153.996	2.967	53.047
1	3	-72.320	152.674	-0.235	66.553
1	4	-177.557	179.353	-0.828	177.797
1	5	-176.324	180.665	-4.029	191.294
1	6	-111.387	38.239	5.102	82.317
1	7	-107.345	33.825	-5.570	127.349
1	8	-142.587	61.755	3.963	119.742
1	9	-138.557	66.184	-6.708	164.784
1	10	-73.365	157.358	4.403	45.805
1	11	-72.150	156.031	1.202	59.301
1	12	-177.350	175.979	0.608	170.514
1	13	-176.214	177.309	-2.593	184.115
1	14	-111.152	42.887	7.082	72.342
1	15	-107.078	38.454	-3.590	117.324
1	16	-142.327	57.123	5.944	109.710
1	17	-138.289	61.559	-4.728	154.761
0	2	-201.623	167.075	10.672	570.250
0	3	-210.794	166.636	16.169	562.505
0	4	-219.196	186.506	17.957	-498.973
0	5	-228.383	187.015	23.453	-506.736
0	6	-198.020	43.103	7.209	202.773
0	7	-228.455	41.915	25.531	176.737
0	8	-203.220	63.001	9.395	-118.066
0	9	-233.652	64.220	27.713	-144.117
0	10	-197.247	170.209	8.569	583.125
0	11	-206.251	169.726	14.065	575.215
0	12	-214.826	183.574	15.853	-486.062
0	13	-223.829	183.995	21.353	-494.010
0	14	-191.859	47.293	4.308	220.427
0	15	-222.292	46.105	22.630	194.390
0	16	-197.120	58.812	6.495	-100.363
0	17	-227.631	60.011	24.813	-126.336

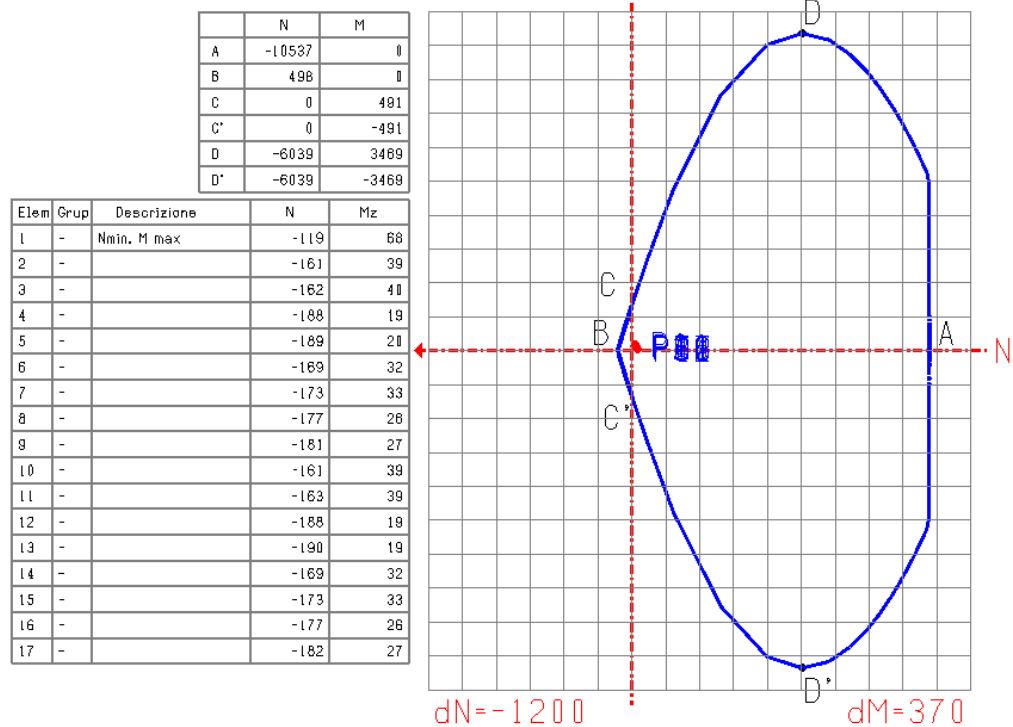


Figura 57 Corpo Nord - Parete semplice S8: Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

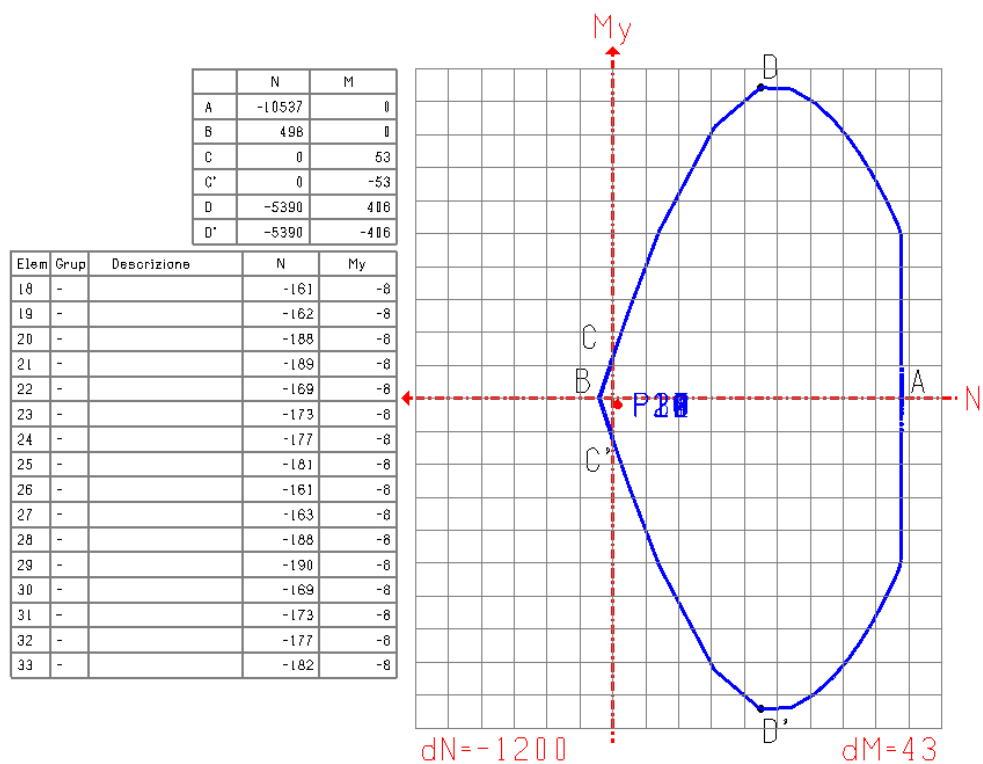
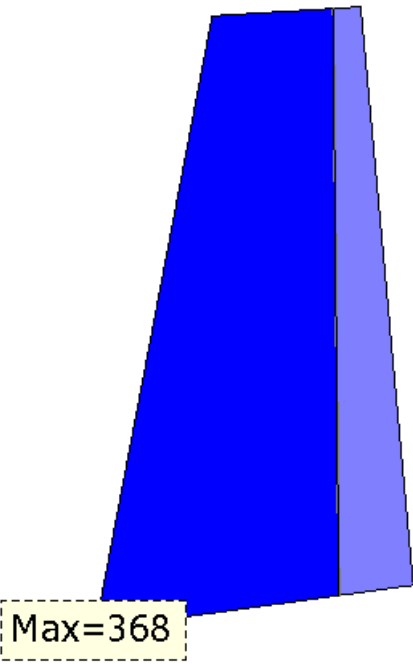
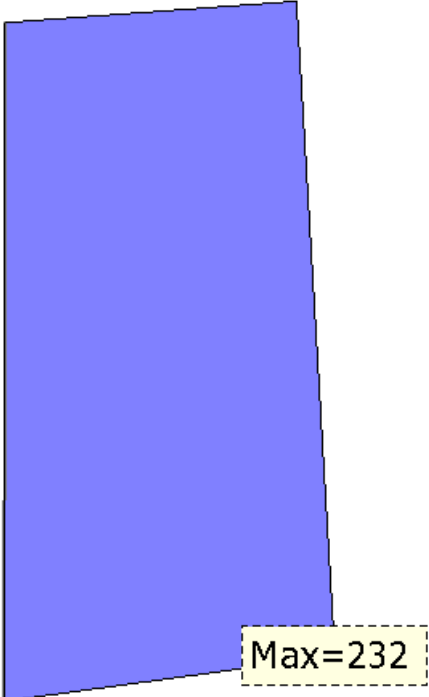


Figura 58 Corpo Nord – Parete semplice S8: Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICI S9

Dimensioni: 20 x 460 cm, armate con 1 Φ 8/ 50 cm, alternati sulle due facce contrapposte.

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=368</p>	<p>Figura 59 Corpo Nord – Parete S9 : Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=232</p>	<p>Figura 60 Corpo Nord - Parete S9: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

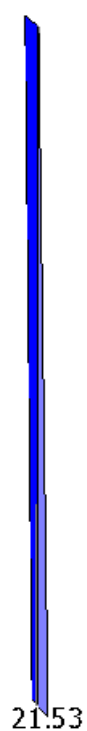


Figura 61
Corpo Nord -
Parete S9:
Momento
flettente My,
involuppo
delle
combinazioni
(valori in kN•
m).

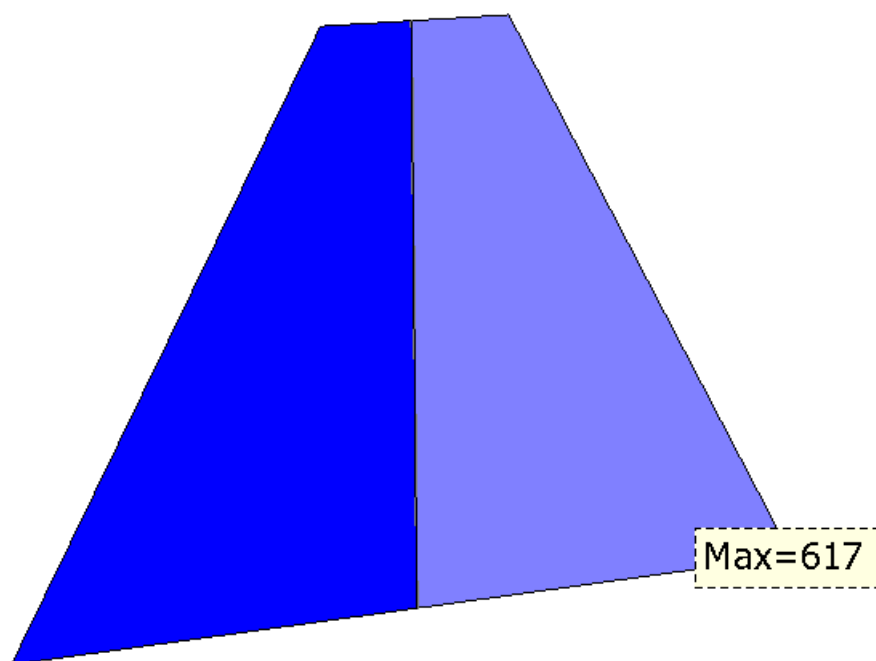


Figura 62
Corpo Nord -
Pareti S9:
Momento
flettente Mz,
involuppo
delle
combinazioni
(valori in kN•
m).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S9 è il seguente

Parete num. 9 Descrizione: Parete semplice n. 9
Larghezza: 307.0 cm, spessore: 20.0 cm, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		-----	-----	-----	-----
		kN		kN * m	
		-----	-----	-----	-----
1	2	27.917	184.783	-17.798	-109.180
1	3	40.789	193.110	-22.383	-131.488
1	4	-169.162	164.414	-10.074	135.607
1	5	-156.256	156.047	-14.657	113.254
1	6	-55.105	53.645	-10.136	0.714
1	7	-12.205	81.410	-25.408	-73.619
1	8	-114.226	51.103	-7.818	74.165
1	9	-71.323	23.327	-23.093	-0.170
1	10	22.814	180.589	-15.756	-99.794
1	11	35.676	188.927	-20.340	-122.089
1	12	-174.224	168.570	-8.030	144.938
1	13	-161.420	160.234	-12.614	122.720
1	14	-62.152	47.873	-7.318	13.673
1	15	-19.251	75.655	-22.598	-60.662
1	16	-121.275	56.871	-5.001	87.093
1	17	-78.364	29.089	-20.278	12.778
0	2	3.916	225.876	5.685	608.426
0	3	17.789	231.935	13.583	574.716
0	4	-354.235	221.808	0.456	-568.313
0	5	-320.451	215.752	8.353	-601.977
0	6	-106.319	62.834	-4.797	234.157
0	7	6.439	83.033	21.533	121.872
0	8	-237.868	71.478	-6.364	-118.777
0	9	-124.877	51.279	19.961	-231.238
0	10	3.098	222.034	2.704	617.275
0	11	13.861	228.093	10.603	583.592
0	12	-368.352	225.663	-2.524	-559.205
0	13	-334.286	219.594	5.373	-592.989
0	14	-125.472	57.589	-8.905	246.553
0	15	-12.615	77.808	17.424	134.108
0	16	-256.980	76.714	-10.474	-106.415
0	17	-144.032	56.506	15.853	-218.868

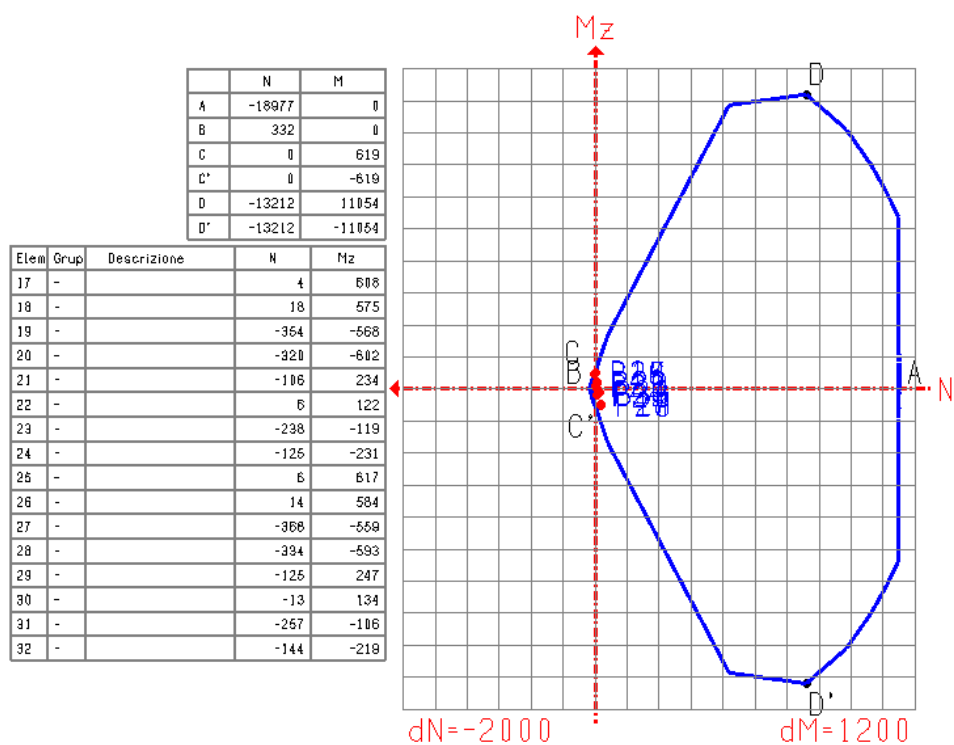


Figura 63 Corpo Nord - Parete semplice S9: Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

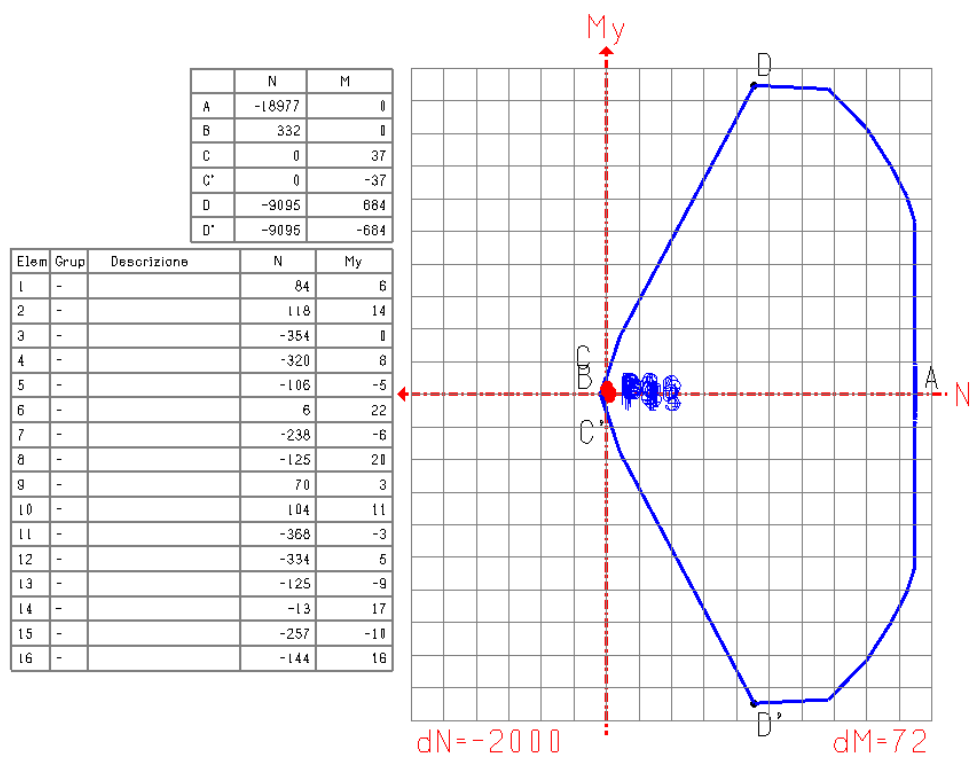
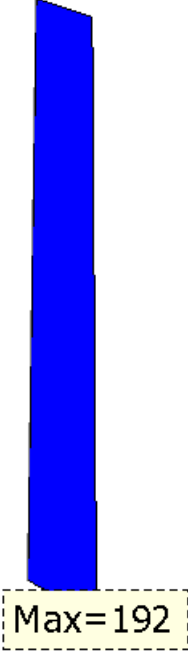
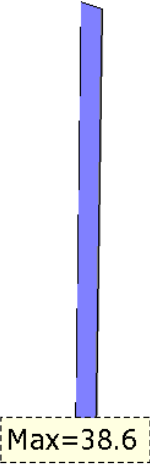


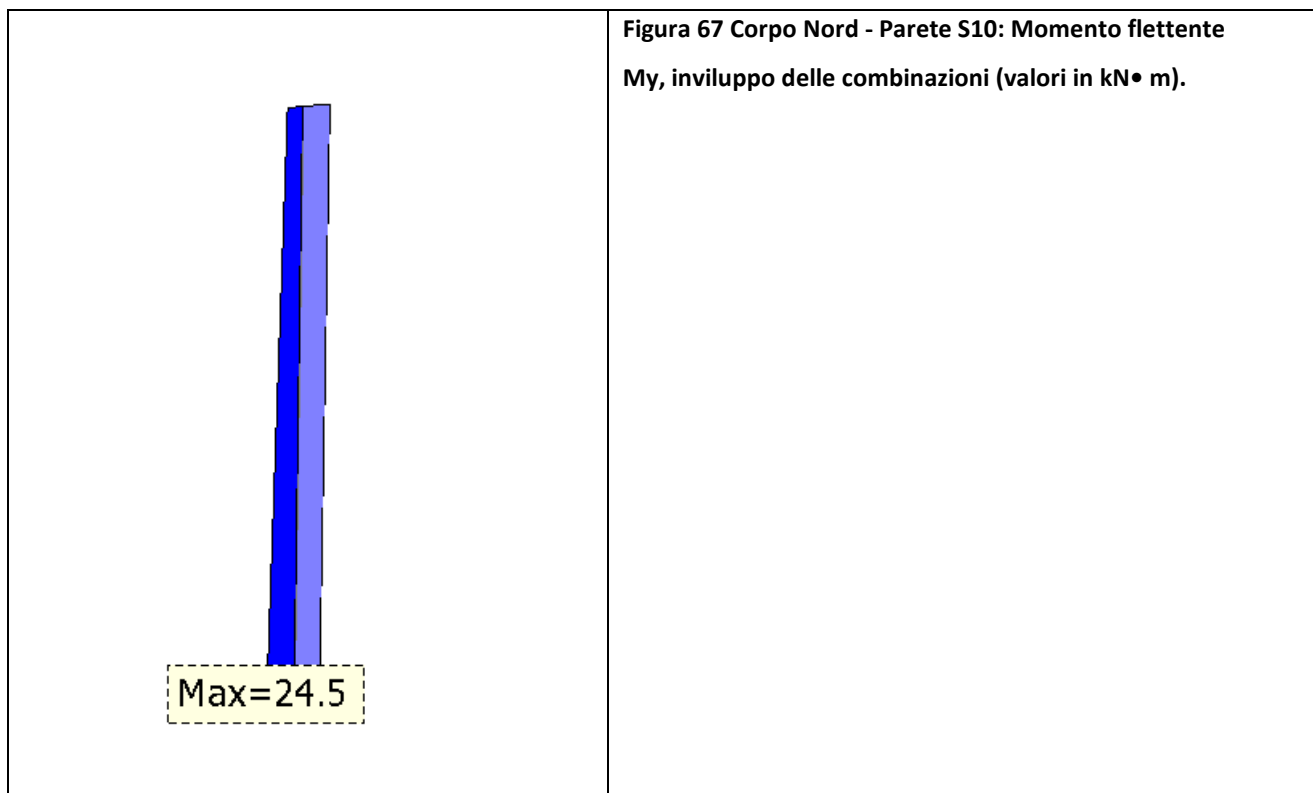
Figura 64 Corpo Nord – Parete semplice S9: Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S10

Dimensioni: 20 x 180 cm, armate con 5+ 5 Φ 10

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=192</p>	<p>Figura 65 Corpo Nord – Parete S10 : Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=38.6</p>	<p>Figura 66 Corpo Nord - Parete S10: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>



Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S10 è il seguente

Parete num. 10 Descrizione: Parete semplice n. 10
Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 456.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		kN		kN * m	
1	2	-143.775	2.445	-11.404	-8.014
1	3	-135.319	3.162	-9.992	11.387
1	4	-64.145	32.165	22.256	140.746
1	5	-55.660	37.772	23.670	160.169
1	6	-124.945	3.629	-1.026	23.012
1	7	-96.774	22.283	3.681	87.686
1	8	-101.051	14.009	9.073	67.651
1	9	-72.882	32.682	13.781	132.316
1	10	-148.102	4.995	-12.698	-16.470
1	11	-139.647	0.601	-11.285	2.931
1	12	-68.465	29.635	20.965	132.298
1	13	-60.034	35.221	22.376	151.684
1	14	-130.901	0.113	-2.808	11.369
1	15	-102.737	18.772	1.899	76.043
1	16	-107.023	10.497	7.290	56.003
1	17	-78.847	29.154	11.997	120.664
0	2	-187.257	3.318	22.007	7.413
0	3	-178.814	4.033	20.841	3.476
0	4	-107.624	31.310	-23.396	27.715
0	5	-99.177	38.648	-24.557	23.775
0	6	-168.431	0.713	7.244	18.964
0	7	-140.258	25.201	3.366	5.856
0	8	-144.541	11.103	-6.377	25.060
0	9	-116.362	35.588	-10.254	11.934
0	10	-191.587	5.866	23.213	8.164
0	11	-183.137	1.475	22.055	4.232
0	12	-111.956	28.753	-22.183	28.465
0	13	-103.498	36.103	-23.346	24.532
0	14	-174.401	2.802	8.911	20.005
0	15	-146.213	21.687	5.034	6.889
0	16	-150.498	7.583	-4.709	26.092
0	17	-122.319	32.069	-8.586	12.982

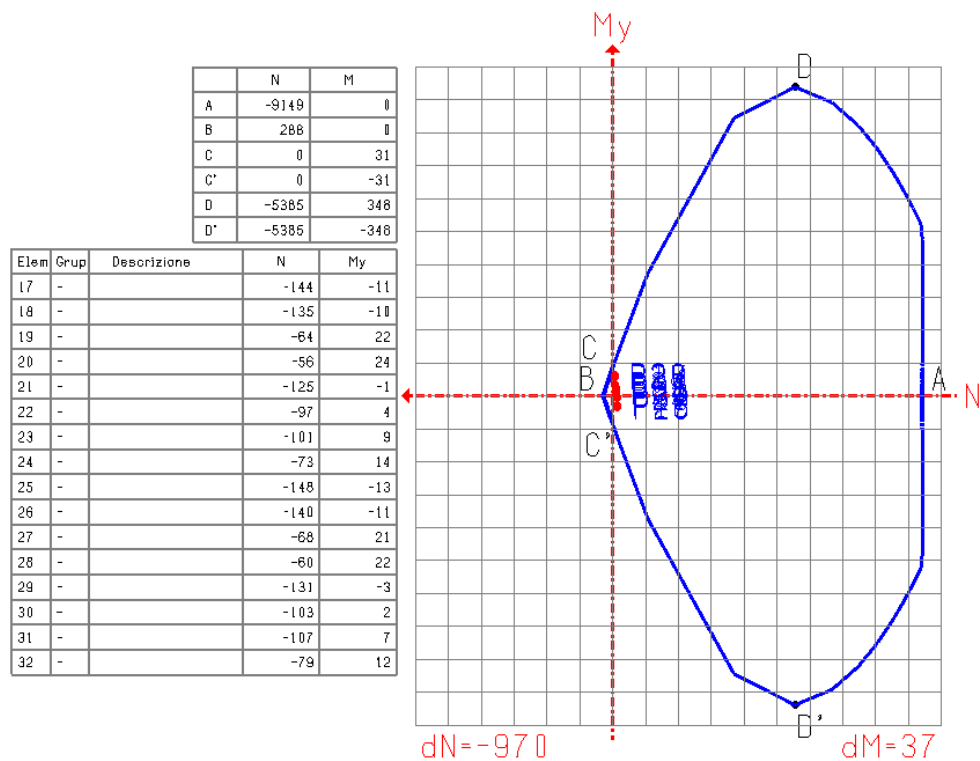


Figura 68 Corpo Nord - Pareti S10: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $kN \cdot m$).

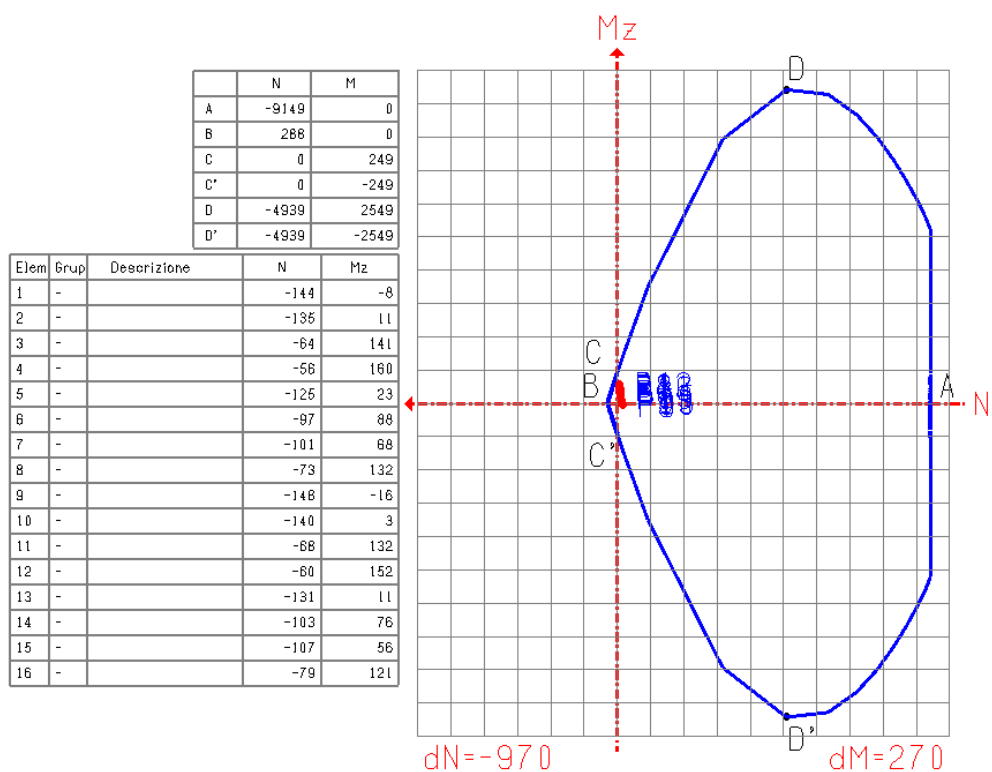


Figura 69 Corpo Nord - Parete semplice S10: Dominio sforzo normale - momento flettente M_z

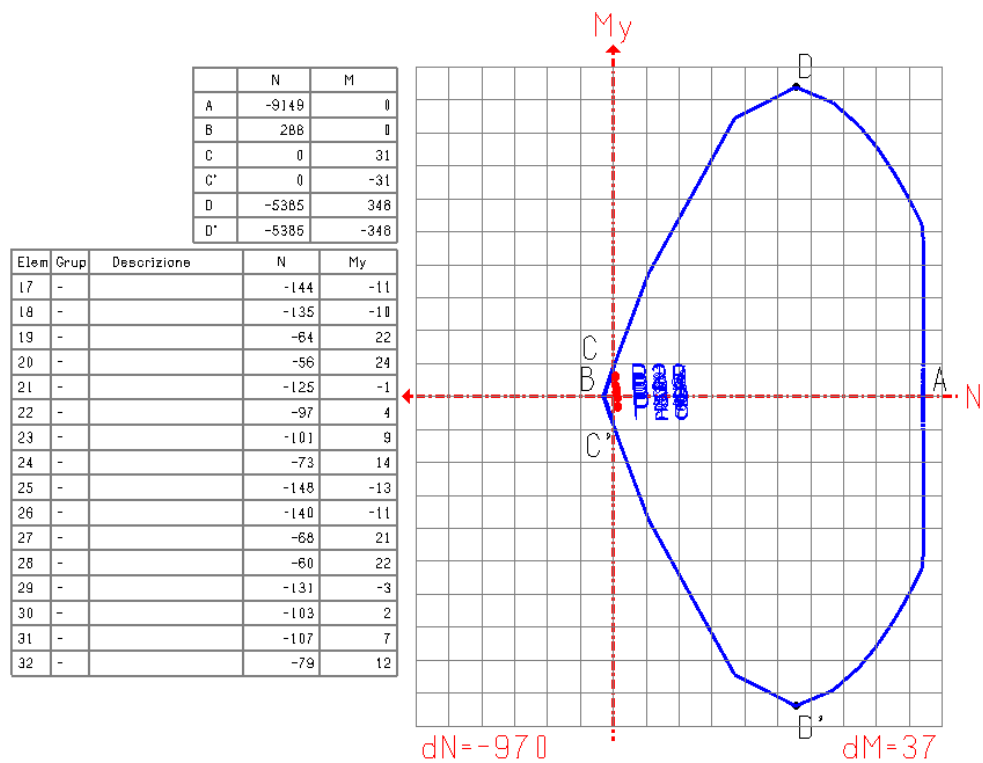




Figura 70 Corpo Nord – Parete semplice S10: Dominio sforzo normale - momento flettente M_y

6.1.1.4.3 VERIFICA A TAGLIO

La verifica a taglio che ci interessa può essere eseguita con riferimento a una sezione bxd pari a 24x100 cm (di lunghezza unitaria quindi). Sulla base del taglio ultimo per unità di lunghezza si verifica quali pareti sono eventualmente fuori norma.

Spessore elementi bidimensionali	
	spessore 0.2
	spessore 0.24

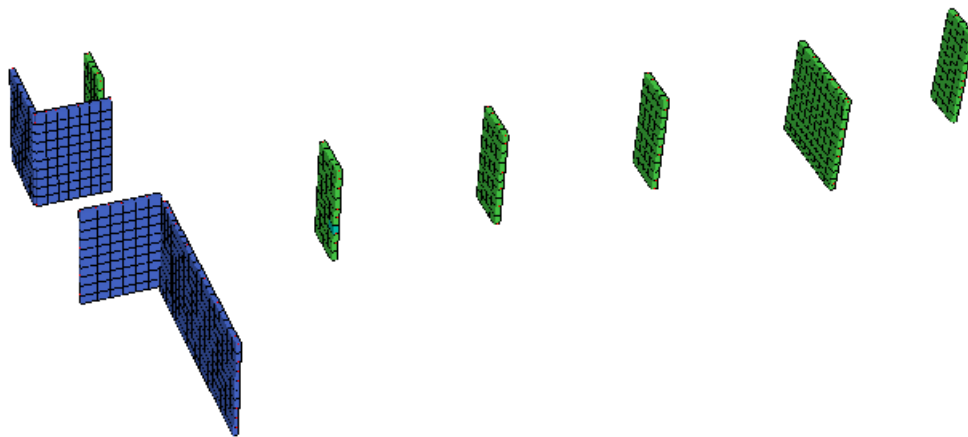


Figura 71 Corpo Nord - Spessori modellati delle pareti

SEZIONE TIPO 24 X 100

VERIFICA S.L.U (modalità verifica)

Unita' di misura delle forze: kN

Unita' di misura delle lunghezze: cm

Tensioni espresse in: N/mm²

Tensione di calcolo a compressione

calcestruzzo per taglio e torsione: -17.0

Tensione di calcolo per l'armatura

trasversale per taglio e torsione: 318.8

RISULTATI VERIFICA A TAGLIO

Verifica senza armatura trasversale

Taglio res. ultimo (VRd): 79.172

Verifica delle bielle compresse

Taglio resistente ultimo (VRcd): 890.460

ctg(Theta): 1.00

Verifica con armatura trasversale

Taglio attribuito all'armatura (VRsd): 157.135

Armatura trasversale per unita' di

lunghezza (Asw,cm²/m): 5.65

Staffe a 2 braccia: ø6/10.0cm

Sollecitazioni di taglio risultanti dall'analisi

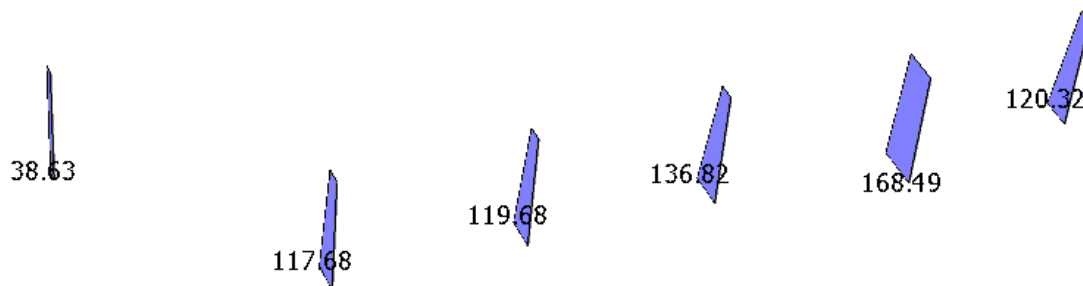


Figura 72 Corpo Nord - Pareti di spessore 24 cm: taglio sollecitante.

Le pareti 1, 3, 4, 5, 10 sono lunghe 180 cm, la parete 2: 410 cm

Le pareti 1, 3, 4, 5, 10 sono sollecitate da un taglio massimo di 136 kN, ovvero $75 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATE**

La parete 2 è sollecitata da un taglio di 168 kN, ovvero $41 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

SEZIONE TIPO 20 X 100

Sollecitazioni di taglio risultanti dall'analisi

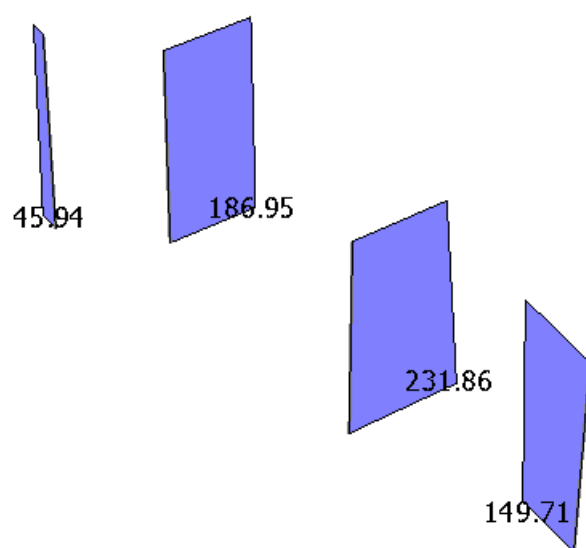


Figura 73 Corpo Nord - Pareti di spessore 20 cm: taglio sollecitante.

V_{Rd} si riduce in proporzione alla nuova base di 20 cm, quindi $V_{Rd} = 66 \text{ kN}$

V_{RSd} resta invariata

La parete 6 è lunga 820 cm; è sollecitata da un taglio di 149 kN, ovvero $18.3 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

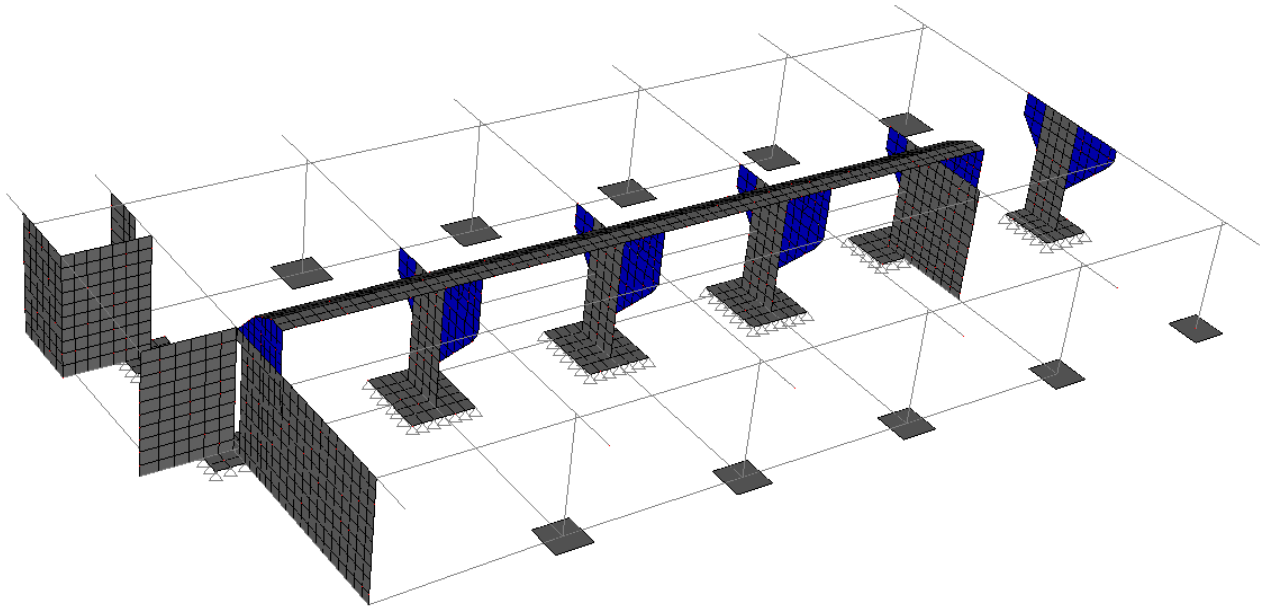
La parete 7 è lunga 295 cm; è sollecitata da un taglio di 46 kN, ovvero $15.5 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

La parete 8 è lunga 320 cm; è sollecitata da un taglio massimo di 187 kN, ovvero $59 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

La parete 9 è lunga 320 cm; è sollecitata da un taglio massimo di 231 kN, ovvero $72 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

6.1.1.5 MENSOLE TOZZE

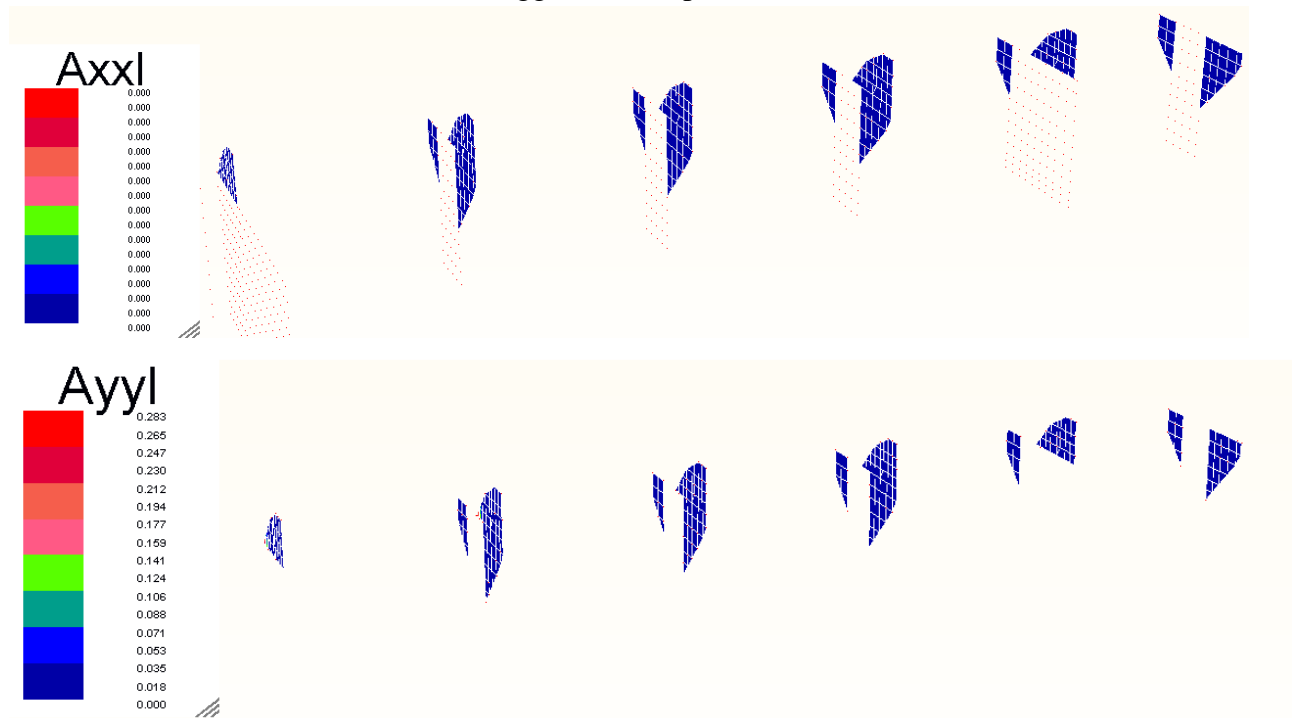
Eseguiamo la verifica delle mensole tozze qui rappresentate in blu:



applicando, nel calcolo, l'armatura riscontrata nei disegni strutturali, ovvero:

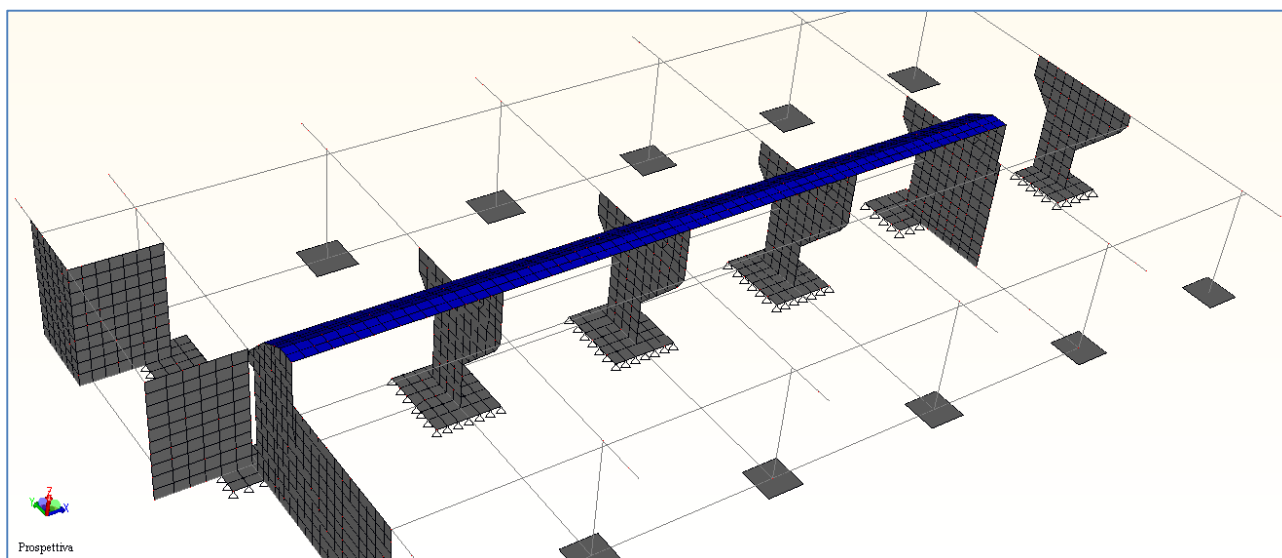
- l'armatura orizzontale 1 Φ 6/10
- armatura diagonale a 45° 1 Φ 12/40

I risultati del calcolo sono favorevoli, infatti dalla rappresentazione grafica si evince che per tali mensole non necessita armatura aggiuntiva rispetto all'armatura di base definita in Tabella.



6.1.1.6 SOLETTA DI COPERTURA

Eseguiamo la verifica della soletta di copertura qui rappresentate in blu.



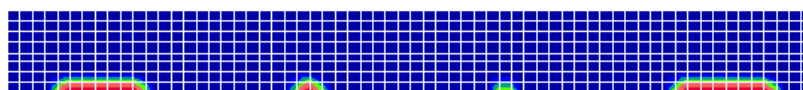
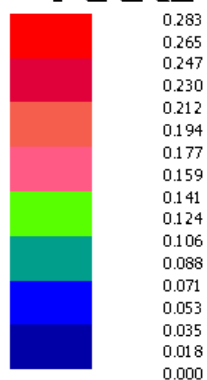
È stata posta in opera un'armatura, superiore e inferiore, formata da una rete Φ 6/20x20.

Assegnando questa tabella d'armatura al programma di calcolo...

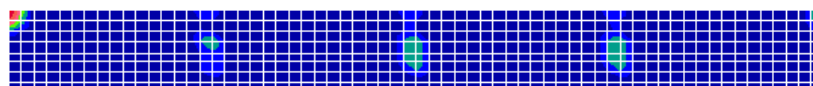
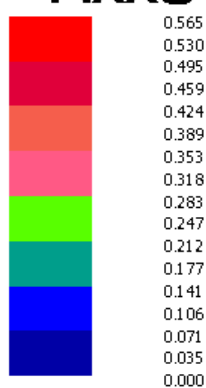
Armatura superiore base					
\emptyset base xx:	6	[mm]	Passo:	20	[cm]
\emptyset base yy:	6	[mm]	Passo:	20	[cm]
Armatura inferiore base					
\emptyset base xx:	6	[mm]	Passo:	20	[cm]
\emptyset base yy:	6	[mm]	Passo:	20	[cm]
Armatura aggiuntiva					
\emptyset agg. xx:	6	[mm]	Passo:	20	[cm]
\emptyset agg. yy:	6	[mm]	Passo:	20	[cm]

I risultati della verifica evidenziano qualche punto in cui l'armatura ipotizzata risulterebbe non sufficiente. In effetti si tratta di integrazioni minime, posizionate agli appoggi strutturali. Dall'analisi dei disegni si nota una presenza aggiuntiva di 2 Φ 16 superiori e 2 Φ 12 inferiori, che coprono adeguatamente le necessità riscontrate.

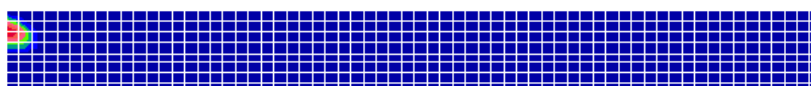
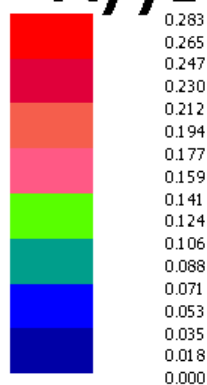
AxxI



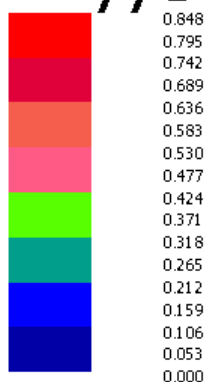
AxxS



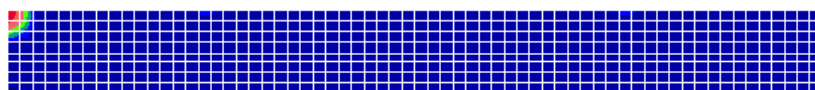
AyyI



AyyS



0.848
0.795
0.742
0.689
0.636
0.583
0.530
0.477
0.424
0.371
0.318
0.265
0.212
0.159
0.106
0.053
0.000



6.1.2 CORPO CENTRALE – SCUOLA PRIMARIA

Tutte le verifiche sono state eseguite con fattore di confidenza $FC = 1,2$.

6.1.2.1 MATERIALI

In relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati in questo corpo le tensioni di calcolo sono le seguenti:

Per le travi

- R_{cm} : 32.00 N/mm^2
- f_{ym} : 440.0 N/mm^2
- fatt. confidenza: $FC = 1,2$

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -22.13 N/mm^2
 - f_{ydm} : 366.7 N/mm^2

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -14.75 N/mm^2
 - f_{ydm} : 318.8 N/mm^2

Per le strutture in elevazione (pilastri e pareti)

- R_{cm} : 36.00 N/mm^2
- f_{ym} : 440.0 N/mm^2
- fatt. confidenza: $FC = 1,2$

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -24.9 N/mm^2
 - f_{ydm} : 366.7 N/mm^2

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -16.6 N/mm^2
 - f_{ydm} : 318.8 N/mm^2

6.1.2.2 INDICATORI DI RISCHIO

La struttura in esame è stata valutata capace di sostenere un'azione sismica definita per un tempo di ritorno pari a 30 anni, in sintesi, riportiamo nella tabella qui di seguito gli indicatori di rischio in termini di tempo di ritorno e di accelerazione al suolo (evidenziati):

T_{rC}	a_g/g	F_0	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
30	0,035	2,595	0,222	1,500	1,725	0,383	0,128	1,74	0,053	27%	27%

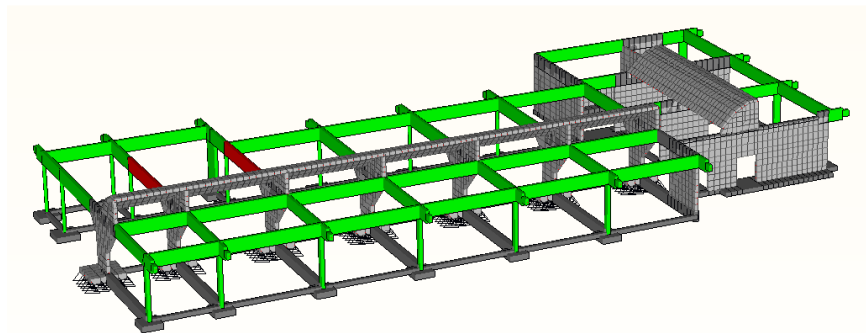
Il collo di bottiglia per la valutazione sismica di questa struttura è costituito dalle pareti in c.a., che verranno illustrate nel relativo paragrafo qui di seguito.

6.1.2.3 TRAVI E PILASTRI

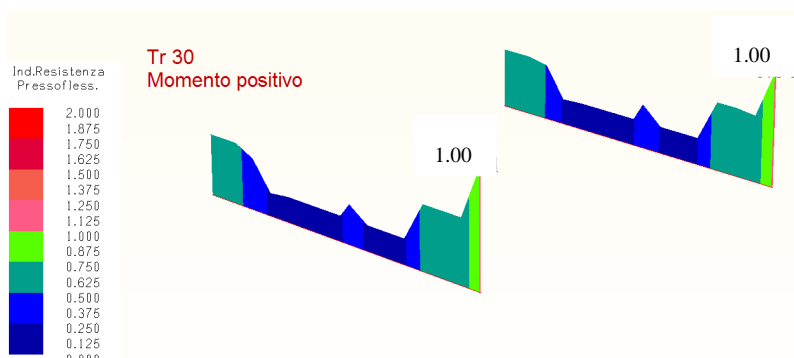
L'azione sismica relativa al T_{rC} di 30 anni risulta essere già un limite per la struttura in quanto corrisponde all'innescio sulla struttura in esame di alcuni meccanismi duttili su un paio di travi a causa della poca armatura inferiore presente in corrispondenza dell'appoggio sui setti centrali ad Y.

6.1.2.3.1 MECCANISMI DUTTILI

Le travi che portano alla formazione dei meccanismi duttili con T_r di 30 anni sono evidenziate in rosso nella seguente figura.



L'indice di resistenza a presso flessione più alto è $IR = 1,04$ nella sola sezione di estremità delle travi.



Lavoro: **Corpo Centrale sism equiv** Intestazione lavoro: **Terzo Verifica scuola**
 Elemento: **TRAVE** Gruppo: **3** Tabella: **Tabella travi**
 Descrizione: **Travi corpo A**
 Rcm: **32.00** N/mm² fym: **440.0** N/mm² fatt. confidenza: **1.20**
 Tensioni di calcolo: fcdm: **-22.13** N/mm² fydm: **366.7** N/mm²
 Coefficienti parziali di sicurezza dei materiali: γ_c : **1.50** γ_s : **1.15** α_{cc} : **1.00**

ASTA NUM. 120 NI 4049 NF 4043 SEZ. Rp B= 0.240 H= 0.960 (trave)

categoria: p.p. y Altro Permanente Neve qy tot.
 qy medio: 5.65 2.92 17.43 7.02 33.03 kN/m

Copriferro sup.: 3.0 cm, copriferro inf.: 3.0 cm, copriferro lat: 3.0 cm

NC	x	Fx	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	Mz.Res.	I.R.	Note
	cm	kN	kN*m	cmq				kN*m	Fx,M	
2	0	-0.000	-4.351	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.01	
3	0	-0.000	-13.580	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
4	0	-0.000	71.585	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.95	
5	0	-0.000	64.529	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.86	
6	0	-0.000	72.540	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.96	
7	0	-0.000	-19.780	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.05	
8	0	-0.000	75.777	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	1.00	
9	0	-0.000	-15.560	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.04	
10	0	-0.000	-2.007	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.00	
11	0	-0.000	-11.240	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
12	0	-0.000	73.381	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.97	
13	0	-0.000	66.327	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.88	
14	0	-0.000	74.859	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.99	
15	0	-0.000	-16.750	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.04	
16	0	-0.000	78.106	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	1.00	
17	0	-0.000	-12.530	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
2	42	-0.000	74.874	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.47	
3	42	-0.000	68.703	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.43	
4	42	-0.000	84.346	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.53	
5	42	-0.000	78.171	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.49	
6	42	-0.000	85.166	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.53	
7	42	-0.000	64.586	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.41	
8	42	-0.000	87.773	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.55	
9	42	-0.000	67.426	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.42	
10	42	-0.000	76.451	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.48	
11	42	-0.000	70.277	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.44	
12	42	-0.000	85.920	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.54	
13	42	-0.000	79.748	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.50	
14	42	-0.000	87.197	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.55	
15	42	-0.000	66.618	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.42	
16	42	-0.000	89.089	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.56	
17	42	-0.000	69.457	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.44	

ASTA NUM. 122 NI 5363 NF 4355 SEZ. Rp B= 0.240 H= 0.960 (trave)

categoria: p.p. y Altro Permanente Neve qy tot.

qy medio: 5.65 3.45 20.56 8.28 37.94 kN/m

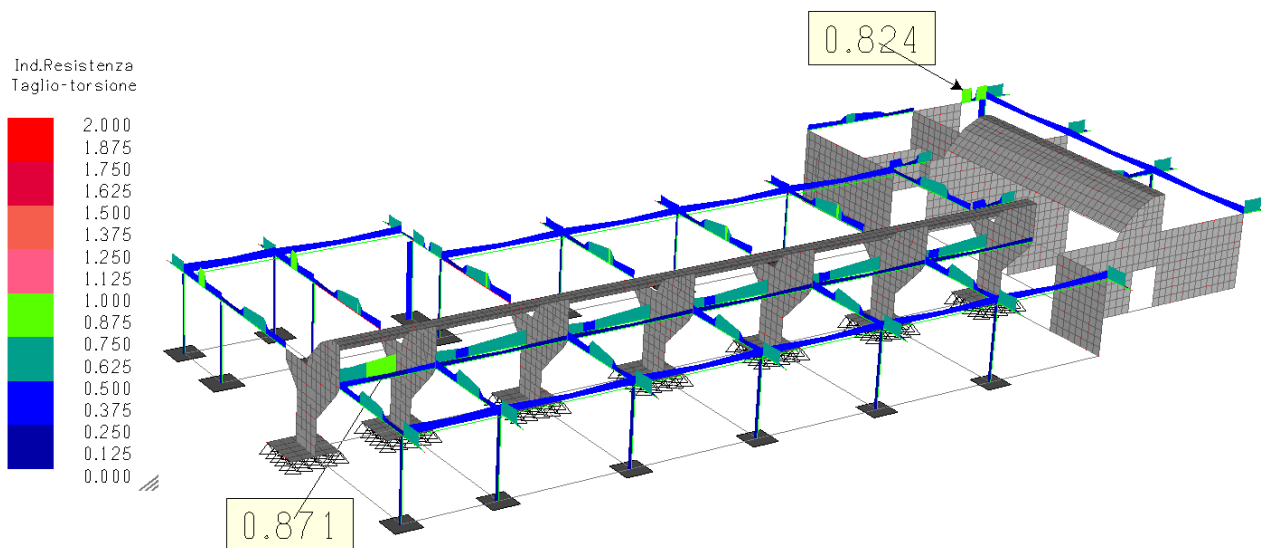
Copriferro sup.: 3.0 cm, copriferro inf.: 3.0 cm, copriferro lat: 3.0 cm

NC	x	Fx	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	Mz.Res.	I.R.	Note
	cm	kN	kN*m	cmq				kN*m	Fx,M	
2	0	-0.000	-13.660	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
3	0	-0.000	-23.220	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.06	
4	0	-0.000	-3.770	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.01	
5	0	-0.000	-13.330	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
6	0	-0.000	74.270	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	0.99	
7	0	-0.000	-31.150	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.08	
8	0	-0.000	76.494	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	1.02	NON Verif.
9	0	-0.000	-28.190	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.07	
10	0	-0.000	-11.910	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
11	0	-0.000	-21.470	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.05	
12	0	-0.000	-2.020	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.01	
13	0	-0.000	-11.580	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.03	
14	0	-0.000	75.925	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	1.01	NON Verif.
15	0	-0.000	-28.910	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.07	
16	0	-0.000	78.139	2.26	2.26	2.26	12.40	75.344	1.04	NON Verif.
17	0	-0.000	-25.950	2.26	2.26	2.26	12.40	402.632	0.06	
2	42	-0.000	81.024	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.51	
3	42	-0.000	75.035	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.47	
4	42	-0.000	87.425	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.55	
5	42	-0.000	81.427	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.51	
6	42	-0.000	90.098	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.57	
7	42	-0.000	-31.150	2.26	2.26	4.80	12.40	404.818	0.08	
8	42	-0.000	92.020	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.58	
9	42	-0.000	72.049	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.45	
10	42	-0.000	82.125	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.52	
11	42	-0.000	76.137	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.48	
12	42	-0.000	88.517	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.56	
13	42	-0.000	82.528	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.52	
14	42	-0.000	91.512	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.57	
15	42	-0.000	71.537	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.45	
16	42	-0.000	93.424	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.59	
17	42	-0.000	73.452	2.26	2.26	4.80	12.40	159.314	0.46	

6.1.2.3.2 MECCANISMI FRAGILI

Le verifiche dei meccanismi fragili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte, sia in condizioni solo statiche sia in condizioni sismiche.

Gli indici di resistenza a taglio più alti sono rappresentati qui in figura:



6.1.2.4 PARETI

In questa relazione vengono esaminate solo le combinazioni sismiche perché le situazioni statiche (non sismiche) sono state analizzate in una precedente relazione e sanate con un intervento ad hoc

6.1.2.4.1 PARETI SEMPLICI IN CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE

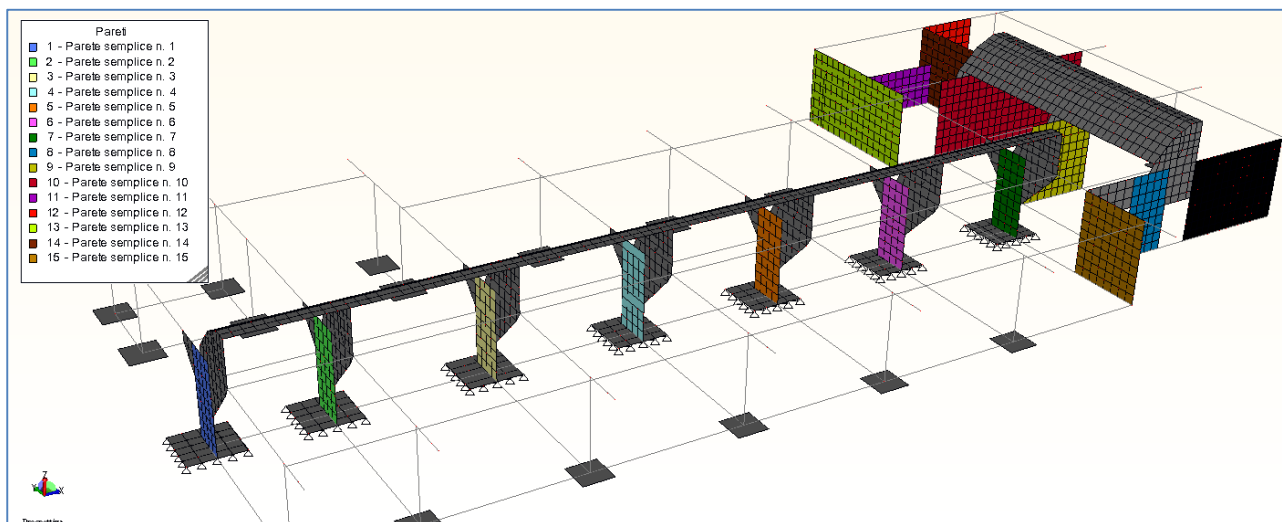


Figura 74 Corpo Centrale - Rappresentazione dei setti presenti.

Non avendo a disposizione i disegni di queste pareti, sono stati adottati per analogia quelle del Corpo Nord, anche perché le due opere sono state realizzate a pochi anni di distanza e dallo stesso progettista.

6.1.2.4.2 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si procede in questo modo. Per ogni parete

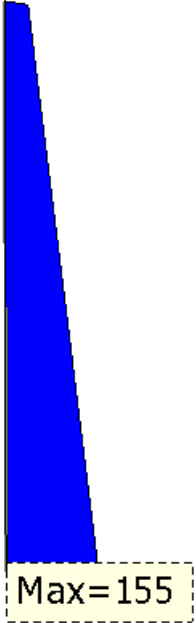
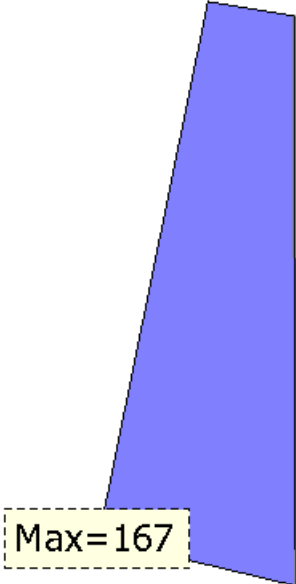
Si procede in questo modo. Per ogni parete:

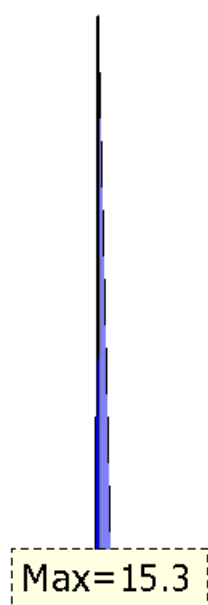
- Si introduce la rappresentazione grafica dei risultati di sforzo normale, taglio, momento flettente fuori piano e nel piano, determinato per involucro delle combinazioni di carico statiche.
- Si riporta il tabulato dei risultati dell'analisi in testa e al piede di ogni parete.
- Si costruisce il dominio di rottura della sezione, si individuano le coppie “sforzo normale – momento flettente” più critiche, si introducono nel modello controllando che ricadano all'interno del dominio.

PARETE SEMPLICE S1

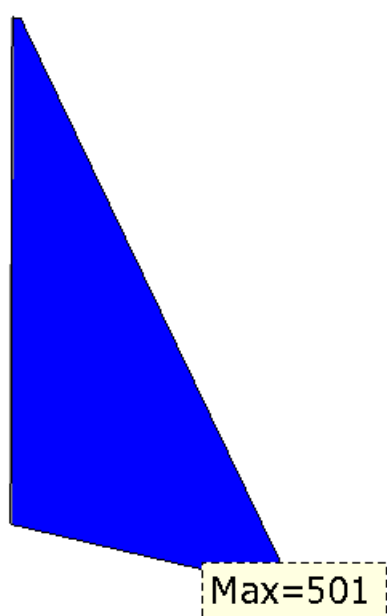
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 75 Corpo Centrale - Parete semplice S1: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 76 Corpo Centrale - Parete semplice S1 : Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 77 Corpo Centrale -
Parete semplice S1 : Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).**



**Figura 78 Corpo Centrale -
Parete semplice S1 Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).**

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S1 è il seguente

Parete num. 1 Descrizione: Parete semplice n. 1

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
O	C.	-----		-----	
s		kN		kN * m	

1	2	-19.118	36.998	0.151	-13.312
1	3	-12.761	26.019	0.201	-13.890
1	4	-32.018	58.385	-0.635	-12.045
1	5	-25.676	47.410	-0.585	-12.632
1	6	-30.873	56.780	-0.176	-12.208
1	7	-9.696	20.183	-0.010	-14.150
1	8	-34.739	63.223	-0.411	-11.826
1	9	-13.565	26.600	-0.245	-13.768
1	10	-20.289	40.391	0.135	-13.184
1	11	-13.942	29.415	0.185	-13.771
1	12	-33.207	61.776	-0.651	-11.926
1	13	-26.857	50.817	-0.601	-12.512
1	14	-32.401	61.204	-0.205	-12.048
1	15	-11.225	24.603	-0.039	-13.989
1	16	-36.283	67.630	-0.441	-11.673
1	17	-15.093	31.022	-0.274	-13.607

0	2	-95.925	52.820	-4.542	-280.232
0	3	-74.671	9.937	-4.987	-198.006
0	4	-138.035	128.282	15.241	-428.698
0	5	-116.737	85.396	14.796	-346.462
0	6	-134.427	127.310	2.854	-424.310
0	7	-63.720	15.649	1.369	-150.334
0	8	-147.074	149.947	8.788	-468.849
0	9	-76.399	6.989	7.304	-194.954
0	10	-101.995	65.815	-4.451	-304.819
0	11	-80.849	22.928	-4.896	-222.666
0	12	-144.104	141.275	15.332	-453.285
0	13	-122.915	98.388	14.887	-371.122
0	14	-142.387	144.212	3.041	-456.393
0	15	-71.744	1.264	1.556	-182.413
0	16	-155.034	166.860	8.975	-500.932
0	17	-84.283	23.900	7.491	-226.972

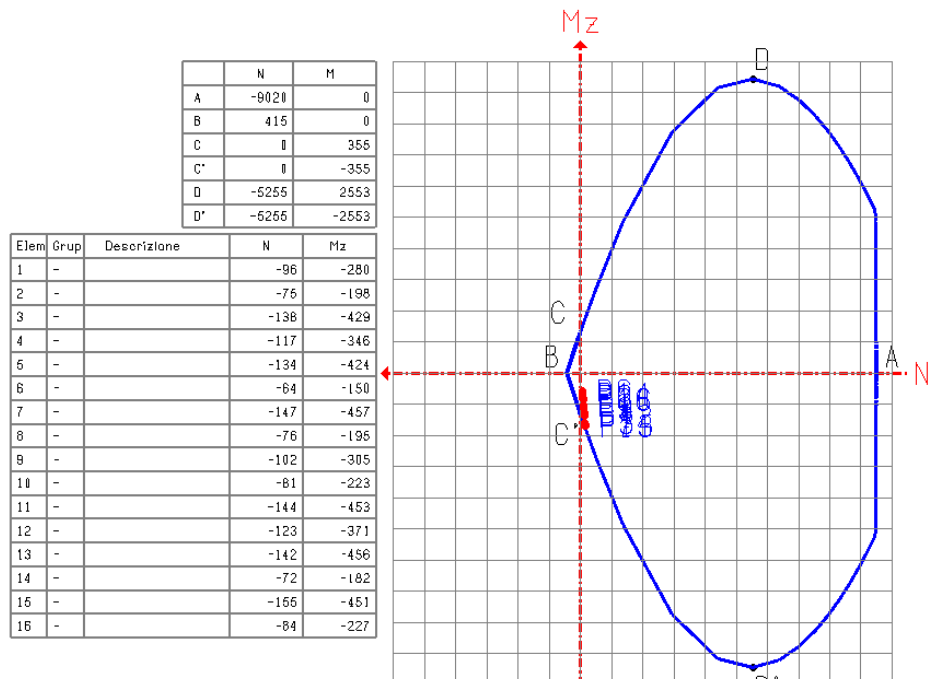


Figura 79 Corpo Centrale - Parete semplice S1 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

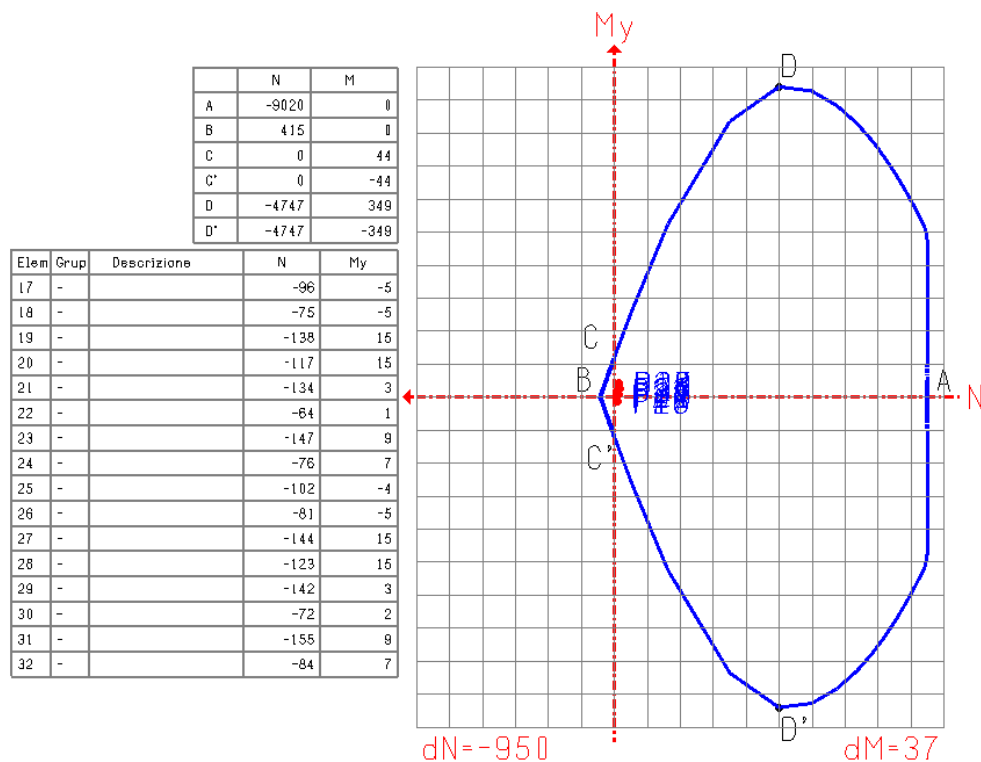
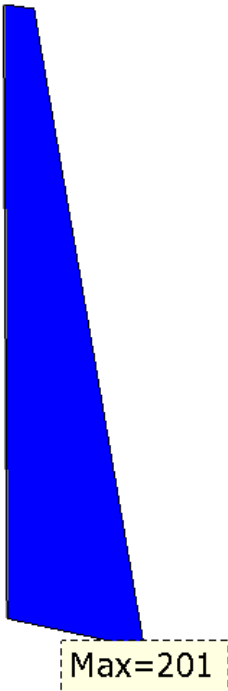
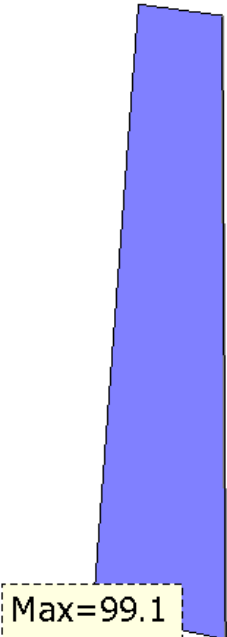


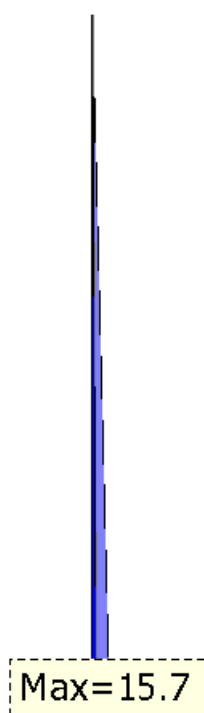
Figura 80 Corpo Centrale - Parete semplice i S1 - Dominio sforzo normale -- momento flettente My

PARETE SEMPLICE S2

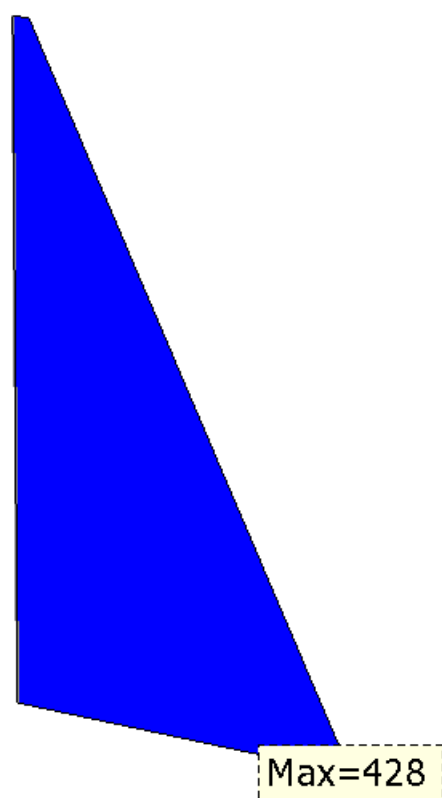
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=201</p>	<p>Figura 81 Corpo Centrale - Pareti semplici S2: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=99.1</p>	<p>Figura 82 Corpo Centrale - Parete semplice S2: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 83 Corpo Centrale -
Pareti semplici S2: Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**



**Figura 84 Corpo Centrale -
Parete semplice S2: Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S2 è il seguente

Parete num. 2 Descrizione: Parete semplice n. 2

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		kN		kN * m	
1	2	-26.586	31.686	-0.050	-18.454
1	3	-18.129	21.277	0.001	-19.231
1	4	-33.031	48.450	-0.479	-17.749
1	5	-24.574	38.049	-0.429	-18.526
1	6	-38.551	49.280	-0.252	-17.318
1	7	-10.355	14.591	-0.084	-19.905
1	8	-40.492	54.302	-0.381	-17.110
1	9	-12.293	19.622	-0.213	-19.696
1	10	-27.642	34.490	-0.065	-18.331
1	11	-19.183	24.079	-0.015	-19.108
1	12	-34.087	51.246	-0.495	-17.625
1	13	-25.628	40.849	-0.445	-18.402
1	14	-39.922	52.920	-0.281	-17.160
1	15	-11.727	18.221	-0.113	-19.747
1	16	-41.862	57.932	-0.410	-16.952
1	17	-13.662	23.251	-0.242	-19.538
0	2	-149.051	4.028	-4.768	-233.399
0	3	-126.736	45.326	-5.224	-154.259
0	4	-179.798	61.488	15.651	-355.733
0	5	-157.539	20.188	15.195	-276.595
0	6	-185.036	65.478	2.862	-365.586
0	7	-110.744	72.173	1.340	-101.720
0	8	-194.151	85.136	8.988	-402.318
0	9	-119.952	52.515	7.466	-138.387
0	10	-154.364	6.775	-4.676	-253.631
0	11	-132.035	34.518	-5.133	-174.500
0	12	-185.015	72.306	15.744	-375.894
0	13	-162.745	31.001	15.286	-296.754
0	14	-191.775	79.488	3.053	-391.821
0	15	-117.616	58.167	1.530	-127.958
0	16	-201.117	99.144	9.179	-428.501
0	17	-126.770	38.512	7.656	-164.589

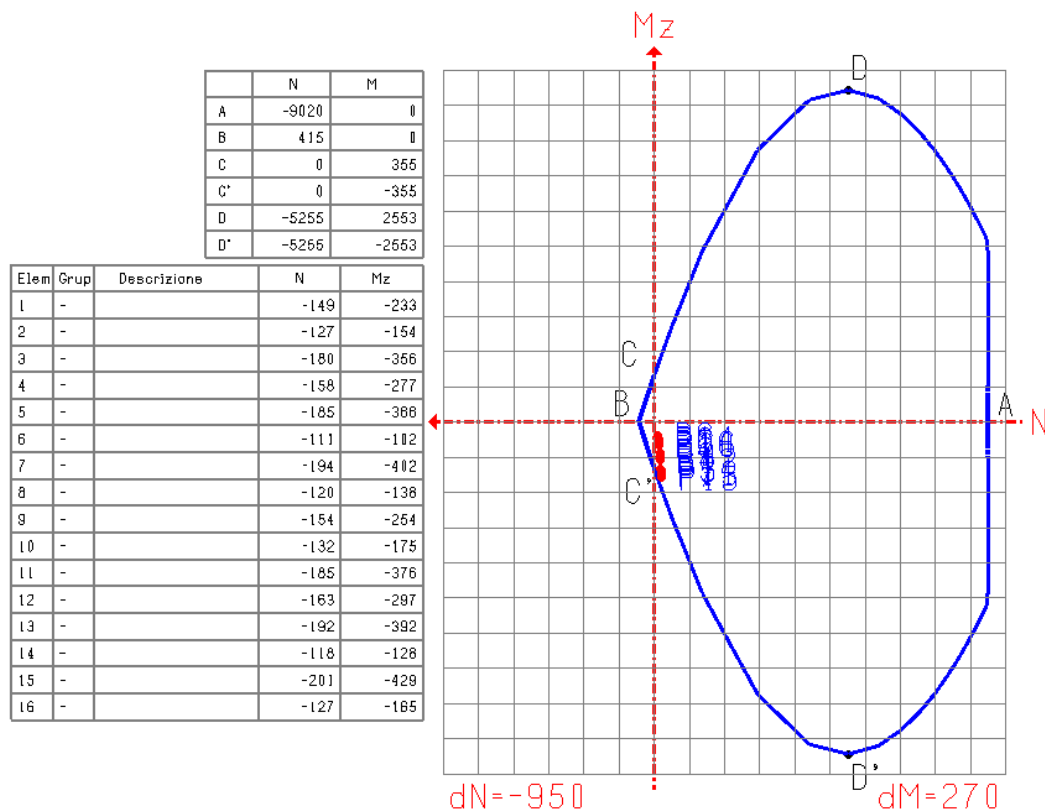


Figura 85 Corpo Centrale - Parete semplice S2 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

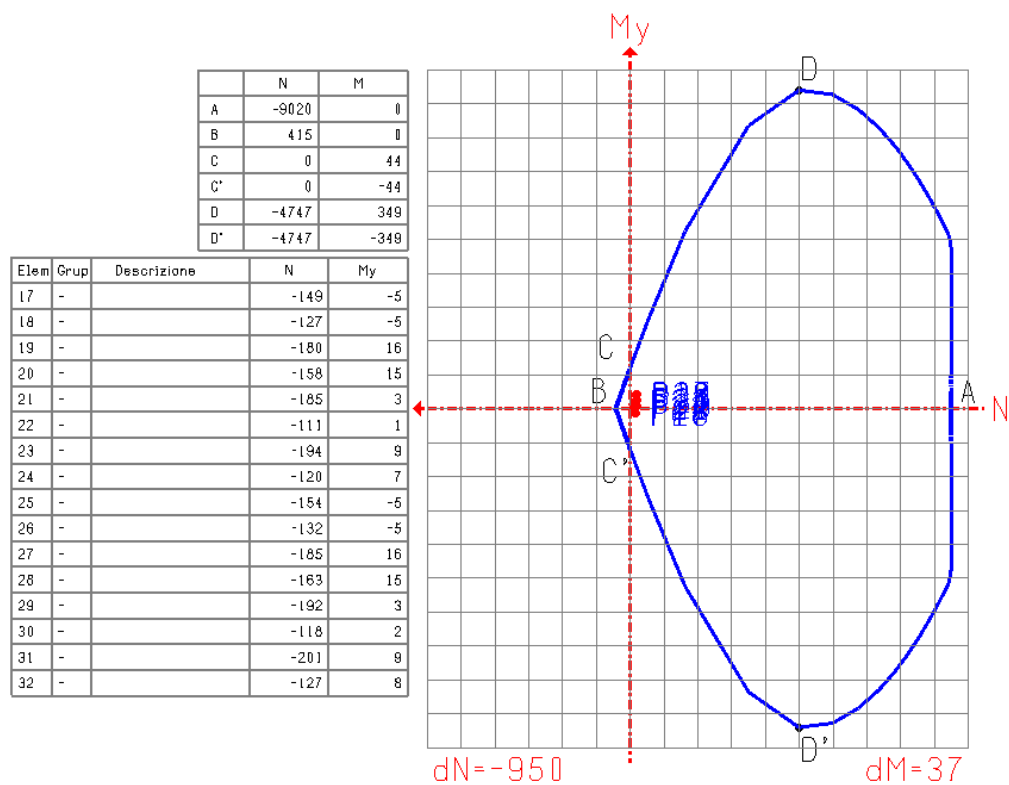
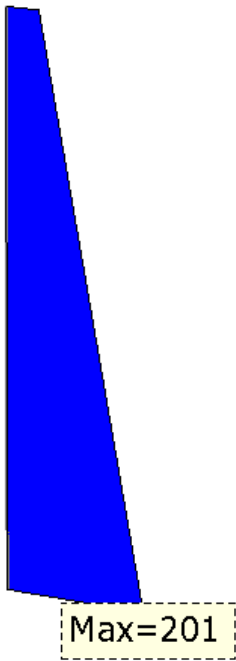
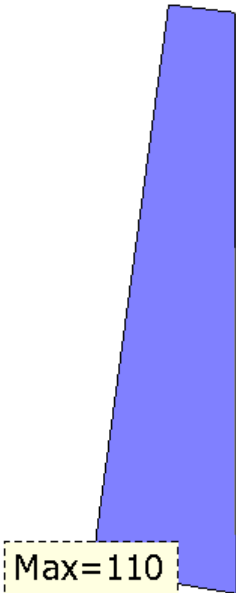


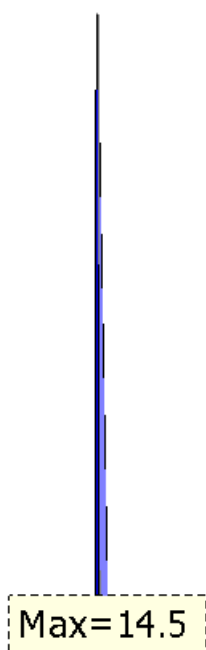
Figura 86 Corpo Centrale - Parete semplici S2 - Dominio sforzo normale -- momento flettente My

PARETE SEMPLICE S3

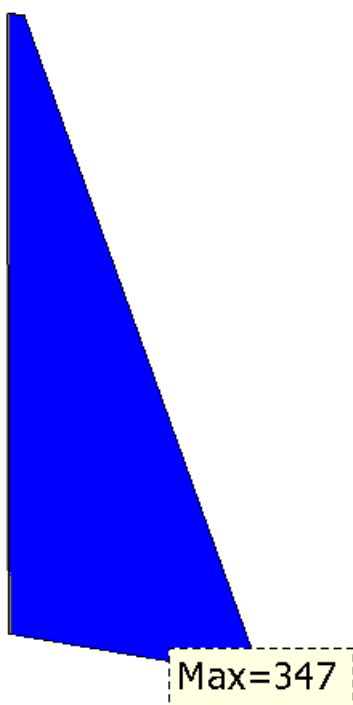
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 87 Corpo Centrale - Pareti semplici S3: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 88 Corpo Centrale - Parete semplice S3: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 89 Corpo Centrale -
Pareti semplici S3: Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**



**Figura 90 Corpo Centrale -
Parete semplice S3: Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S3 è il seguente

Parete num. 3 Descrizione: Parete semplice n. 3

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx		V		My		Mz	
		-----		-----		-----		-----	
		kN				kN * m			

1	2	-31.240		25.825		-0.527		-20.479	
1	3	-21.417		15.951		-0.470		-21.413	
1	4	-34.800		36.999		-1.096		-19.974	
1	5	-24.973		27.119		-1.039		-20.907	
1	6	-43.848		40.982		-0.786		-19.234	
1	7	-11.089		8.071		-0.595		-22.338	
1	8	-44.918		44.329		-0.957		-19.085	
1	9	-12.148		11.421		-0.766		-22.182	
1	10	-32.026		27.754		-0.542		-20.377	
1	11	-22.203		17.879		-0.484		-21.310	
1	12	-35.587		38.928		-1.111		-19.872	
1	13	-25.758		29.048		-1.054		-20.804	
1	14	-44.854		43.448		-0.814		-19.103	
1	15	-12.082		10.540		-0.623		-22.199	
1	16	-45.924		46.793		-0.985		-18.953	
1	17	-13.152		13.890		-0.794		-22.050	
0	2	-157.546		39.502		-5.823		-191.723	
0	3	-135.880		78.592		-6.277		-116.947	
0	4	-178.394		4.608		14.461		-272.680	
0	5	-156.738		34.495		14.008		-197.897	
0	6	-189.550		20.489		1.756		-305.366	
0	7	-117.443		109.847		0.246		-56.135	
0	8	-195.868		33.720		7.841		-329.615	
0	9	-123.689		96.606		6.331		-80.412	
0	10	-161.181		31.979		-5.732		-205.597	
0	11	-139.515		71.068		-6.184		-130.821	
0	12	-182.001		12.141		14.553		-286.585	
0	13	-160.384		26.961		14.100		-211.774	
0	14	-194.194		30.141		1.946		-323.139	
0	15	-122.071		100.181		0.436		-73.884	
0	16	-200.598		43.369		8.030		-347.408	
0	17	-128.332		86.951		6.521		-98.175	

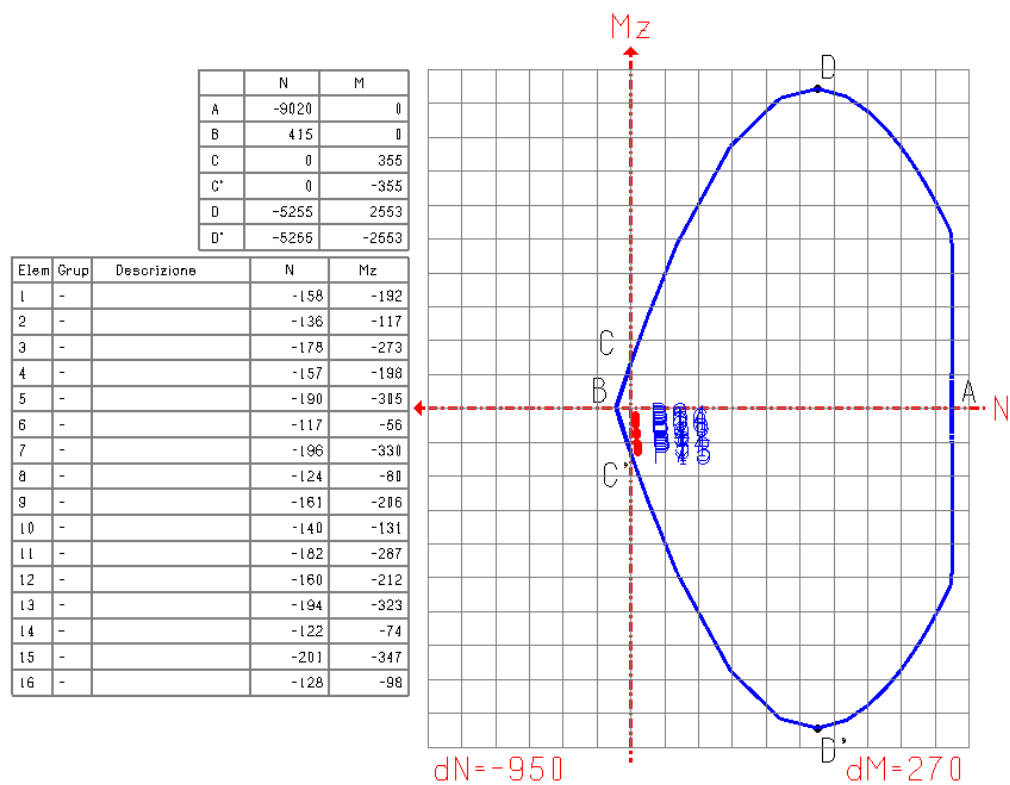


Figura 91 Corpo Centrale - Parete semplice S3 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

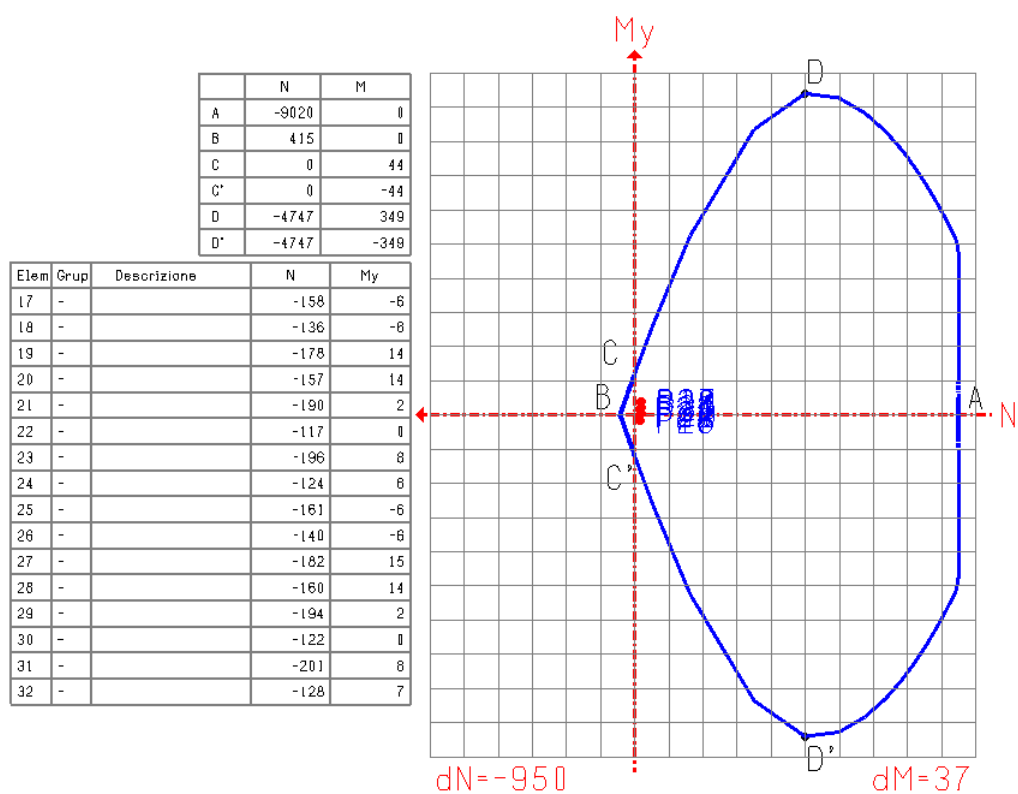


Figura 92 Corpo Centrale - Parete semplice S3 - Dominio sforzo normale -- momento flettente My

PARETE SEMPLICE S4

Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

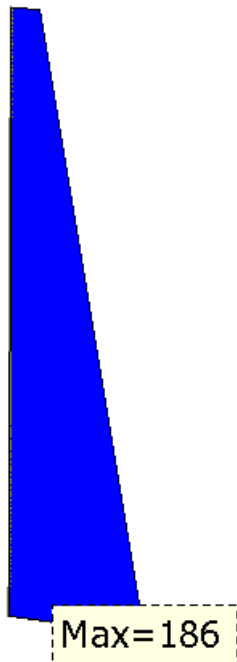


Figura 93 Corpo Centrale - Pareti semplici S4: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).

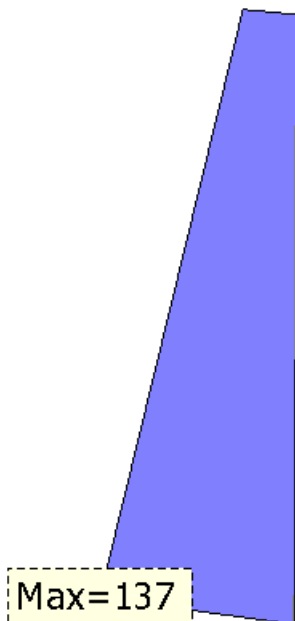
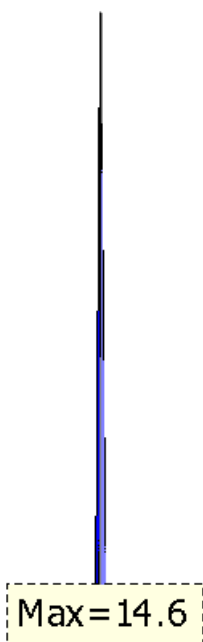
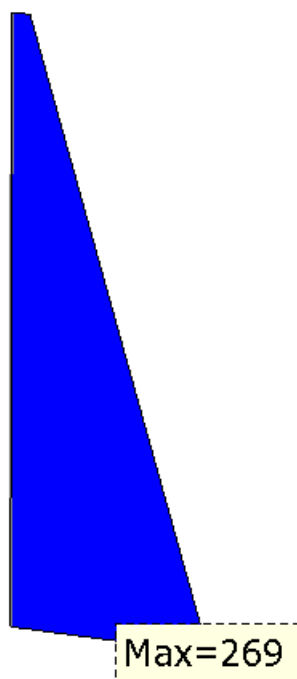


Figura 94 Corpo Centrale - Parete semplice S4: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).



**Figura 95 Corpo Centrale -
Pareti semplici S4: Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**



**Figura 96 Corpo Centrale -
Parete semplice S4: Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S4 è il seguente

Parete num. 4 Descrizione: Parete semplice n. 4

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		-----	-----	-----	-----
		kN		kN * m	

1	2	-24.859	19.984	-0.266	-21.632
1	3	-15.699	10.924	-0.202	-22.370
1	4	-26.725	25.283	-0.826	-21.432
1	5	-17.565	16.223	-0.763	-22.170
1	6	-36.165	32.291	-0.529	-20.709
1	7	-5.626	2.087	-0.317	-23.163
1	8	-36.729	33.887	-0.697	-20.650
1	9	-6.184	3.678	-0.485	-23.104
1	10	-25.211	20.990	-0.280	-21.597
1	11	-16.052	11.929	-0.216	-22.335
1	12	-27.077	26.288	-0.840	-21.397
1	13	-17.918	17.227	-0.776	-22.135
1	14	-36.598	33.536	-0.557	-20.664
1	15	-6.053	3.331	-0.345	-23.119
1	16	-37.150	35.121	-0.725	-20.603
1	17	-6.612	4.920	-0.513	-23.060
0	2	-152.428	67.405	-5.872	-154.194
0	3	-131.450	102.783	-6.326	-84.610
0	4	-162.736	46.815	14.478	-192.742
0	5	-141.714	82.199	14.024	-123.129
0	6	-180.235	19.408	1.731	-247.990
0	7	-110.354	137.300	0.218	-16.067
0	8	-183.333	13.226	7.836	-259.531
0	9	-113.454	131.133	6.323	-27.632
0	10	-154.327	63.515	-5.780	-161.455
0	11	-133.425	98.896	-6.234	-91.922
0	12	-164.624	42.930	14.571	-200.001
0	13	-143.711	78.305	14.116	-130.460
0	14	-182.666	14.583	1.921	-257.076
0	15	-112.795	132.483	0.408	-25.126
0	16	-185.774	8.409	8.027	-268.619
0	17	-115.885	126.306	6.513	-36.687

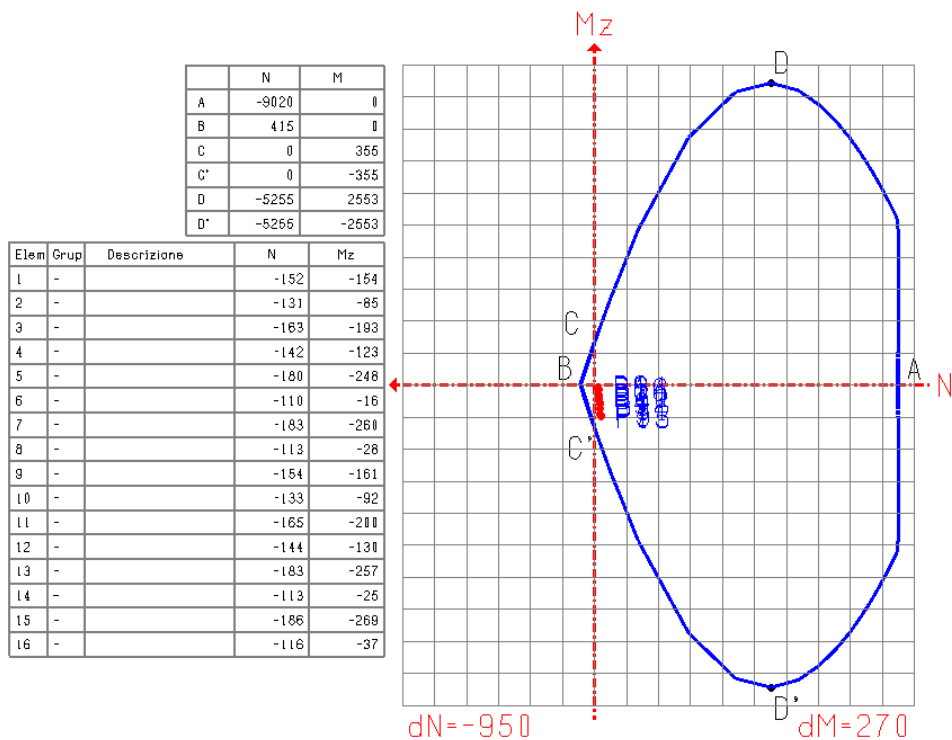


Figura 97 Corpo Centrale - Parete semplice S4 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

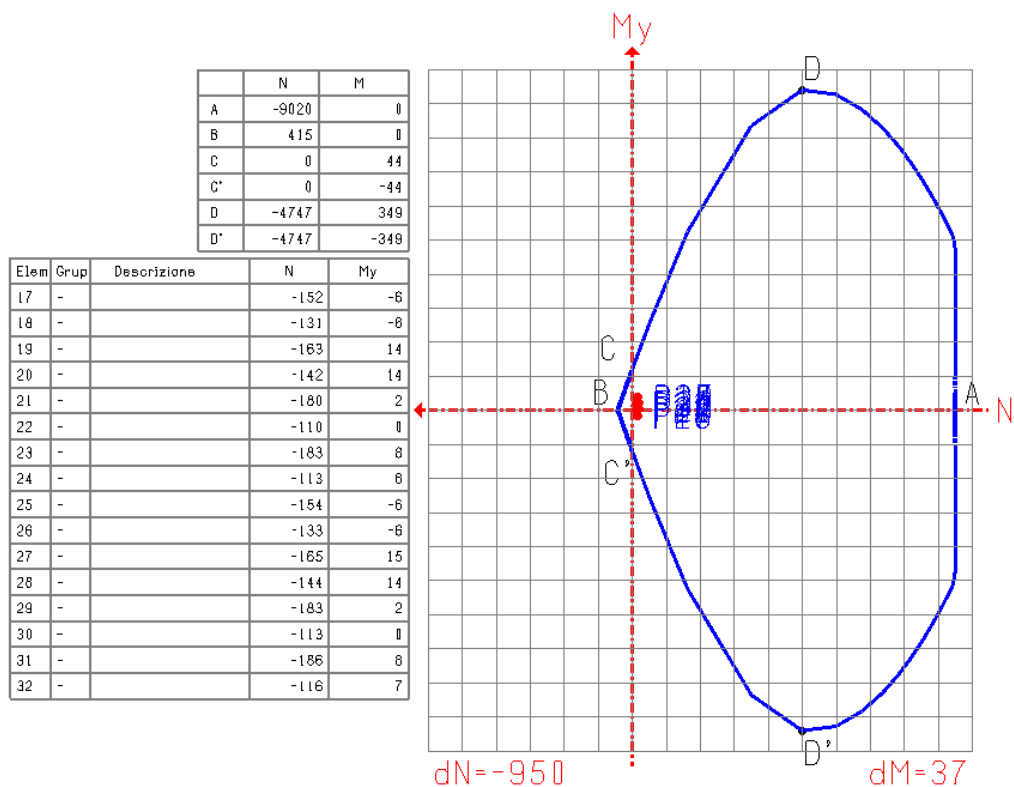
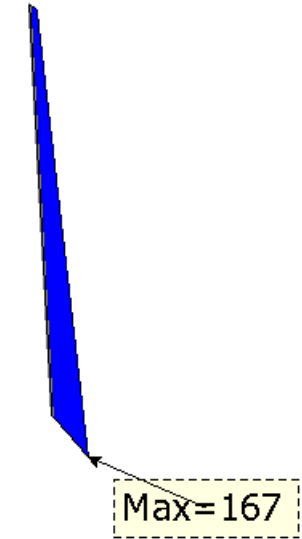
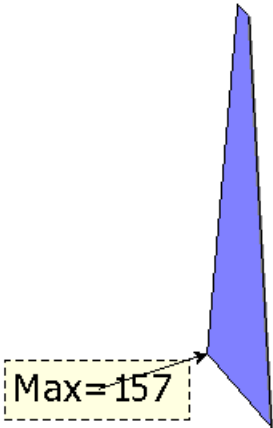


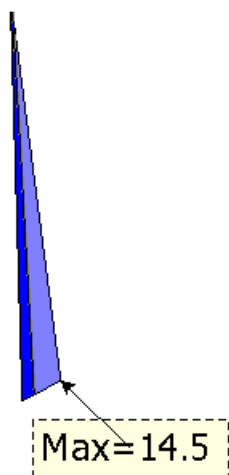
Figura 98 Corpo Centrale - Parete semplice S4 - Dominio sforzo normale -- momento flettente My

PARETE SEMPLICE S5

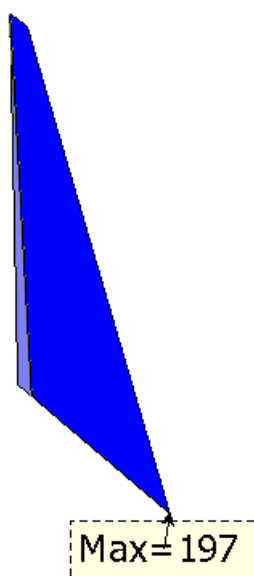
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 99 Corpo Centrale - Pareti semplici S5: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 100 Corpo Centrale - Parete semplice S5: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 101 Corpo Centrale -
Pareti semplici S5: Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**



**Figura 102 Corpo Centrale -
Parete semplice S5: Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S5 è il seguente

Parete num. 5 Descrizione: Parete semplice n. 5

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		kN		kN * m	
1	2	-22.892	15.490	-0.242	-21.857
1	3	-13.913	7.058	-0.176	-22.565
1	4	-23.290	15.071	-0.787	-21.831
1	5	-14.311	6.639	-0.721	-22.539
1	6	-33.496	25.209	-0.504	-21.011
1	7	-3.601	2.902	-0.283	-23.388
1	8	-33.619	25.083	-0.667	-21.004
1	9	-3.725	3.030	-0.446	-23.379
1	10	-22.931	15.610	-0.256	-21.847
1	11	-13.962	7.179	-0.190	-22.563
1	12	-23.328	15.193	-0.800	-21.821
1	13	-14.362	6.759	-0.734	-22.536
1	14	-33.535	25.280	-0.530	-21.012
1	15	-3.635	2.832	-0.309	-23.388
1	16	-33.656	25.153	-0.694	-21.007
1	17	-3.740	2.958	-0.473	-23.379

0	2	-143.607	84.531	-5.989	-122.100
0	3	-123.799	117.396	-6.441	-57.128
0	4	-142.805	86.432	14.376	-118.762
0	5	-123.029	119.275	13.923	-53.813
0	6	-166.495	46.797	1.616	-196.922
0	7	-100.451	156.265	0.110	19.661
0	8	-166.247	47.370	7.726	-195.913
0	9	-100.224	156.837	6.220	20.655
0	10	-143.830	84.089	-5.897	-122.969
0	11	-124.048	116.921	-6.349	-58.005
0	12	-143.026	85.968	14.468	-119.631
0	13	-123.256	118.811	14.016	-54.685
0	14	-166.689	46.524	1.807	-197.466
0	15	-100.591	155.995	0.300	19.153
0	16	-166.431	47.095	7.916	-196.455
0	17	-100.344	156.557	6.410	20.141

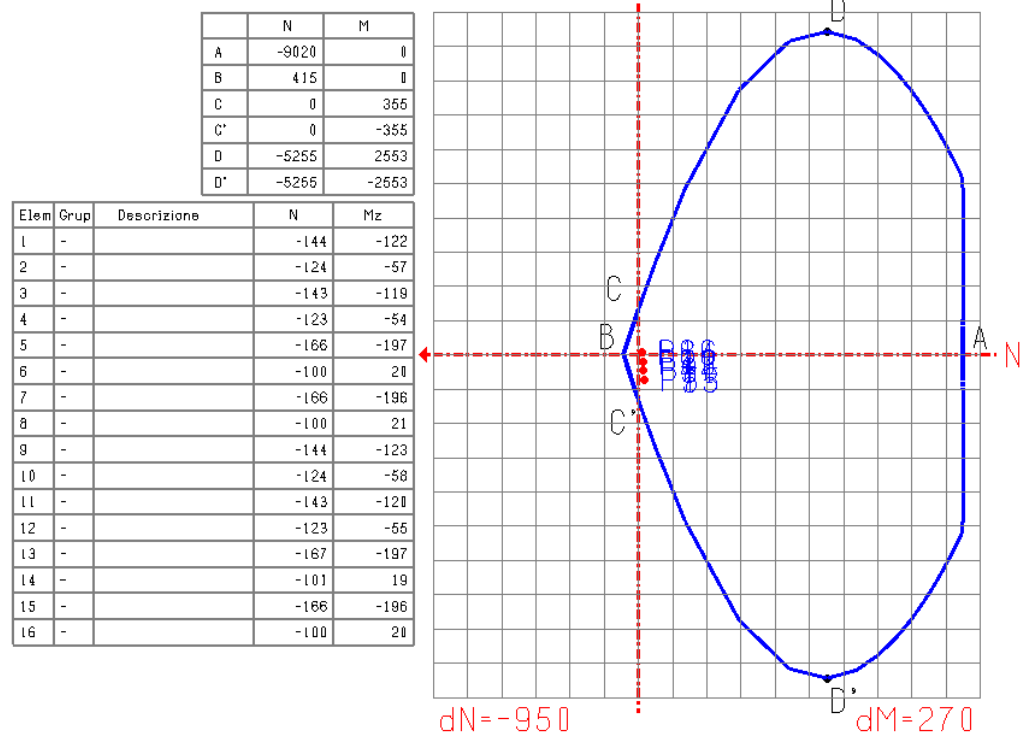


Figura 103 Corpo Centrale - Parete semplice S5 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

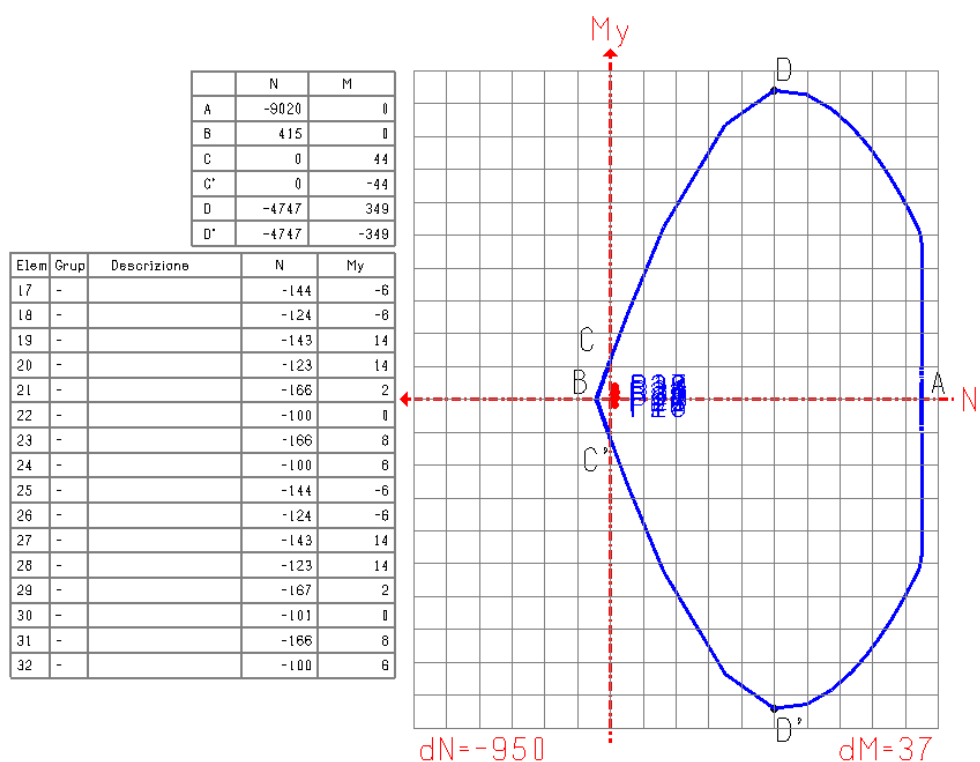
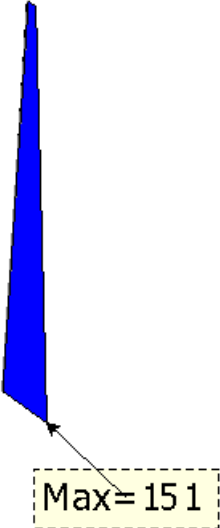
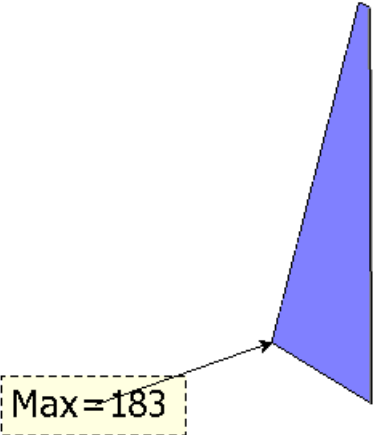


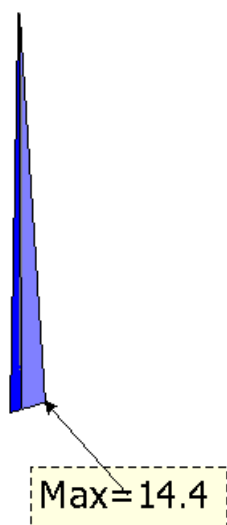
Figura 104 Corpo Centrale - Parete semplice S5 - Dominio sforzo normale -- momento flettente My

PARETE SEMPLICE S6

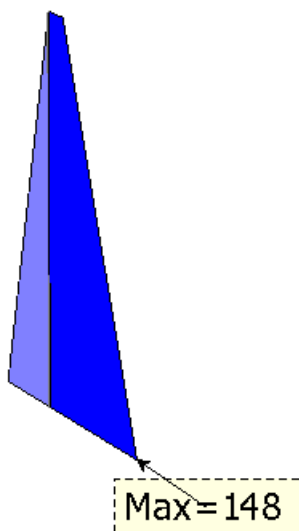
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 105 Corpo Centrale - Pareti semplici S6: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 106 Corpo Centrale - Parete semplice S6: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 107 Corpo Centrale -
Pareti semplici S6: Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**



**Figura 108 Corpo Centrale -
Parete semplice S6: Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S6 è il seguente

Parete num. 6 Descrizione: Parete semplice n. 6

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.	-----	-----	-----	-----
s		kN		kN * m	

1	2	-16.130	11.429	-0.036	-22.226
1	3	-7.841	3.653	0.046	-22.883
1	4	-12.956	5.273	-0.663	-22.510
1	5	-4.670	2.504	-0.581	-23.163
1	6	-24.738	18.517	-0.344	-21.558
1	7	2.887	7.404	-0.071	-23.736
1	8	-23.792	16.669	-0.532	-21.647
1	9	3.824	9.252	-0.259	-23.820
1	10	-15.841	10.661	-0.052	-22.253
1	11	-7.558	2.886	0.030	-22.905
1	12	-12.678	4.506	-0.679	-22.544
1	13	-4.376	3.272	-0.597	-23.193
1	14	-24.350	17.408	-0.374	-21.601
1	15	3.265	8.512	-0.101	-23.773
1	16	-23.393	15.562	-0.562	-21.684
1	17	4.223	10.358	-0.289	-23.856
0	2	-133.535	97.556	-6.032	-91.984
0	3	-115.258	128.390	-6.482	-31.303
0	4	-121.555	121.187	14.313	-47.119
0	5	-103.280	152.010	13.863	13.557
0	6	-151.016	69.186	1.565	-148.335
0	7	-90.083	171.979	0.065	53.944
0	8	-147.344	76.278	7.668	-134.814
0	9	-86.486	179.053	6.169	67.398
0	10	-132.039	100.515	-5.940	-86.411
0	11	-113.767	131.349	-6.390	-25.739
0	12	-120.051	124.135	14.405	-41.550
0	13	-101.779	154.969	13.955	19.124
0	14	-148.839	73.470	1.754	-140.266
0	15	-87.923	176.256	0.255	61.997
0	16	-145.275	80.557	7.858	-126.818
0	17	-84.316	183.341	6.359	75.454

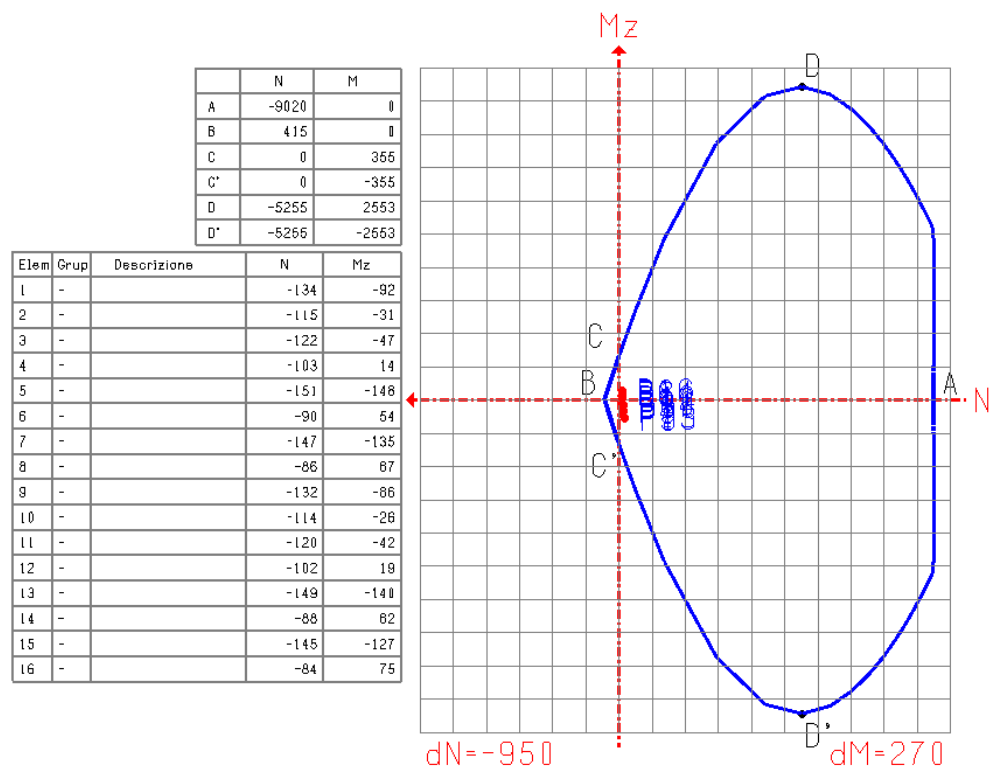


Figura 109 Corpo Centrale - Parete semplice S6 - Dominio sforzo normale - momento flettente M_z

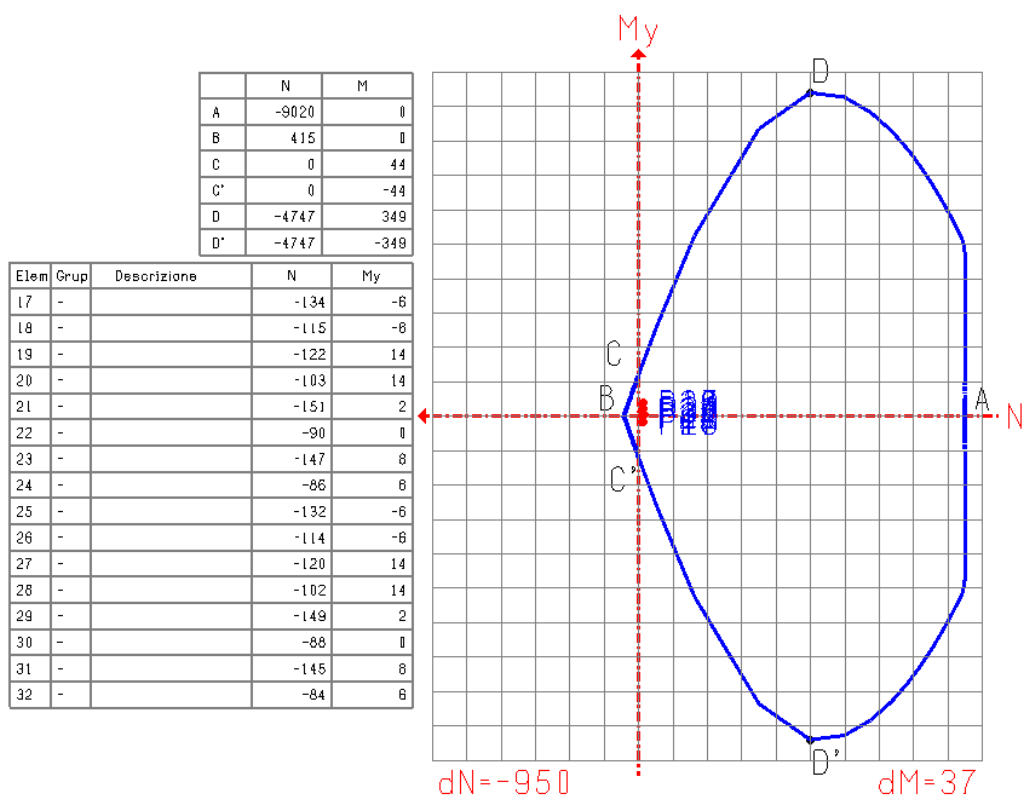
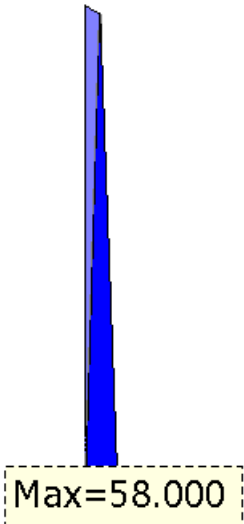
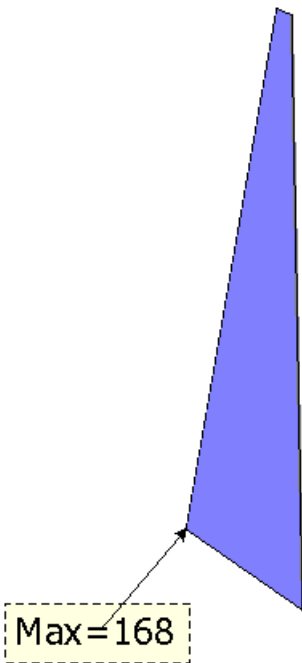


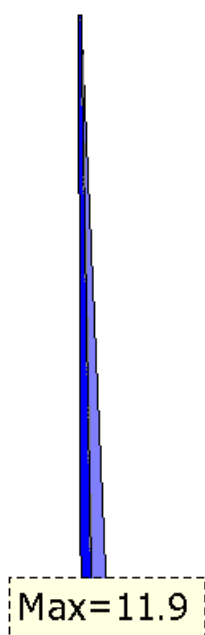
Figura 110 Corpo Centrale - Parete semplice S6 - Dominio sforzo normale -- momento flettente M_y

PARETE SEMPLICE S7

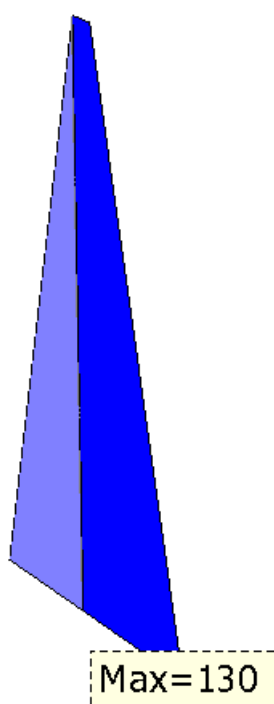
Dimensioni: 24 x 180 cm, armata 5 + 5 $\Phi 12$

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=58.000</p>	<p>Figura 111 Corpo Centrale - Pareti semplici S7: Sforzo normale, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=168</p>	<p>Figura 112 Corpo Centrale - Parete semplice S7: Sforzo di taglio, inviluppo delle combinazioni (valori in kN).</p>



**Figura 113 Corpo Centrale -
Pareti semplici S7: Momento
flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**



**Figura 114 Corpo Centrale -
Parete semplice S7: Momento
flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).**

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S7 è il seguente

Parete num. 7 Descrizione: Parete semplice n. 7

Larghezza: 180.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

```
-----
P   c.      Fx          V          My          Mz
o   c.      -----          -----
s                                     kN          kN * m
-----
```

```
1   2      0.988      7.888      -0.811      -19.183
1   3      7.195      0.360      -0.777      -19.727
1   4     18.921      6.031      -1.776      -21.245
1   5     25.127     13.559      -1.743      -21.788
1   6     -0.033     12.113      -1.181      -19.269
1   7     20.652     12.983      -1.068      -21.079
1   8      5.342      7.937      -1.471      -19.886
1   9     26.030     17.160      -1.358      -21.696
1  10      1.799      6.181      -0.828      -19.273
1  11      8.006      1.347      -0.794      -19.816
1  12     19.728      7.737      -1.794      -21.337
1  13     25.934     15.266      -1.760      -21.880
1  14      0.896      9.783      -1.213      -19.364
1  15     21.586     15.313      -1.100      -21.175
1  16      6.273      5.607      -1.503      -19.980
1  17     26.975     19.490      -1.390      -21.800
```

```
0   2     -51.209     62.269      -7.798      -90.747
0   3     -36.723     93.452      -8.236      -33.256
0   4     -20.894    108.799     11.863       -4.749
0   5      -6.403    139.968     11.425      52.740
0   6     -57.974     40.876      -0.453     -130.063
0   7      -9.697    144.806     -1.913      61.567
0   8     -48.881     54.834      5.445     -104.266
0   9      -0.597    158.771      3.985      87.364
0  10     -48.213     68.947      -7.708     -78.595
0  11     -33.726    100.127      -8.146     -21.105
0  12     -17.885    115.484     11.954       7.403
0  13      -3.407    146.653     11.516      64.891
0  14     -54.022     50.168      -0.268     -113.219
0  15      -5.741    154.083     -1.728      78.411
0  16     -44.931     64.114      5.630     -87.416
0  17      3.343    168.048      4.170     104.214
```

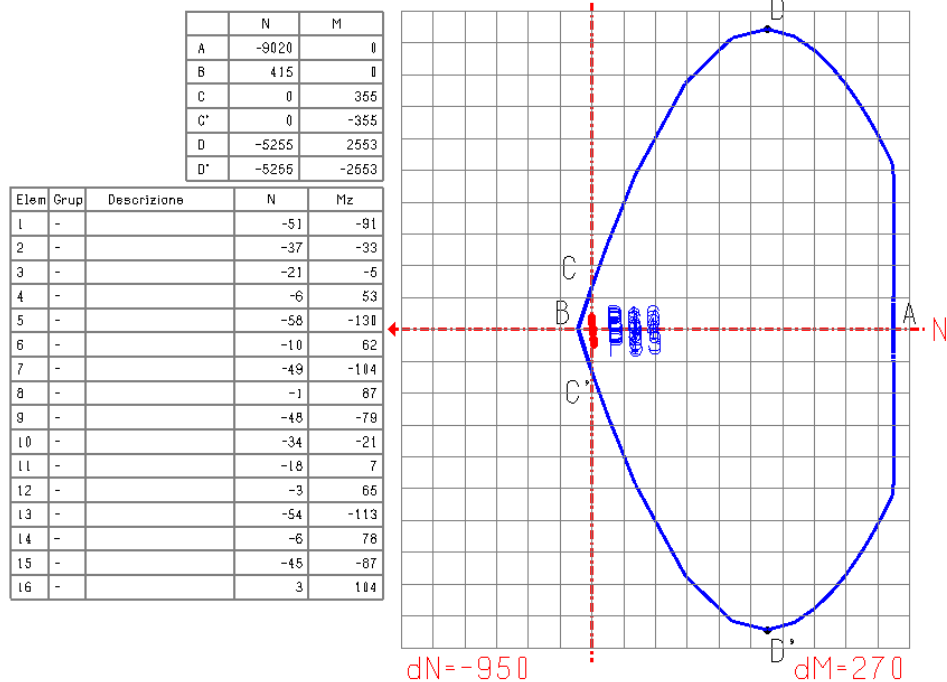


Figura 115 Corpo Centrale - Parete semplice S7 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

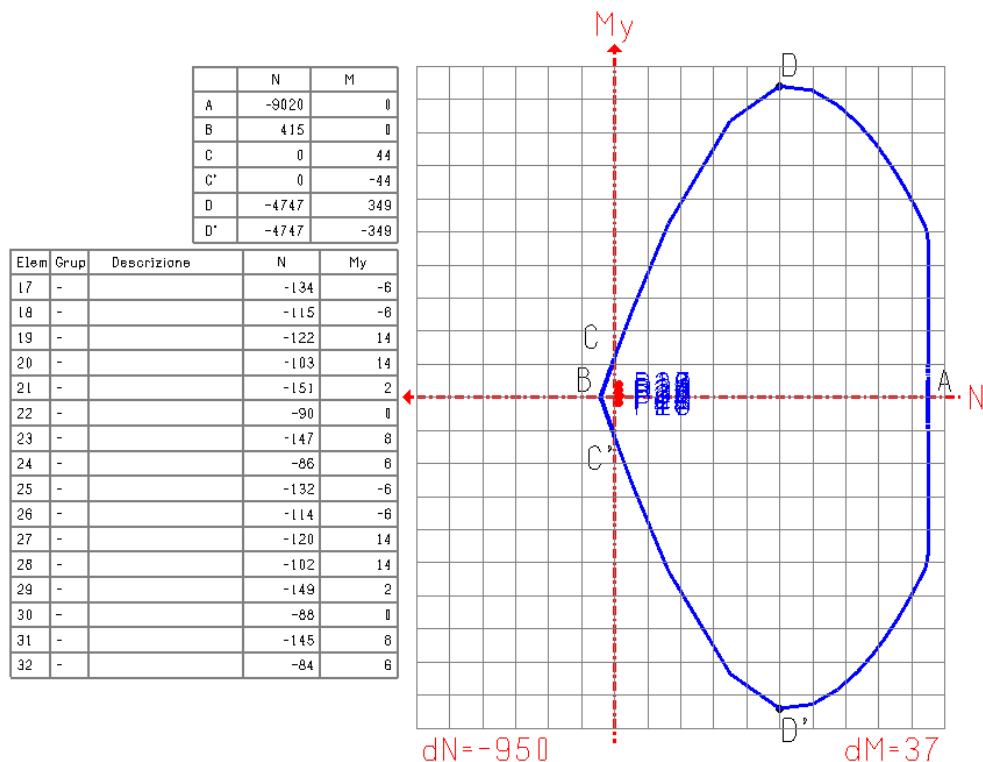
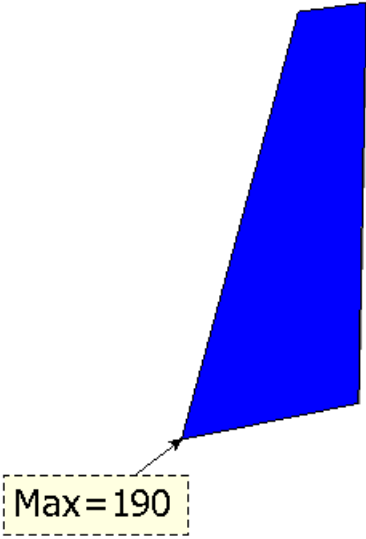
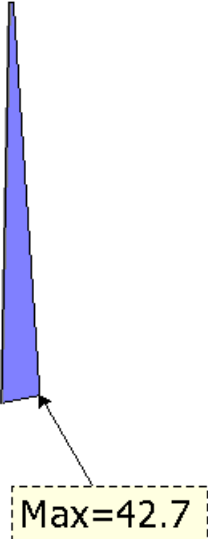


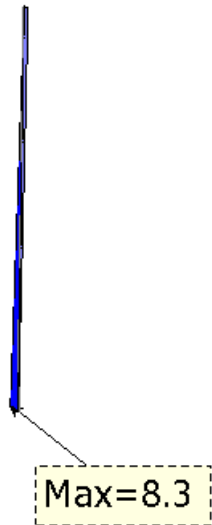
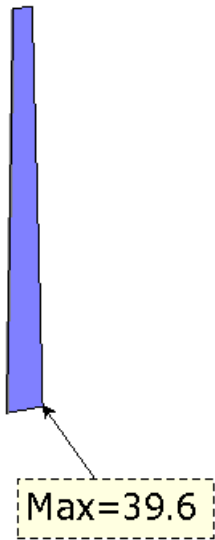
Figura 116 Corpo Centrale – Parete semplice S7 - Dominio sforzo normale -- momento flettente My

PARETE SEMPLICE S8

Dimensioni 24 x 210, armata con 5 + 5 Φ 12

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 117 Corpo Centrale - Parete semplice S8: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 118 Corpo Centrale - Parete semplice S8: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

	<p>Figura 119 Corpo Centrale - Parete semplice S8: Momento flettente M_y, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>
	<p>Figura 120 Corpo Centrale - Parete semplice S8: Momento flettente M_z, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S8 è il seguente

Parete num. 8 Descrizione: Parete semplice n. 8

Larghezza: 220.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		-----	-----	-----	-----
		kN		kN * m	

1	2	-62.436	4.301	2.988	14.371
1	3	-63.657	4.304	3.506	14.881
1	4	-69.601	4.055	2.415	19.524
1	5	-70.834	4.057	2.933	20.039
1	6	-63.514	4.248	2.186	15.603
1	7	-67.644	4.254	3.913	17.326
1	8	-65.672	4.174	2.014	17.155
1	9	-69.800	4.179	3.741	18.878
1	10	-62.307	4.408	2.951	14.449
1	11	-63.540	4.409	3.469	14.965
1	12	-69.483	4.162	2.379	19.608
1	13	-70.706	4.163	2.896	20.116
1	14	-63.342	4.285	2.142	15.609
1	15	-67.460	4.290	3.870	17.333
1	16	-65.488	4.212	1.971	17.153
1	17	-69.629	4.216	3.698	18.884
0	2	-160.557	41.096	-7.974	39.387
0	3	-161.898	38.988	-7.876	39.595
0	4	-187.569	38.204	-8.272	19.373
0	5	-188.910	40.308	-8.174	19.591
0	6	-168.716	15.158	-8.218	32.007
0	7	-173.187	8.135	-7.893	32.712
0	8	-176.825	8.647	-8.308	25.992
0	9	-181.286	15.658	-7.982	26.711
0	10	-161.344	38.682	-7.943	38.921
0	11	-162.684	36.583	-7.846	39.130
0	12	-188.355	40.602	-8.242	18.908
0	13	-189.706	42.706	-8.144	19.116
0	14	-168.968	14.031	-8.136	31.807
0	15	-173.429	7.019	-7.810	32.511
0	16	-177.055	9.762	-8.226	25.801
0	17	-181.527	16.763	-7.899	26.505

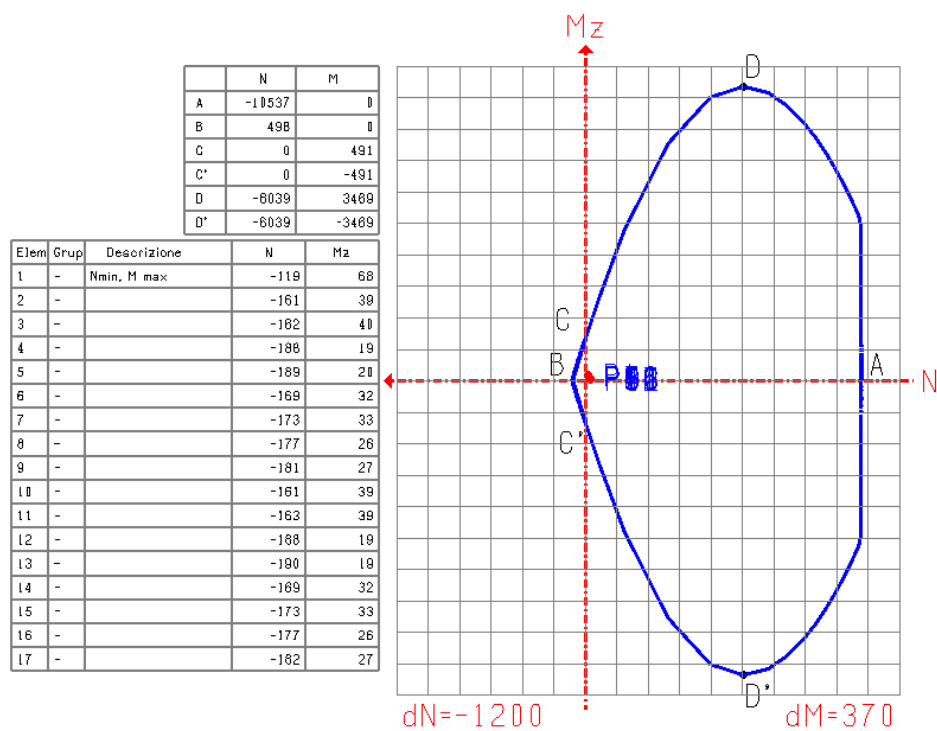


Figura 121 Corpo Centrale - Parete semplice S8 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

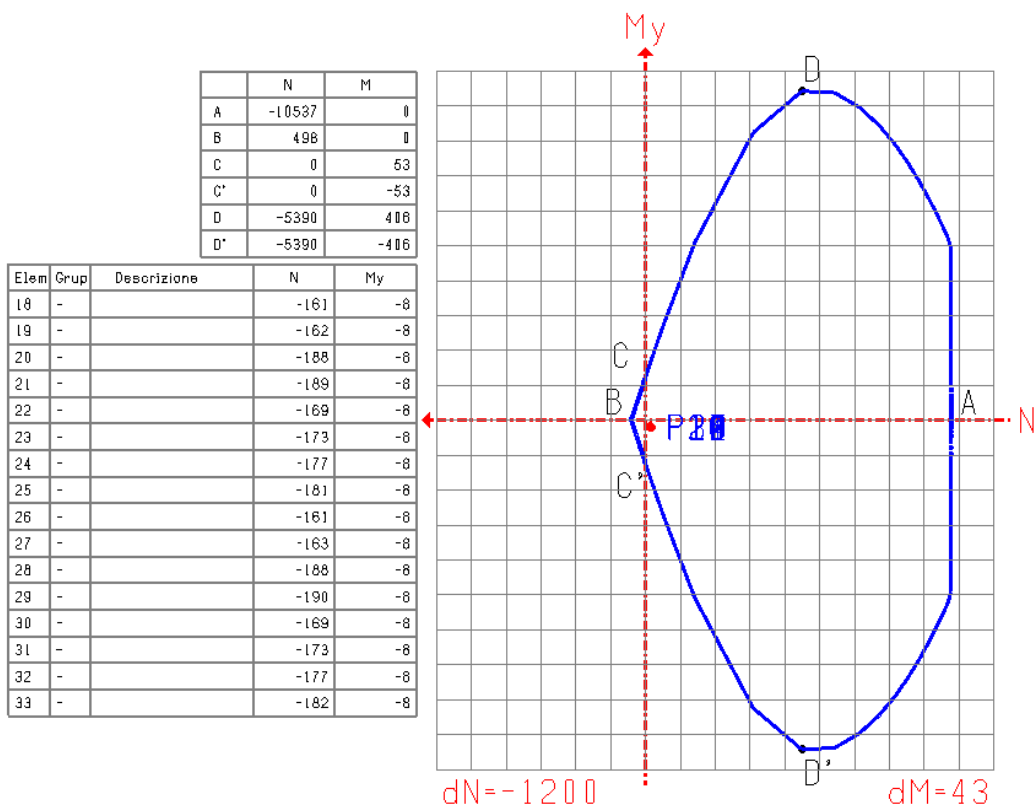


Figura 122 Corpo Centrale - Parete semplice S8 - Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S9

Dimensioni: 24 x 390 cm, armata ad una estremità con 1 Φ 8/20

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

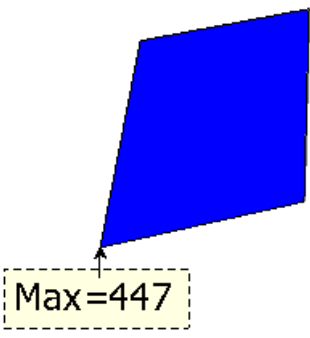
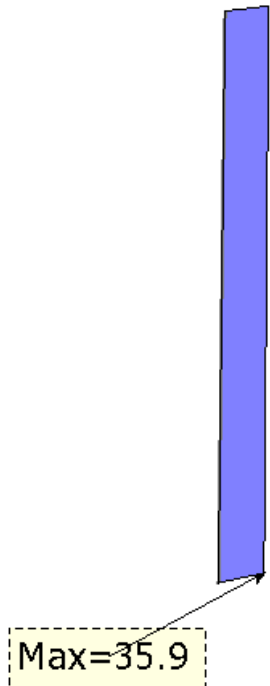
	<p>Figura 123 Corpo Centrale - Parete semplice S9: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 124 Corpo Centrale - Parete semplice S9: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>



Figura 125 Corpo Centrale - Parete semplice S9:
Momento flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

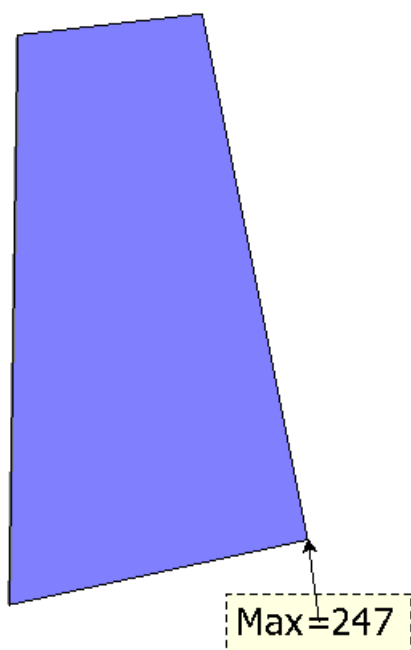


Figura 126 Corpo Centrale - Parete semplice S9:
Momento flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S9 è il seguente

Parete num. 9 Descrizione: Parete semplice n. 9

Larghezza: 390.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.	-----	-----	-----	-----
s		kN		kN * m	

1	2	-338.412	31.283	2.210	140.137
1	3	-340.439	32.153	3.171	138.919
1	4	-361.143	16.781	2.211	84.024
1	5	-363.225	17.652	3.171	82.950
1	6	-343.998	25.102	1.118	121.857
1	7	-350.910	28.007	4.321	118.108
1	8	-350.820	20.748	1.119	104.948
1	9	-357.691	23.653	4.321	101.190
1	10	-338.800	31.322	1.887	140.077
1	11	-340.825	32.192	2.848	138.860
1	12	-361.506	16.812	1.888	83.953
1	13	-363.619	17.683	2.848	82.899
1	14	-344.337	25.312	0.737	121.500
1	15	-351.248	28.216	3.939	117.747
1	16	-351.228	20.977	0.737	104.760
1	17	-358.121	23.884	3.940	100.978
0	2	-422.348	35.044	-1.590	244.868
0	3	-424.439	35.905	-0.483	246.826
0	4	-445.116	13.016	-1.742	126.068
0	5	-447.139	13.880	-0.634	127.897
0	6	-427.860	26.239	-2.964	200.751
0	7	-434.806	29.104	0.728	207.251
0	8	-434.699	19.617	-3.010	165.118
0	9	-441.574	22.490	0.683	171.464
0	10	-422.729	35.069	-1.312	244.875
0	11	-424.808	35.939	-0.205	246.837
0	12	-445.475	13.042	-1.464	126.089
0	13	-447.507	13.906	-0.356	127.894
0	14	-428.269	26.450	-2.629	201.293
0	15	-435.144	29.315	1.063	207.638
0	16	-435.108	19.845	-2.674	165.664
0	17	-441.982	22.713	1.018	172.023

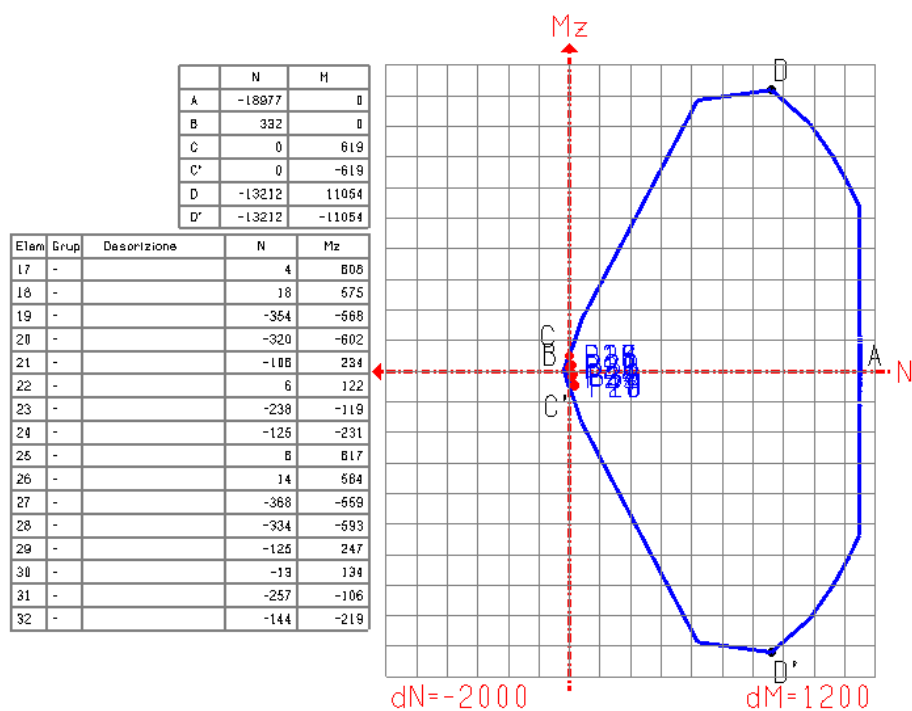


Figura 127 Corpo Centrale - Parete semplice S 9 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

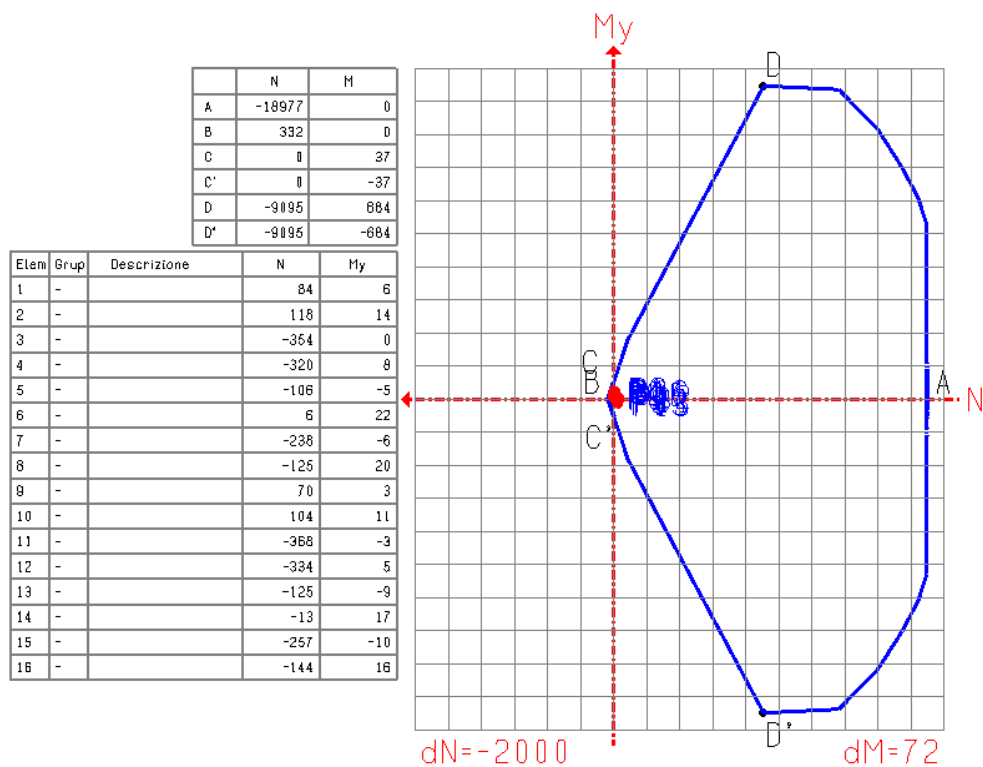
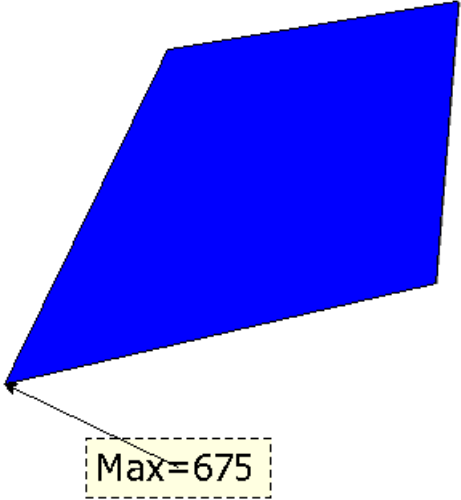
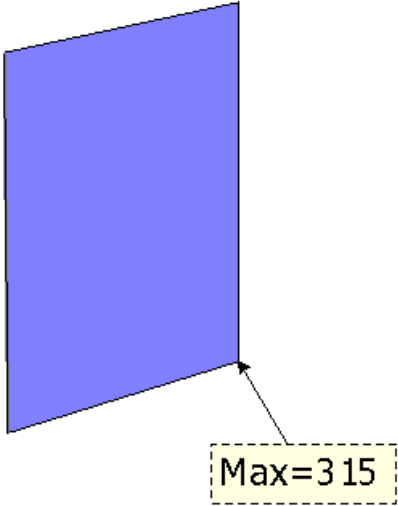


Figura 128 Corpo Centrale - Parete semplice S 9 - Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S10

Dimensioni: 20 x 960 cm, armata con 1Φ8/50

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 129 Corpo Centrale - Parete semplice S10: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 130 Corpo Centrale - Parete semplice S10: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

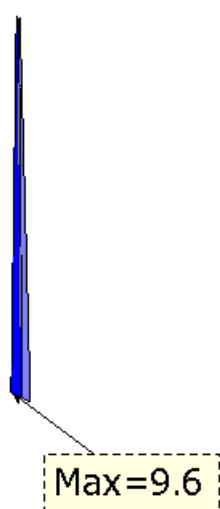


Figura 131 Corpo Centrale - Parete semplice S10: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

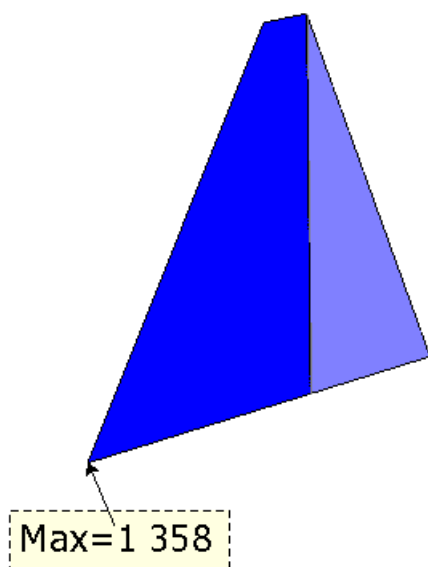


Figura 132 Corpo Centrale - Parete semplice S10: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S10 è il seguente

Parete num. 10 Descrizione: Parete semplice n. 10

Larghezza: 969.0 cm, spessore: 20.0 cm, altezza: 411.0 cm

Parete num. 10 Descrizione: Parete semplice n. 10

Larghezza: 969.0 cm, spessore: 20.0 cm, altezza: 411.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.				
s		kN		kN * m	

1	2	-451.333	241.608	-1.235	-193.057
1	3	-452.740	259.812	-1.394	-183.565
1	4	-452.306	305.747	0.890	-261.560
1	5	-453.682	287.543	0.732	-252.108
1	6	-449.992	29.246	-0.280	-227.547
1	7	-454.600	89.861	-0.812	-196.590
1	8	-450.224	134.958	0.357	-248.505
1	9	-454.858	74.341	-0.173	-216.656
1	10	-452.211	249.310	-1.711	-192.462
1	11	-453.570	267.511	-1.871	-182.928
1	12	-453.154	298.032	0.415	-260.983
1	13	-454.515	279.800	0.255	-251.493
1	14	-451.010	36.112	-0.806	-226.991
1	15	-455.638	96.738	-1.338	-195.998
1	16	-451.266	128.090	-0.169	-248.016
1	17	-455.873	67.459	-0.700	-216.095

0	2	-551.002	246.582	-4.299	714.994
0	3	-599.690	264.902	0.217	771.079
0	4	-559.464	314.704	-4.139	-1358.004
0	5	-608.120	296.401	0.377	-1301.869
0	6	-496.122	29.206	-9.571	-73.761
0	7	-658.427	90.192	5.482	112.795
0	8	-498.710	139.195	-9.523	-695.859
0	9	-660.934	78.179	5.530	-508.857
0	10	-562.746	254.325	-3.296	739.159
0	11	-611.445	272.627	1.219	795.272
0	12	-571.165	306.949	-3.137	-1333.387
0	13	-619.834	288.652	1.378	-1277.394
0	14	-509.949	36.132	-8.450	-53.673
0	15	-672.144	97.119	6.602	133.348
0	16	-512.446	132.270	-8.402	-675.398
0	17	-674.733	71.257	6.650	-488.801

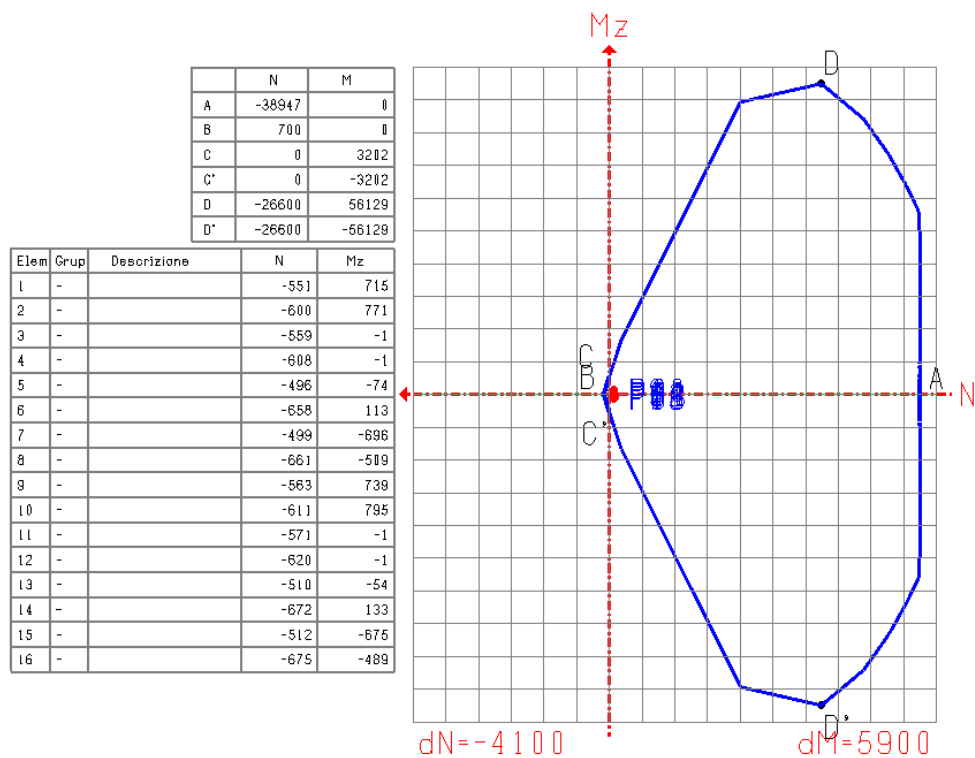


Figura 133 Corpo Centrale - Parete semplice S10 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

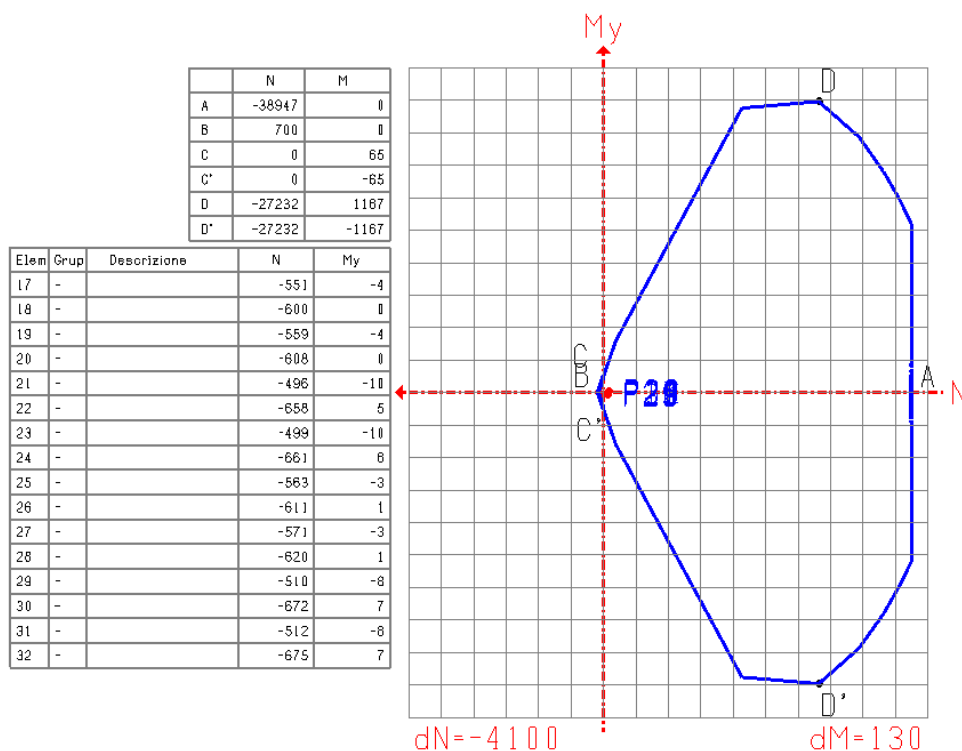
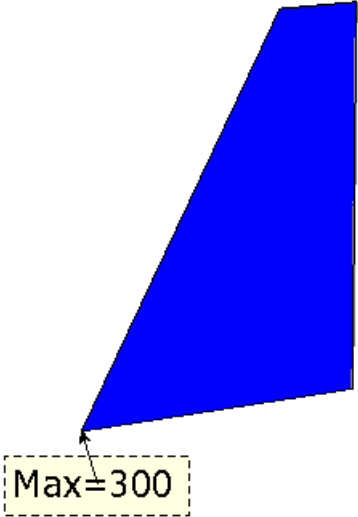
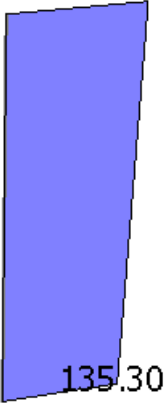


Figura 134 Corpo Centrale - Parete semplice S10 - Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S12

Dimensioni: 24 x 350 cm, armata con 1 Φ 8/50

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 135 Corpo Centrale - Parete semplice S12: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 136 Corpo Centrale - Parete semplice S12: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

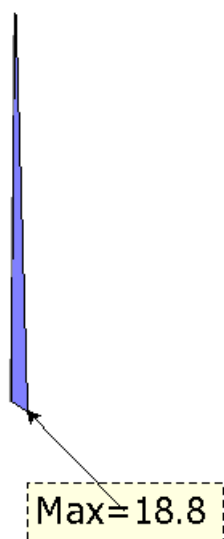


Figura 137 Corpo Centrale - Parete semplice S12: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

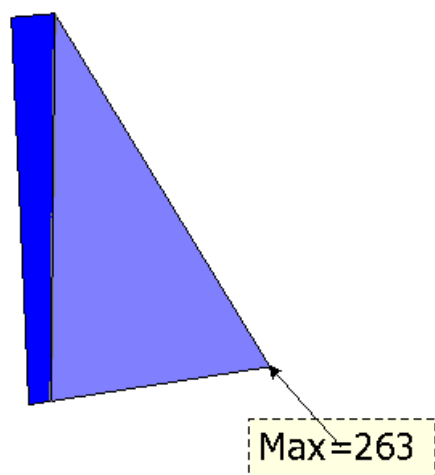


Figura 138 Corpo Centrale - Parete semplice S12: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S12 è il seguente

Parete num. 12 Descrizione: Parete semplice n. 12

Larghezza: 344.9 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		-----	-----	-----	-----
		kN		kN * m	

1	2	-57.406	162.792	0.069	-48.058
1	3	-57.335	146.546	-0.149	-44.908
1	4	-84.586	69.180	1.055	-7.385
1	5	-84.501	85.416	0.837	-4.242
1	6	-66.920	101.608	0.661	-37.689
1	7	-66.657	47.511	-0.065	-27.207
1	8	-75.081	32.021	0.958	-25.500
1	9	-74.814	22.092	0.231	-14.996
1	10	-57.083	161.444	-0.009	-47.732
1	11	-57.000	145.198	-0.227	-44.571
1	12	-84.254	70.526	0.978	-7.060
1	13	-84.179	86.761	0.760	-3.901
1	14	-66.781	98.105	0.598	-36.965
1	15	-66.500	44.001	-0.129	-26.471
1	16	-74.924	28.514	0.894	-24.766
1	17	-74.669	25.577	0.167	-14.278
0	2	-299.853	135.349	17.823	263.189
0	3	-270.672	112.392	18.538	246.305
0	4	-153.096	39.928	0.107	-7.424
0	5	-123.959	16.978	0.822	-24.251
0	6	-283.445	129.421	10.843	189.197
0	7	-186.335	52.935	13.227	133.180
0	8	-239.459	100.816	5.529	108.092
0	9	-142.314	24.320	7.912	51.995
0	10	-294.454	130.896	18.138	262.028
0	11	-265.275	107.960	18.853	245.155
0	12	-147.737	35.490	0.422	-8.511
0	13	-118.623	12.543	1.137	-25.345
0	14	-276.067	123.562	11.048	185.731
0	15	-178.954	47.082	13.431	129.708
0	16	-232.081	94.937	5.733	104.626
0	17	-134.954	18.457	8.116	48.542

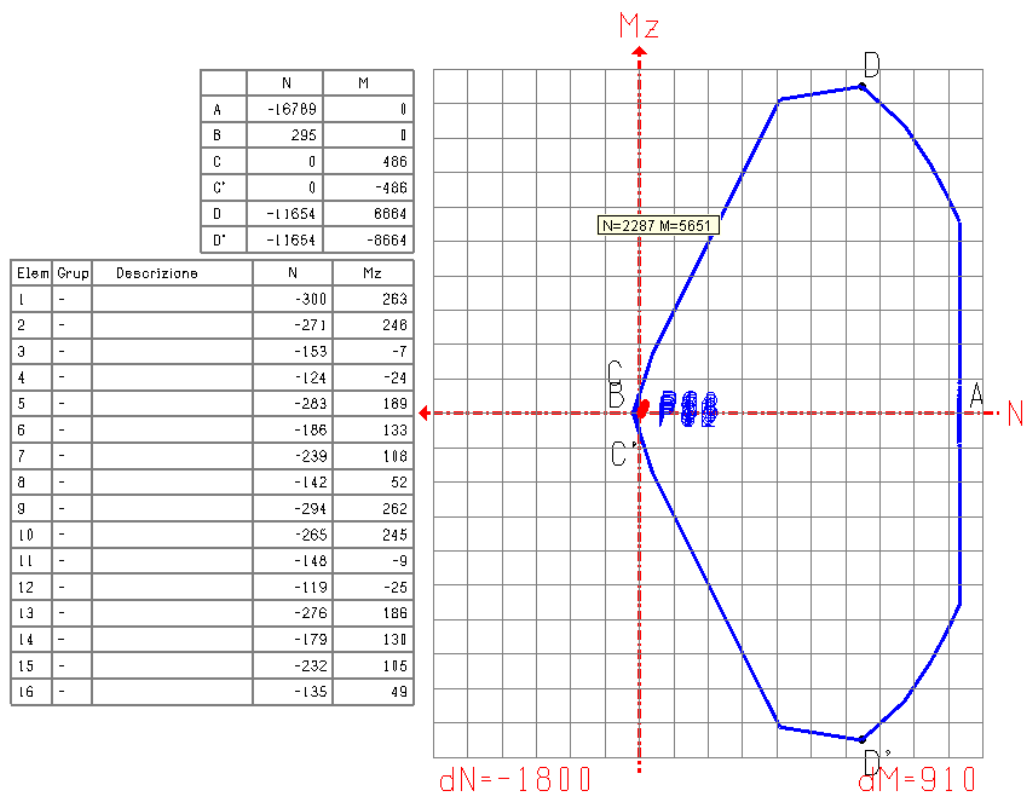


Figura 139 Corpo Centrale - Parete semplice S12 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

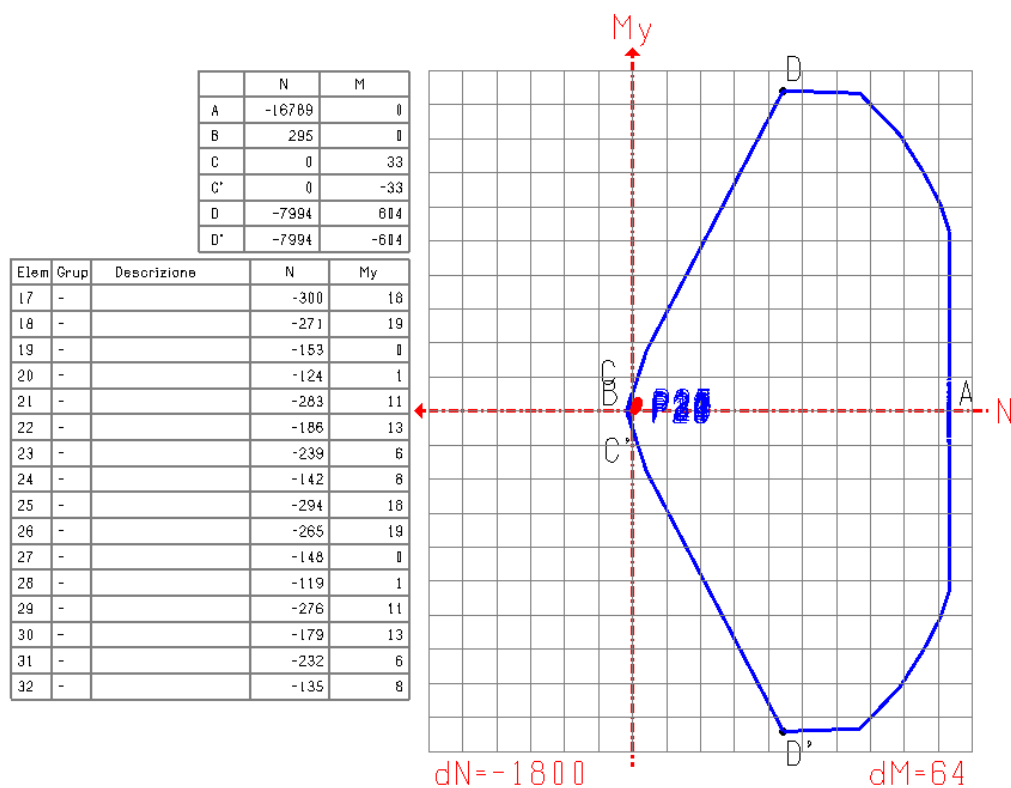
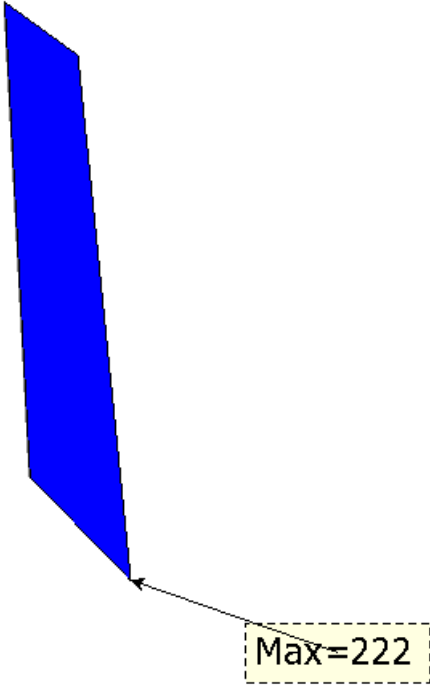
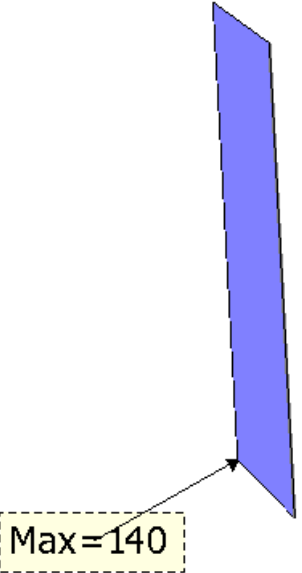


Figura 140 Corpo Centrale - Parete semplice S12 - Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S13

Dimensioni: 24 x 760 cm, armata con 1 Φ 8/50

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 141 Corpo Centrale - Parete semplice S13: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 142 Corpo Centrale - Parete semplice S13: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

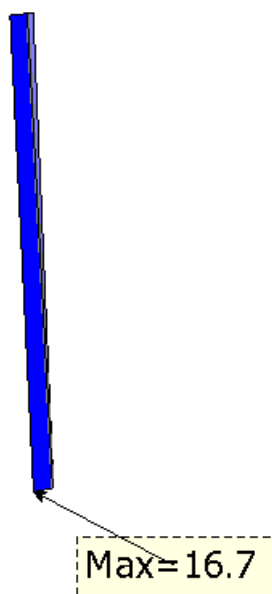


Figura 143 Corpo Centrale - Parete semplice S13: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

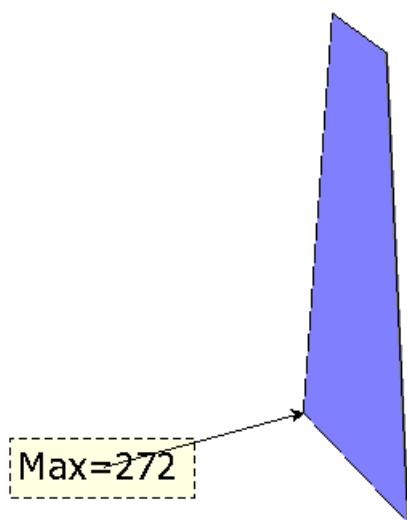


Figura 144 Corpo Centrale - Parete semplice S13: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S13 è il seguente

Parete num. 13 Descrizione: Parete semplice n. 13

Larghezza: 765.5 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	-----			
		Fx	V	My	Mz
		-----		-----	
		kN		kN * m	

1	2	-154.050	131.794	4.255	130.882
1	3	-151.311	109.917	4.539	123.646
1	4	-154.812	58.711	-14.092	90.454
1	5	-152.065	36.842	-13.810	83.161
1	6	-157.602	132.782	-2.429	125.614
1	7	-148.475	59.883	-1.484	101.442
1	8	-157.820	110.859	-7.933	113.452
1	9	-148.690	37.952	-6.990	89.279
1	10	-153.413	127.573	4.540	129.799
1	11	-150.679	105.699	4.823	122.556
1	12	-154.179	54.509	-13.807	89.363
1	13	-151.440	32.635	-13.526	82.134
1	14	-156.799	126.478	-2.279	123.734
1	15	-147.670	53.569	-1.334	99.560
1	16	-157.021	104.543	-7.786	111.554
1	17	-147.888	31.652	-6.837	87.399
0	2	-164.012	132.702	-15.050	96.450
0	3	-171.775	105.781	-16.403	146.851
0	4	-213.650	59.992	0.625	181.142
0	5	-221.398	33.074	-0.729	231.585
0	6	-171.902	139.704	-7.958	65.184
0	7	-197.795	49.947	-12.470	233.479
0	8	-186.805	117.894	-3.256	90.637
0	9	-212.680	28.135	-7.768	258.884
0	10	-165.015	128.515	-15.380	105.797
0	11	-172.784	101.568	-16.734	156.239
0	12	-214.634	55.799	0.294	190.438
0	13	-222.398	28.876	-1.059	240.995
0	14	-173.722	133.444	-8.342	78.431
0	15	-199.625	43.668	-12.853	246.693
0	16	-188.629	111.623	-3.640	103.935
0	17	-214.504	21.859	-8.151	272.107

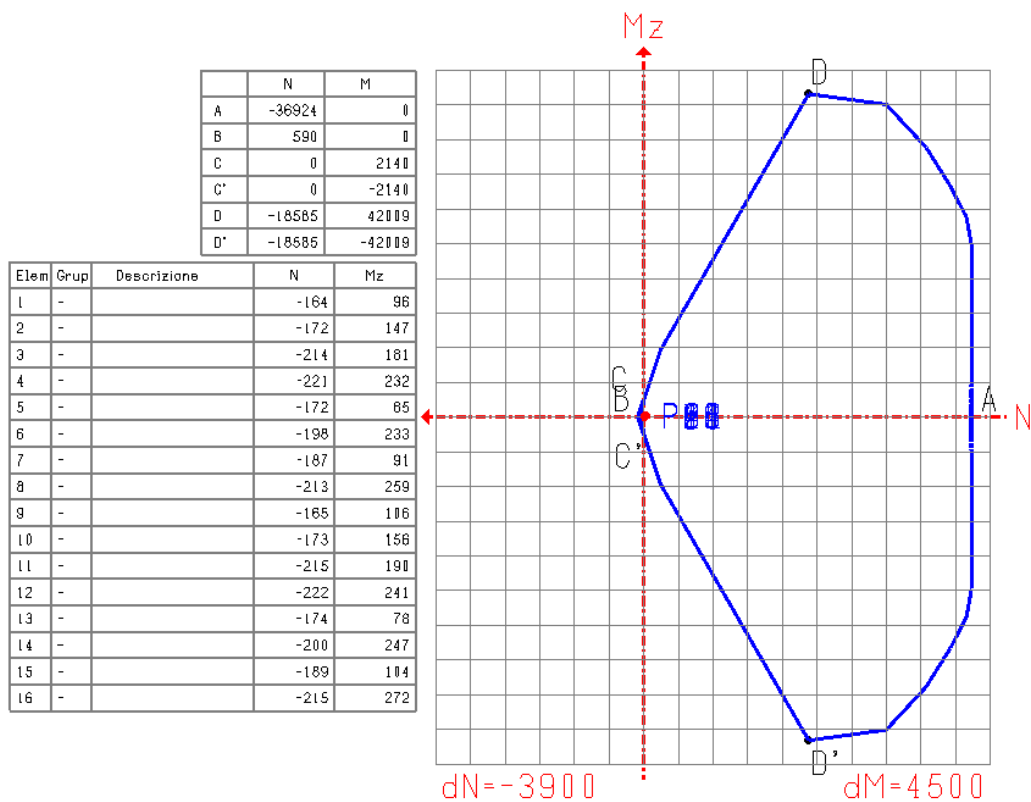


Figura 145 Corpo Centrale - Parete semplice S13 - Dominio sforzo normale - momento flettente M_z

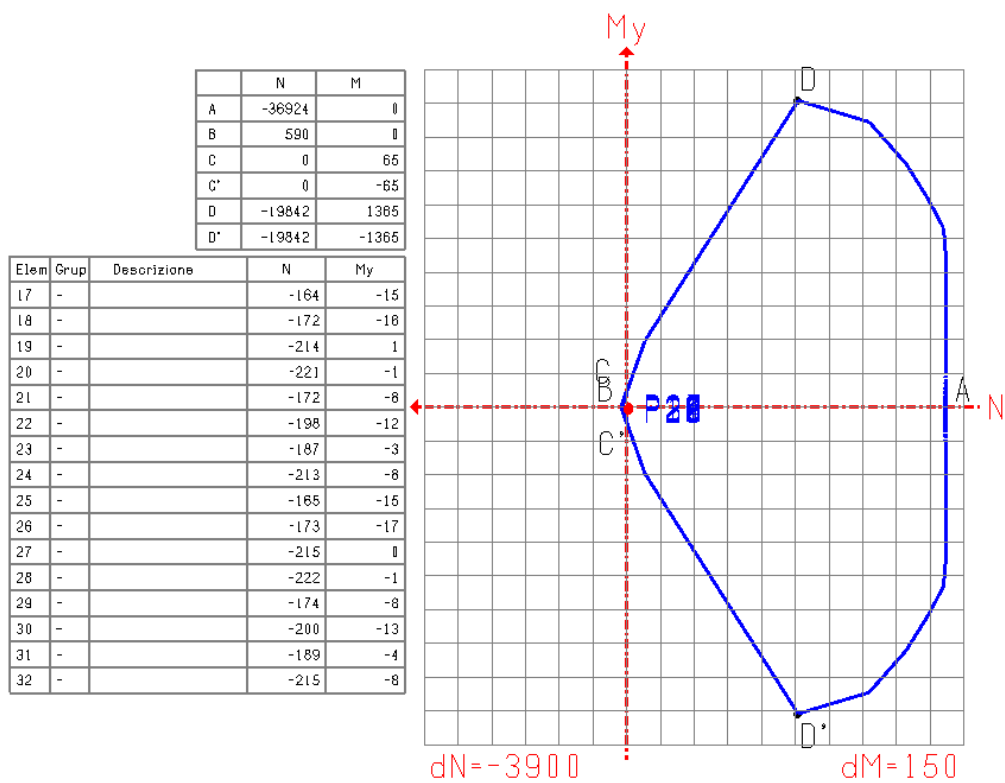
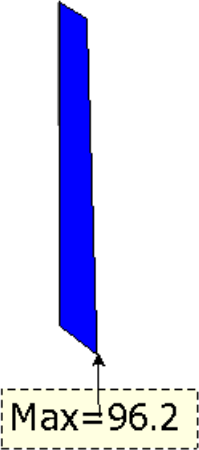
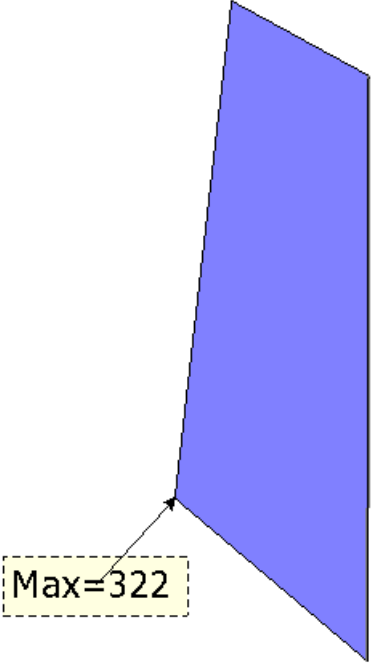


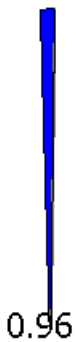
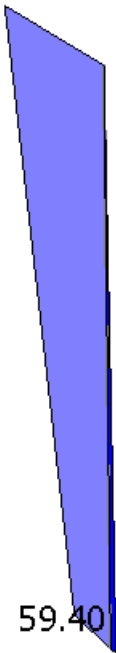
Figura 146 Corpo Centrale - Parete semplice S13 - Dominio sforzo normale - momento flettente M_y

PARETE SEMPLICE S14

Dimensioni: 24 x 590 cm, armata con 1 Φ 8/50

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

 <p>Max=96.2</p>	<p>Figura 147 Corpo Centrale - Parete semplice S14: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
 <p>Max=322</p>	<p>Figura 148 Corpo Centrale - Parete semplice S14: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

 <p>0.96</p>	<p>Figura 149 Corpo Centrale - Parete semplice S14: Momento flettente M_y, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>
 <p>59.40</p>	<p>Figura 150 Corpo Centrale - Parete semplice S14: Momento flettente M_z, involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).</p>

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S14 è il seguente

Parete num. 14 Descrizione: Parete semplice n. 14

Larghezza: 591.2 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		kN		kN * m	
1	2	-64.906	153.122	-9.535	131.523
1	3	-60.215	93.672	-9.497	144.529
1	4	-62.274	108.652	-7.255	118.200
1	5	-57.594	49.190	-7.217	131.238
1	6	-69.563	208.280	-8.789	111.495
1	7	-53.940	10.071	-8.664	154.892
1	8	-68.772	194.954	-8.104	107.491
1	9	-53.149	3.273	-7.978	150.890
1	10	-63.876	139.078	-9.550	134.660
1	11	-59.186	79.623	-9.511	147.667
1	12	-61.245	94.606	-7.268	121.334
1	13	-56.566	35.134	-7.230	134.375
1	14	-68.310	191.547	-8.788	114.974
1	15	-52.689	6.667	-8.662	158.373
1	16	-67.518	178.204	-8.102	110.970
1	17	-51.909	20.006	-7.977	154.405
0	2	-63.321	237.187	0.003	11.374
0	3	-58.570	143.274	-0.029	-3.672
0	4	-96.193	161.075	-0.930	58.109
0	5	-91.448	67.169	-0.961	43.068
0	6	-80.351	322.157	-0.284	45.422
0	7	-64.513	9.047	-0.389	-4.753
0	8	-90.202	299.305	-0.564	59.424
0	9	-74.367	13.784	-0.668	9.291
0	10	-61.895	217.001	0.007	7.408
0	11	-57.143	123.061	-0.025	-7.639
0	12	-94.773	140.864	-0.926	54.152
0	13	-90.027	46.971	-0.957	39.116
0	14	-78.975	297.941	-0.286	41.187
0	15	-63.136	15.142	-0.390	-8.956
0	16	-88.840	275.116	-0.566	55.220
0	17	-72.992	37.976	-0.670	5.087

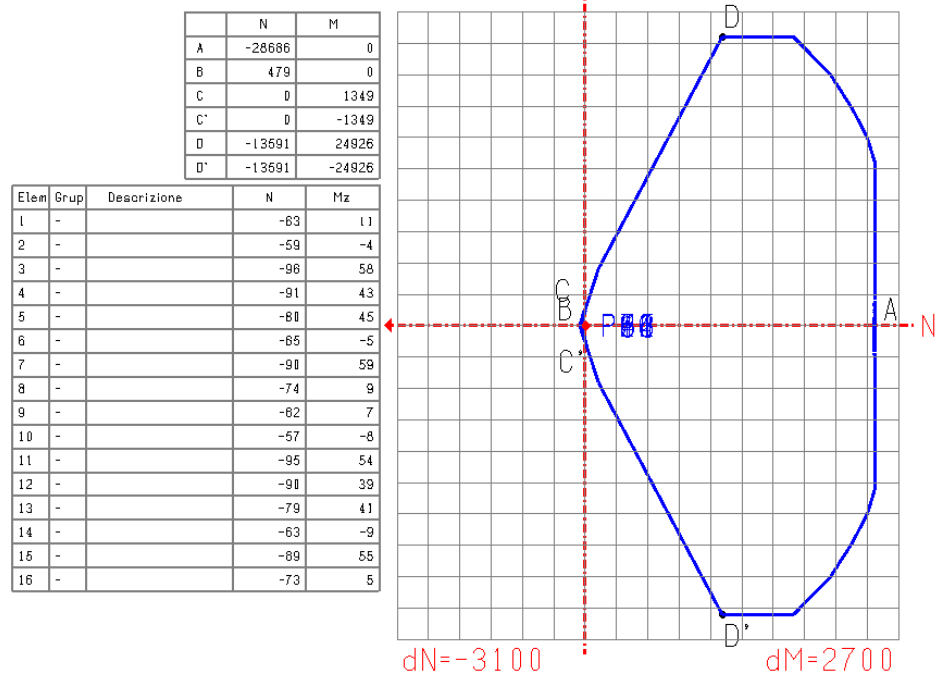


Figura 151 Corpo Centrale - Parete semplice S14 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

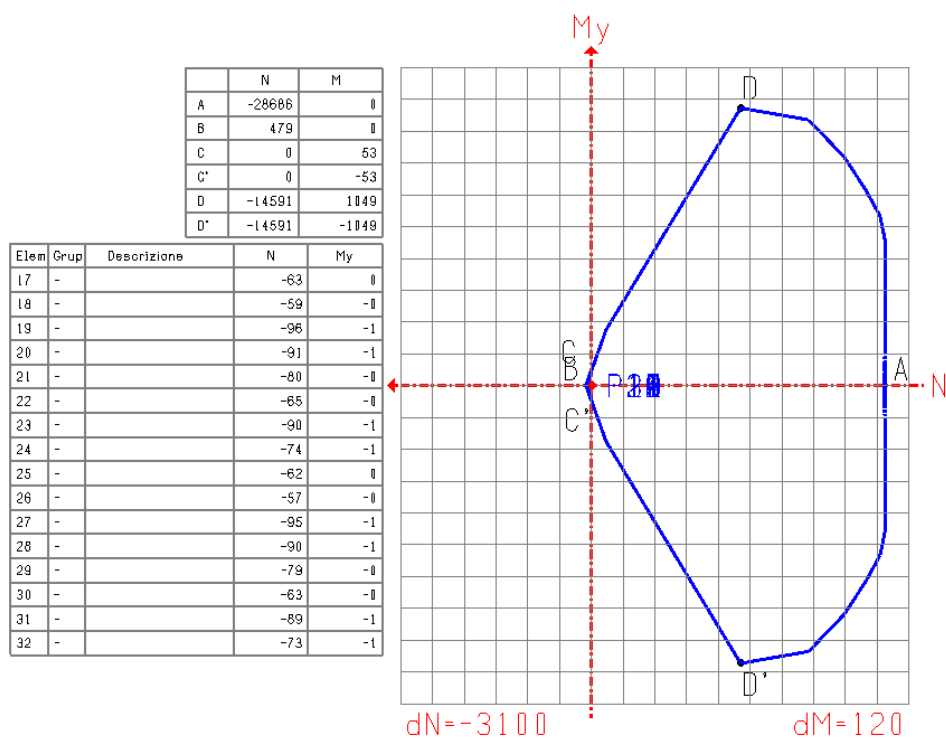
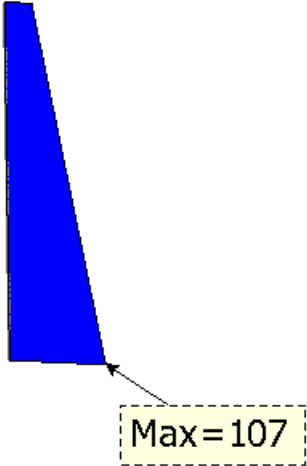
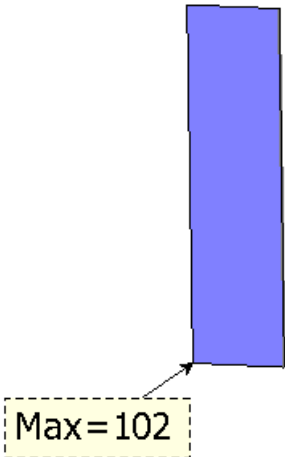


Figura 152 Corpo Centrale - Parete semplice S14 - Dominio sforzo normale - momento flettente My

PARETE SEMPLICE S15

Dimensioni: 24 x 370 cm, armata con 1 Φ 8/50

Sollecitazioni derivanti dall'analisi

	<p>Figura 153 Corpo Centrale - Parete semplice S15: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 154 Corpo Centrale - Parete semplice S15: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

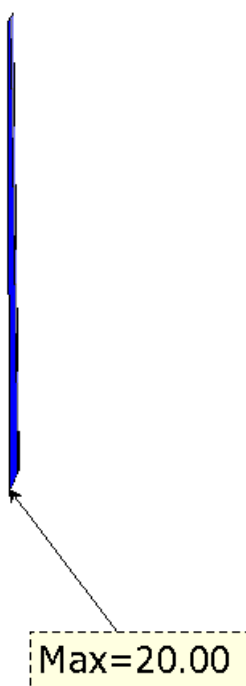


Figura 155 Corpo Centrale - Parete semplice S15: Momento flettente M_y , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

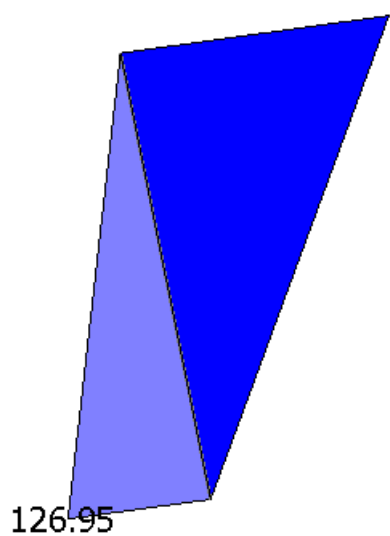


Figura 156 Corpo Centrale - Parete semplice S15: Momento flettente M_z , involucro delle combinazioni (valori in $\text{kN}\cdot\text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S15 è il seguente

Parete num. 15 Descrizione: Parete semplice n. 15

Larghezza: 365.0 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P o s	c. c.	Fx	V	My	Mz
		-----		-----	
		kN		kN * m	

1	2	-25.233	98.609	-6.271	-209.575
1	3	-28.392	95.410	-6.161	-202.394
1	4	-15.289	85.630	6.770	-222.050
1	5	-18.449	82.442	6.880	-214.865
1	6	-17.836	97.961	-1.886	-222.836
1	7	-28.348	87.320	-1.518	-198.925
1	8	-14.869	94.076	2.026	-226.570
1	9	-25.391	83.413	2.394	-202.647
1	10	-25.450	97.563	-5.974	-208.800
1	11	-28.609	94.374	-5.864	-201.650
1	12	-15.507	84.595	7.067	-221.301
1	13	-18.677	81.395	7.178	-214.133
1	14	-18.520	96.580	-1.488	-221.036
1	15	-29.041	85.929	-1.120	-197.138
1	16	-15.540	92.685	2.425	-224.788
1	17	-26.073	82.044	2.792	-200.877
0	2	-103.250	99.718	3.751	126.994
0	3	-106.322	94.303	3.266	119.308
0	4	-93.279	86.741	-18.981	67.517
0	5	-96.438	81.318	-19.466	59.962
0	6	-95.813	101.666	-3.595	114.964
0	7	-106.339	83.618	-5.210	89.819
0	8	-92.846	97.762	-10.415	97.174
0	9	-103.372	79.724	-12.030	71.998
0	10	-103.484	98.668	3.243	124.129
0	11	-106.598	93.256	2.759	116.504
0	12	-93.498	85.693	-19.488	64.619
0	13	-96.659	80.281	-19.972	57.073
0	14	-96.495	100.284	-4.192	112.005
0	15	-107.021	82.236	-5.807	86.863
0	16	-93.505	96.380	-11.011	94.190
0	17	-104.043	78.342	-12.626	69.021

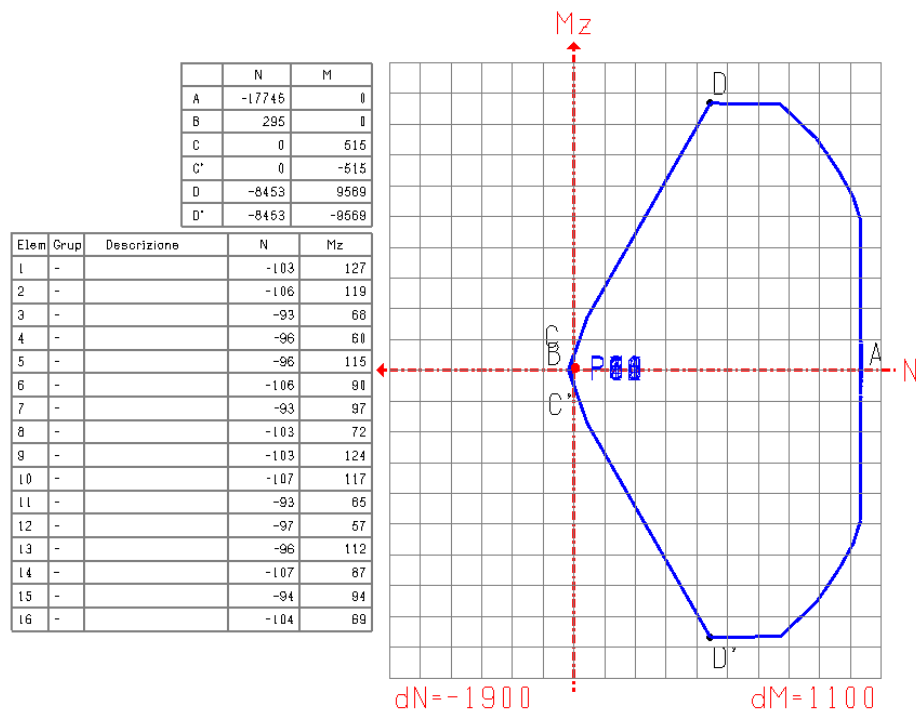


Figura 157 Corpo Centrale - Parete semplice S15 - Dominio sforzo normale - momento flettente M_z

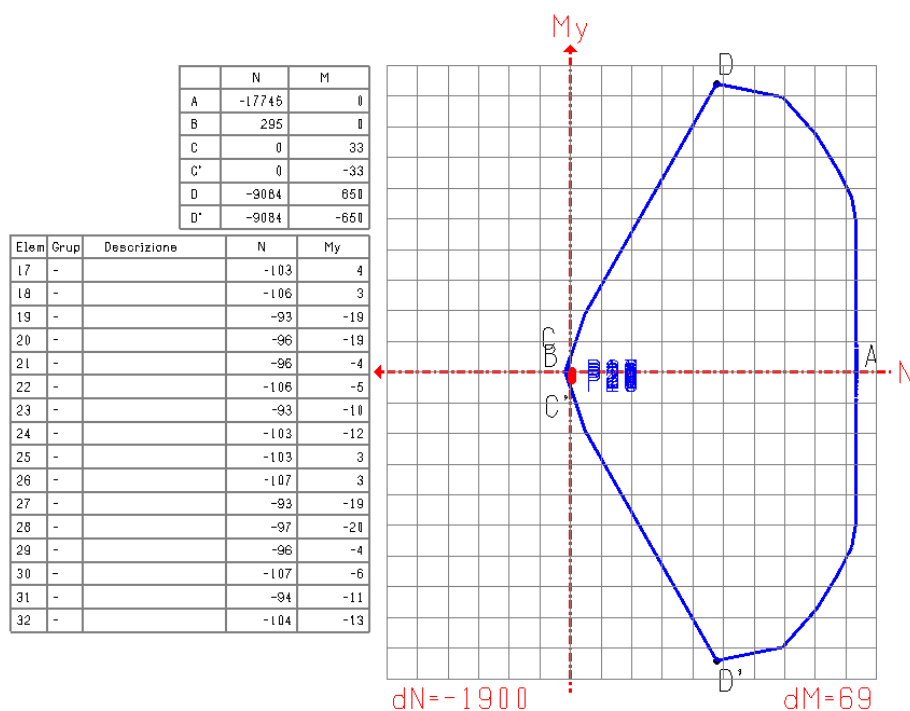
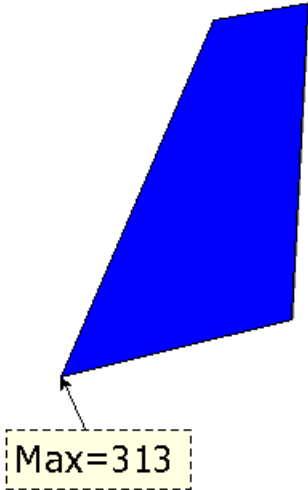
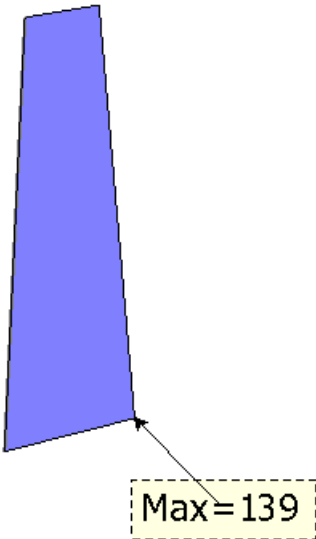


Figura 158 Corpo Centrale - Parete semplice S15 - Dominio sforzo normale - momento flettente M_y

PARETE SEMPLICE S16

Dimensioni: 24 x 580 cm, armata con 1 Φ 8/50

Sollecitazioni risultanti dall'analisi

	<p>Figura 159 Corpo Centrale - Parete semplice S16: Sforzo normale, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>
	<p>Figura 160 Corpo Centrale - Parete semplice S16: Sforzo di taglio, involucro delle combinazioni (valori in kN).</p>

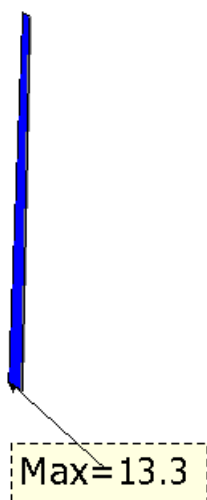


Figura 161 Corpo Centrale - Parete semplice
S16: Momento flettente M_y , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

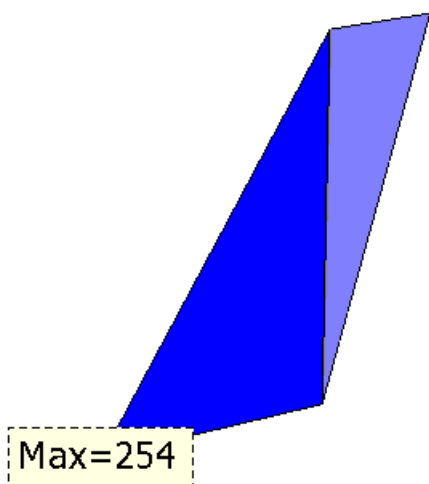


Figura 162 Corpo Centrale - Parete semplice
S16: Momento flettente M_z , involucro delle
combinazioni (valori in $\text{kN} \cdot \text{m}$).

Verifica

Il tabulato delle sollecitazioni del setto S16 è il seguente

Parete num. 16 Descrizione: Parete semplice n. 16

Larghezza: 578.5 cm, spessore: 24.0 cm, altezza: 411.0 cm

P	c.	Fx	V	My	Mz
o	c.	-----		-----	
s		kN		kN * m	

1	2	-126.842	2.086	-4.157	68.014
1	3	-126.415	4.183	-5.170	68.740
1	4	-111.414	69.964	-4.062	116.928
1	5	-110.983	72.058	-5.075	117.619
1	6	-121.809	23.991	-2.949	84.670
1	7	-120.370	30.957	-6.326	86.996
1	8	-117.179	44.343	-2.920	99.340
1	9	-115.740	51.324	-6.296	101.666
1	10	-126.376	4.198	-4.583	69.142
1	11	-125.939	6.296	-5.596	69.842
1	12	-110.942	72.079	-4.488	118.025
1	13	-110.518	74.165	-5.501	118.742
1	14	-121.624	24.940	-3.361	85.131
1	15	-120.171	31.908	-6.738	87.436
1	16	-116.995	45.294	-3.332	99.798
1	17	-115.544	52.274	-6.709	102.105
0	2	-312.761	39.460	-11.949	-22.064
0	3	-310.916	34.220	-9.177	-32.354
0	4	-227.382	128.723	-6.873	-236.877
0	5	-225.543	133.960	-4.101	-247.184
0	6	-284.347	14.649	-13.337	-87.117
0	7	-278.218	32.121	-4.097	-121.544
0	8	-258.721	65.096	-11.815	-151.541
0	9	-252.602	82.565	-2.574	-185.974
0	10	-310.301	34.386	-11.177	-29.412
0	11	-308.437	29.147	-8.405	-39.738
0	12	-224.895	133.774	-6.100	-244.182
0	13	-223.056	139.039	-3.329	-254.543
0	14	-283.256	17.000	-12.703	-90.641
0	15	-277.078	34.472	-3.464	-125.033
0	16	-257.620	67.455	-11.181	-155.059
0	17	-251.481	84.926	-1.941	-189.439

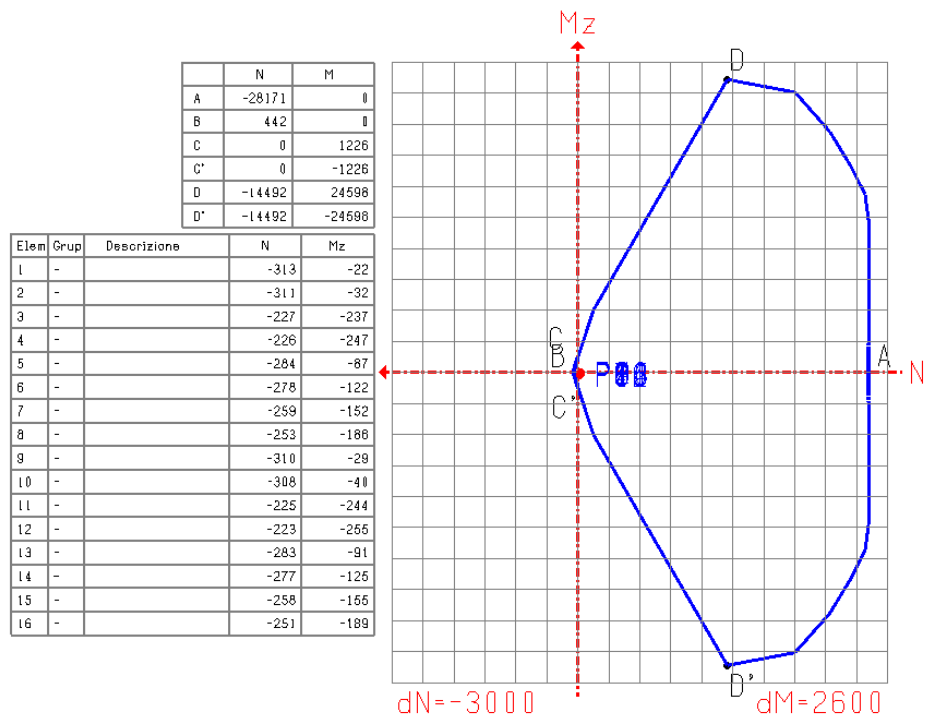


Figura 163 Corpo Centrale - Parete semplice S16 - Dominio sforzo normale - momento flettente Mz

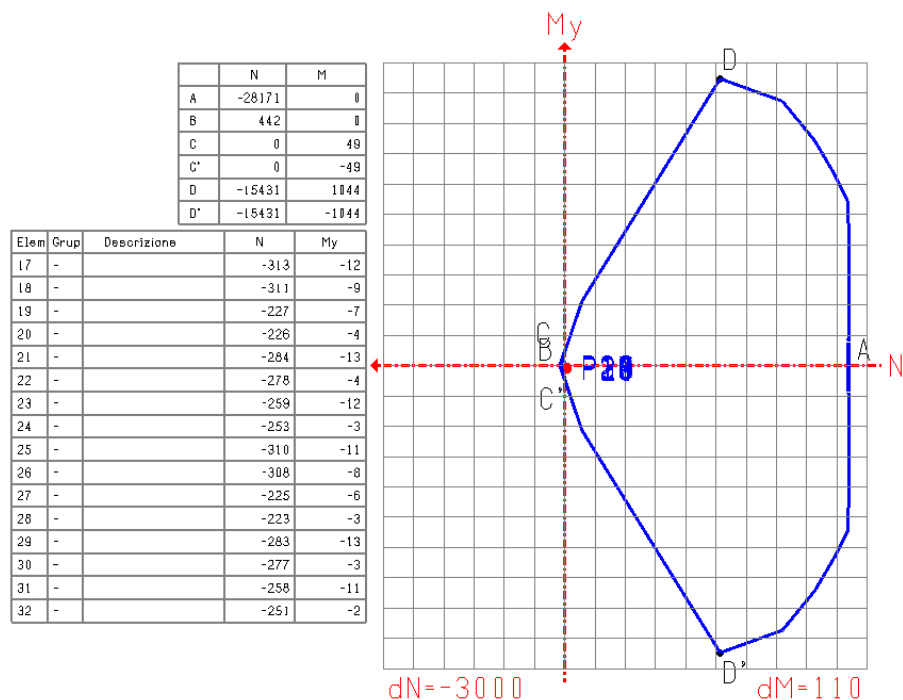


Figura 164 Corpo Centrale - Parete semplice S16 - Dominio sforzo normale - momento flettente My

6.1.2.4.3 VERIFICA A TAGLIO

La verifica a taglio può essere eseguita con riferimento a una sezione bxd pari a 24x100cm (di lunghezza unitaria). Sulla base del taglio ultimo per unità di lunghezza si può eseguire la verifica di tutte le pareti

SEZIONE 24 X 100

VERIFICA S.L.U (modalità verifica)

Unità' di misura delle forze: kN
Unità' di misura delle lunghezze: cm
Tensioni espresse in: N/mm²
Tensione di calcolo a compressione
calcestruzzo per taglio e torsione: -16.6
Tensione di calcolo per l'armatura
trasversale per taglio e torsione: 318.8

RISULTATI VERIFICA A TAGLIO

Verifica senza armatura trasversale
Taglio res. ultimo (VRd): 78.095

Verifica delle bielle compresse
Taglio resistente ultimo (VRcd): 869.508
ctg(Theta): 1.00

Verifica con armatura trasversale
Taglio attribuito all'armatura (VRsd): 157.135
Armatura trasversale per unità' di
lunghezza (Asw, cm²/m): 5.65
Staffe a 2 braccia: ø6/10.0cm

Sollecitazioni di taglio risultanti dall'analisi

Pareti da 1 a 7, spessore 24 cm, lunghezza 1.8 m.

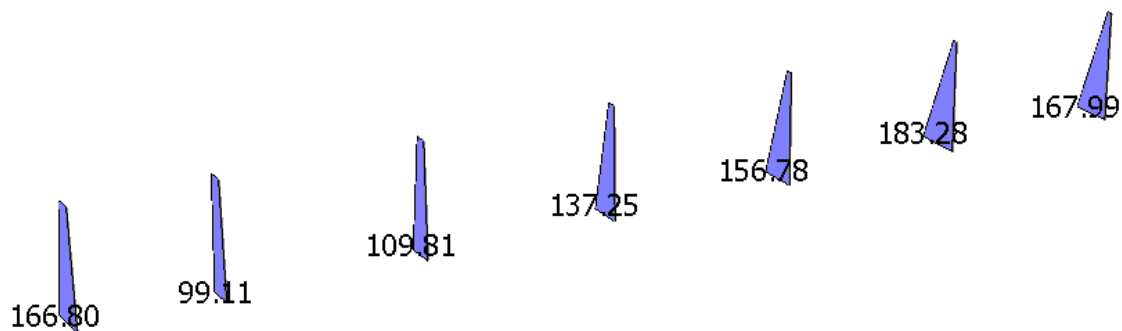


Figura 165 Corpo Centrale - Pareti da 1 a 7 di spessore 24 cm: taglio sollecitante.

Sono sollecitate da un taglio massimo di 183 kN, ovvero $101 \text{ kN/m} < \text{VRsd}$, **PERTANTO VERIFICATE**

Per la parete semplice 8 il taglio è pari a 42 kN, la lunghezza è 2.20 m, ovvero $19.0 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

Per la parete semplice 9 il taglio è pari a 35.9 kN, la lunghezza è 3.90 m, ovvero $9.2 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

Per la parete semplice 12 il taglio è pari a 163 kN, la lunghezza è 3.45 m, ovvero $47.2 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

Per la parete semplice 13 il taglio è pari a 140 kN, la lunghezza 7.65 m, ovvero $18.3 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

Per la parete semplice 14 il taglio è pari a 322 kN, la lunghezza 5.90 m, ovvero $54.5 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

Per la parete semplice 15 il taglio è pari a 102 kN, la lunghezza 3.65 m, ovvero $27.9 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

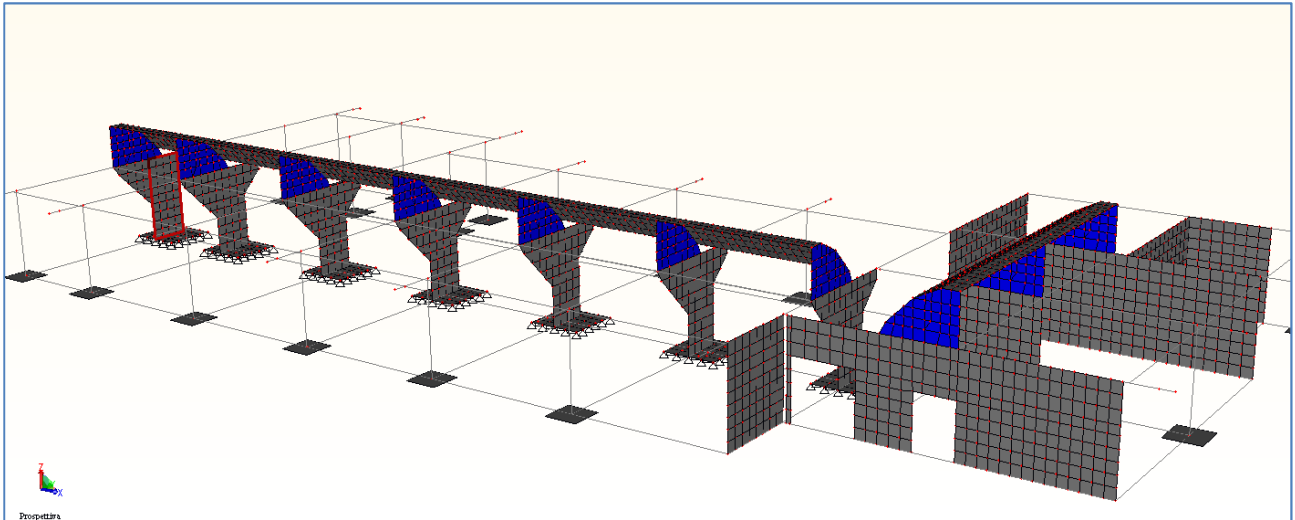
Per la parete semplice 16 il taglio è pari a 139 kN, la lunghezza 5.78 m, ovvero $24.0 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

Per la parete S10, con spessore 20 cm, V_{Rd} si riduce in proporzione alla base e diventa $V_{Rd}=63\text{kN/m}$. mentre V_{RSd} resta invariato

Per la parete semplice 10 il taglio è pari a 315 kN, la lunghezza 9.69 m, ovvero $32.4 \text{ kN/m} < V_{Rd} < V_{RSd}$, **PERTANTO VERIFICATA**

- MENSOLE TOZZE

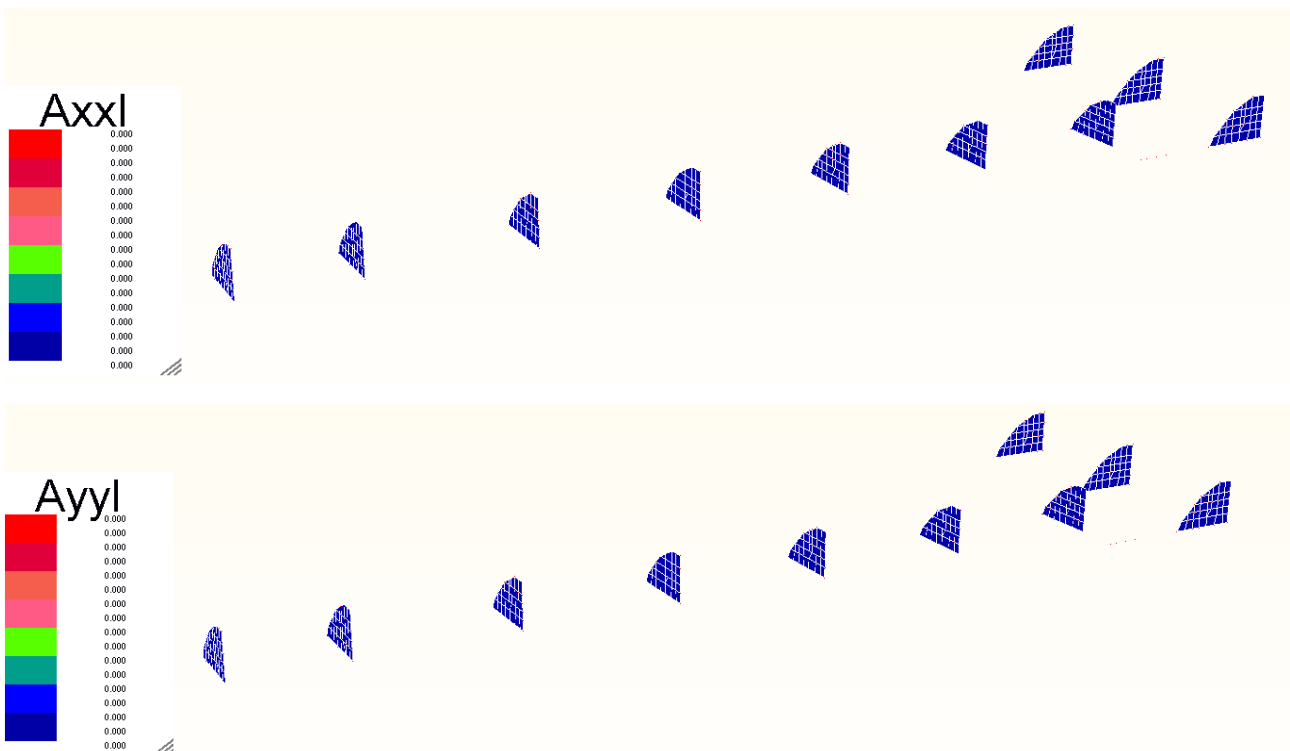
Eseguiamo la verifica delle mensole tozze qui rappresentate in blu:



applicando, nel calcolo, l'armatura riscontrata nei disegni strutturali, ovvero:

- l'armatura orizzontale $1\Phi 6/10$
- armatura diagonale $1\Phi 12/40$

I risultati del calcolo sono favorevoli, infatti dalla rappresentazione grafica si evince che per tali mensole non necessita armatura aggiuntiva rispetto all'armatura di base definita in Tabella.



6.1.3 CORPO SUD EST – CUCINA E MENSA

Tutte le verifiche sono state eseguite con fattore di confidenza **FC = 1,2**.

6.1.3.1 MATERIALI

In relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati in questo corpo le tensioni di calcolo sono le seguenti:

Per le travi

- R_{cm} : 33.00 N/mm²
- f_{ym} : 440.0 N/mm²
- fatt. confidenza: FC = 1,2

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -22.8 N/mm²
 - f_{ydm} : 366.7 N/mm²

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -15.22 N/mm²
 - f_{ydm} : 318.8 N/mm²

Per le strutture in elevazione (pilastri e pareti)

- R_{cm} : 46.00 N/mm²
- f_{ym} : 440.0 N/mm²
- fatt. confidenza: FC = 1,2

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -31.81 N/mm²
 - f_{ydm} : 366.7 N/mm²

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -21.211 N/mm²
 - f_{ydm} : 318.8 N/mm²

6.1.3.2 INDICATORI DI RISCHIO

La struttura in esame è stata valutata capace di sostenere un'azione sismica definita per un tempo di ritorno pari a 67 anni, in sintesi, riportiamo nella tabella qui di seguito gli indicatori di rischio in termini di tempo di ritorno e di accelerazione al suolo (evidenziati):

T_{rC}	a_g/g	F_0	T^*c	S_s	C_c	T_C	T_B	T_D	PGA_C	PGA_C/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
67	0,051	2,548	0,271	1,500	1,616	0,438	0,146	1,804	0,077	40%	38%

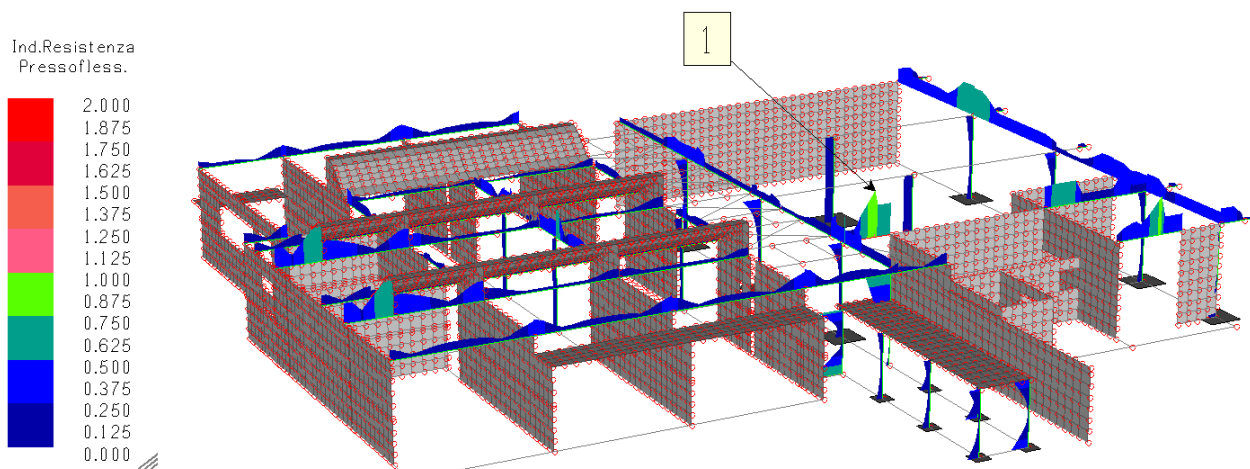
Il collo di bottiglia per la valutazione sismica di questa struttura è costituito dalle pareti in c.a., che verranno illustrate nel relativo paragrafo qui di seguito.

6.1.3.3 TRAVI E PILASTRI

L'azione sismica relativa al T_{rC} di 67 anni risulta essere un limite per la struttura in quanto corrisponde all'innescio sulla struttura in esame di un meccanismo duttile su una trave.

6.1.3.3.1 MECCANISMI DUTTILI

Le travi che portano alla formazione dei meccanismi duttili con T_r di 30 anni sono evidenziate in rosso nella seguente figura.



Lavoro: **Mensa sism stat equiv** Intestazione lavoro: **Terzo Verifica scuola**
 Elemento: **TRAVE** Gruppo: **5** Tabella: **Tabella travi**
 Descrizione: **Travi Mensa**
 Rcm: **33.00** N/mm² fym: **440.0** N/mm² fatt. confidenza: **1.20**
 Tensioni di calcolo: fcdm: **-22.83** N/mm² fydm: **366.7** N/mm²
 Coefficienti parziali di sicurezza dei materiali: γ_c : **1.50** γ_s : **1.15** α_{cc} : **1.00**

ASTA NUM. 2 NI 5058 NF 5326 SEZ. Rp B= 0.240 H= 0.800 (trave)

categoria: p.p. y Altro Permanente Neve qy tot.
 qy medio: 4.71 1.73 10.77 4.14 21.34 kN/m

Copriferro sup.: 3.0 cm, copriferro inf.: 3.0 cm, copriferro lat: 3.0 cm

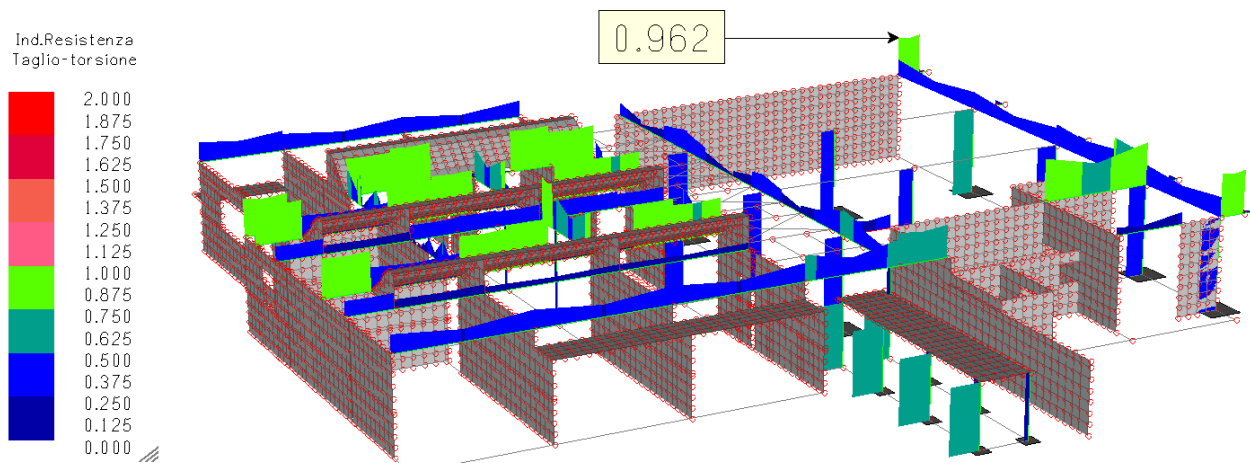
NC	x	Fx	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	Mz.Res.	I.R.	Note
--	--	--	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	cm	kN	kN*m		cmq			kN*m	Fx,M	
2	0	-0.000	-68.720	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.16	
3	0	-0.000	-86.650	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.20	
4	0	-0.000	70.060	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.64	
5	0	-0.000	52.140	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.47	
6	0	-0.000	5.880	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.05	
7	0	-0.000	-58.450	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.13	
8	0	-0.000	42.930	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.39	
9	0	-0.000	-16.810	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.04	
10	0	-0.000	-63.150	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.14	
11	0	-0.000	-81.070	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.19	
12	0	-0.000	75.640	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.69	
13	0	-0.000	57.720	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.52	
14	0	-0.000	8.429	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.08	
15	0	-0.000	-53.940	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.12	
16	0	-0.000	47.440	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.43	
17	0	-0.000	-12.300	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.03	
2	15	-0.000	-68.720	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.16	
3	15	-0.000	-86.650	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.20	
4	15	-0.000	70.060	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.64	
5	15	-0.000	52.140	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.47	
6	15	-0.000	5.880	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.05	
7	15	-0.000	-58.450	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.13	
8	15	-0.000	42.930	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.39	
9	15	-0.000	-16.810	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.04	
10	15	-0.000	-63.150	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.14	
11	15	-0.000	-81.070	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.19	
12	15	-0.000	75.640	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.69	
13	15	-0.000	57.720	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.52	
14	15	-0.000	8.429	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.08	
15	15	-0.000	-53.940	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.12	
16	15	-0.000	47.440	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.43	
17	15	-0.000	-12.300	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.03	
2	31	-0.000	-68.720	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.16	
3	31	-0.000	-86.650	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.20	
4	31	-0.000	70.060	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.64	
5	31	-0.000	52.140	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.47	
6	31	-0.000	5.880	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.05	
7	31	-0.000	-58.450	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.13	
8	31	-0.000	42.930	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.39	
9	31	-0.000	-16.810	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.04	
10	31	-0.000	-63.150	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.14	
11	31	-0.000	-81.070	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.19	
12	31	-0.000	75.640	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.69	
13	31	-0.000	57.720	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.52	
14	31	-0.000	8.429	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.08	
15	31	-0.000	-53.940	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.12	
16	31	-0.000	47.440	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.43	
17	31	-0.000	-12.300	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.03	
2	46	-0.000	-68.720	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.16	
3	46	-0.000	-86.650	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.20	
4	46	-0.000	70.060	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.64	
5	46	-0.000	52.140	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.47	
6	46	-0.000	5.880	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.05	
7	46	-0.000	-58.450	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.13	
8	46	-0.000	42.930	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.39	
9	46	-0.000	-16.810	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.04	
10	46	-0.000	-63.150	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.14	
11	46	-0.000	-81.070	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.19	
12	46	-0.000	75.640	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.69	
13	46	-0.000	57.720	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.52	
14	46	-0.000	8.429	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.08	
15	46	-0.000	-53.940	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.12	
16	46	-0.000	47.440	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.43	
17	46	-0.000	-12.300	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.03	
2	61	-0.000	-68.720	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.16	
3	61	-0.000	-86.650	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.20	
4	61	-0.000	70.060	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.64	

5	61	-0.000	52.140	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.47
6	61	-0.000	5.880	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.05
7	61	-0.000	-58.450	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.13
8	61	-0.000	42.930	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.39
9	61	-0.000	-16.810	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.04
10	61	-0.000	-63.150	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.14
11	61	-0.000	-81.070	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.19
12	61	-0.000	75.640	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.69
13	61	-0.000	57.720	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.52
14	61	-0.000	8.429	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.08
15	61	-0.000	-53.940	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.12
16	61	-0.000	47.440	4.02	4.02	4.02	16.40	110.097	0.43
17	61	-0.000	-12.108	4.02	4.02	4.02	16.40	436.236	0.03
2	76	-0.000	-68.720	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.80
3	76	-0.000	-86.650	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	1.00 NON Verif.
4	76	-0.000	70.060	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.24
5	76	-0.000	52.140	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.18
6	76	-0.000	5.880	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.02
7	76	-0.000	-57.780	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.67
8	76	-0.000	42.930	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.15
9	76	-0.000	-13.439	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.16
10	76	-0.000	-62.803	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.73
11	76	-0.000	-81.070	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.94
12	76	-0.000	75.640	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.26
13	76	-0.000	57.720	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.20
14	76	-0.000	8.429	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.03
15	76	-0.000	-52.971	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.61
16	76	-0.000	47.440	3.14	3.14	10.05	2.26	292.406	0.16
17	76	-0.000	-8.632	3.14	3.14	10.05	2.26	86.281	0.10

6.1.3.3.2 MECCANISMI FRAGILI

Le verifiche dei meccanismi fragili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte, sia in condizioni solo statiche sia in condizioni sismiche.

Gli indici di resistenza a taglio più alti sono rappresentati qui in figura:

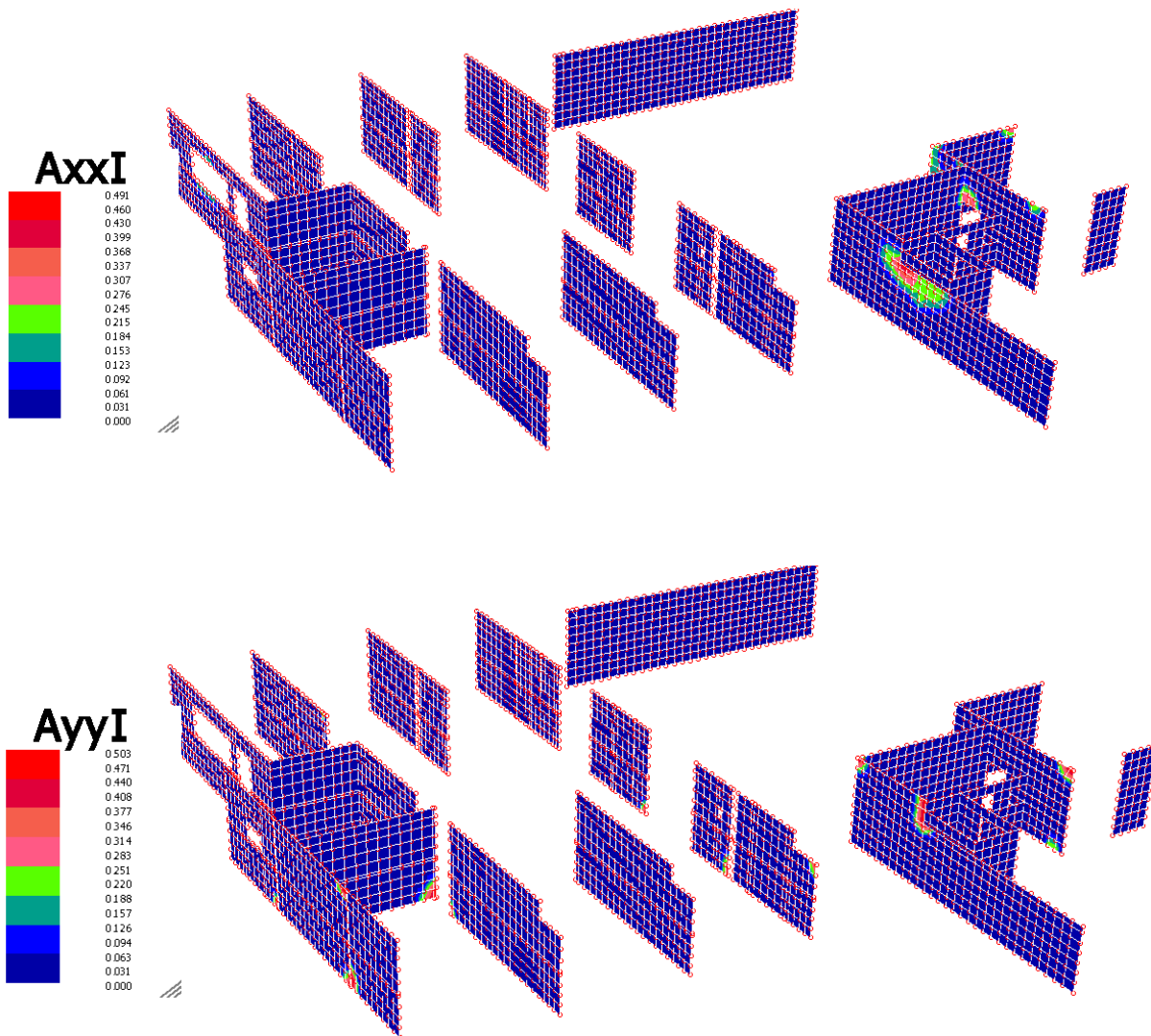


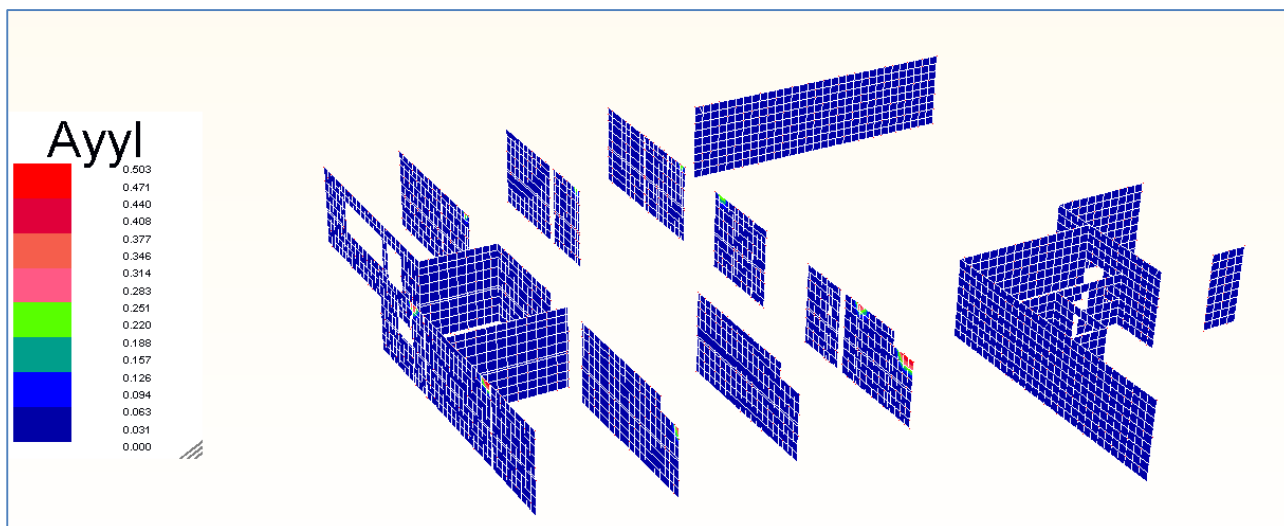
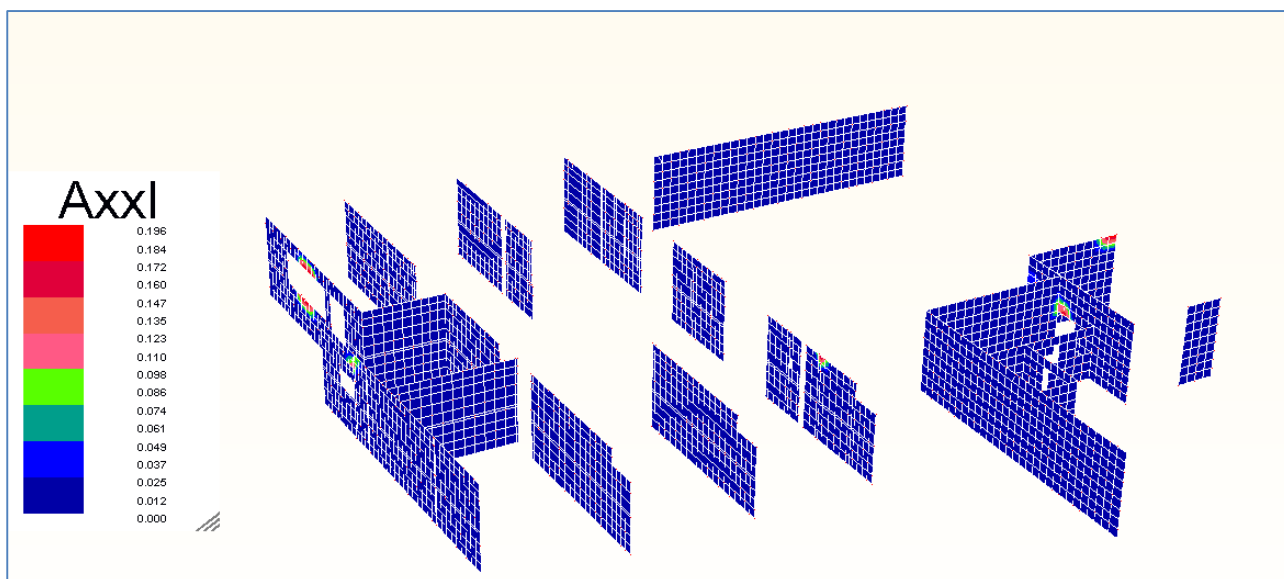
6.1.3.4 PARETI

In questa relazione vengono esaminate solo le combinazioni sismiche perché le situazioni statiche (non sismiche) sono state analizzate in una precedente relazione e sanate con un intervento ad hoc

Non siamo in possesso dei disegni strutturali. Ad ogni buon conto l'opera è stata realizzata nel 1987; dal 1985 era in vigore un DM che imponeva, come armatura minima per le pareti, una barra Φ 8/30 verticale e una barra Φ 5/15 orizzontale. Abbiamo pertanto adottato questa armatura.

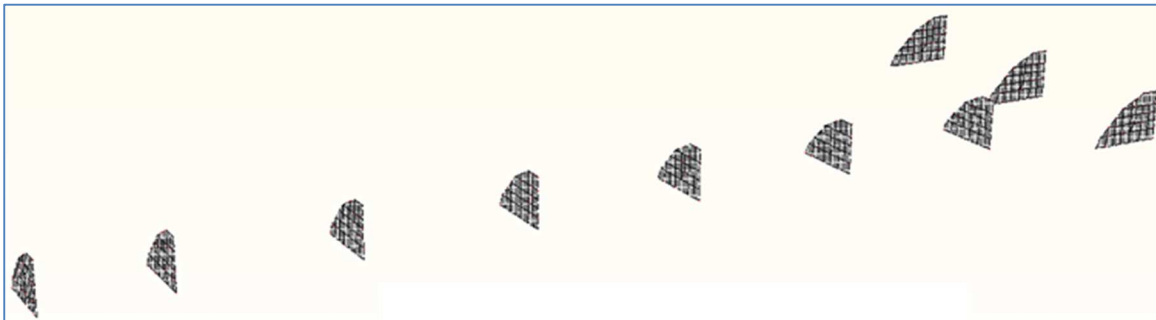
A parte qualche singolarità puntuale trascurabile la verifica delle pareti è soddisfatta.





6.1.3.5 MENSOLE TOZZE

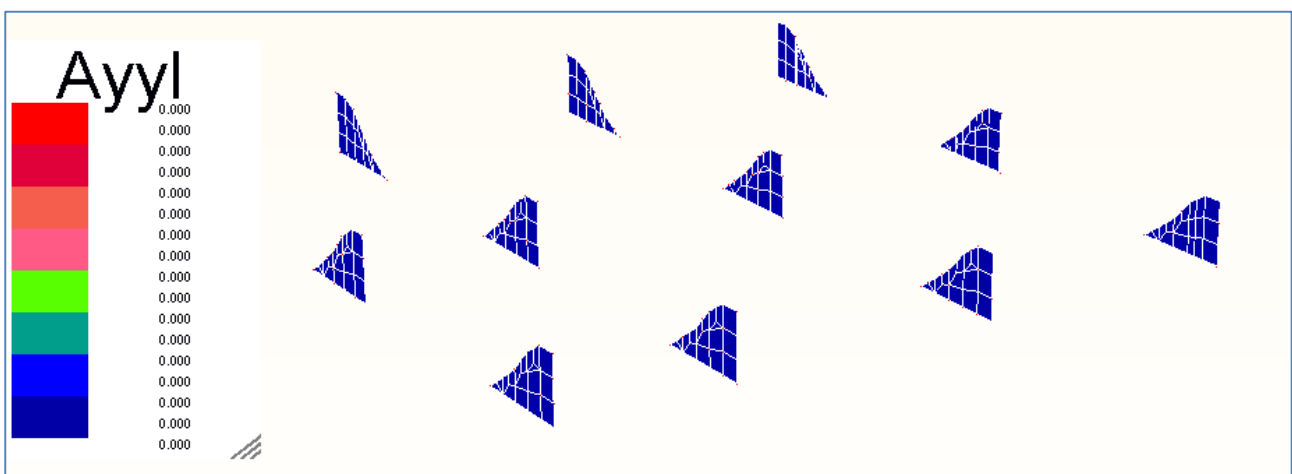
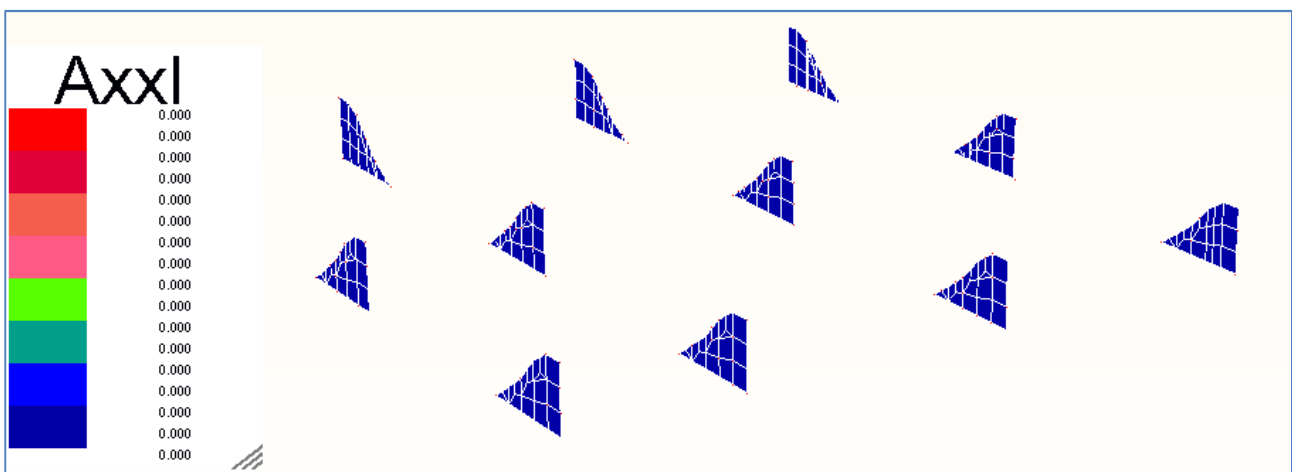
Eseguiamo la verifica delle mensole tozze



Applicando l'armatura che si evince dai disegni:

- l'armatura orizzontale $1\Phi 6/10$
- armatura diagonale $1\Phi 12/40$

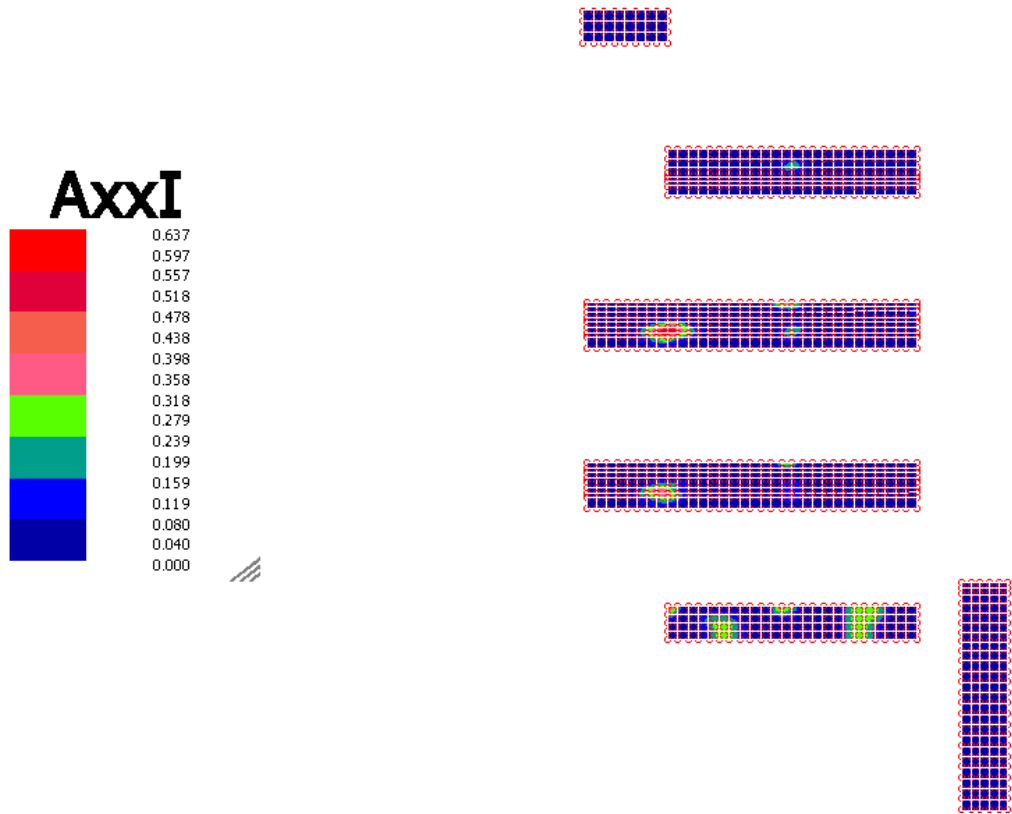
I risultati del calcolo sono favorevoli

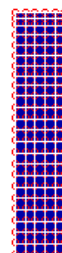
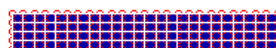
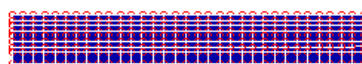
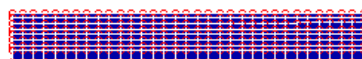
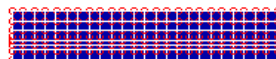
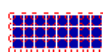
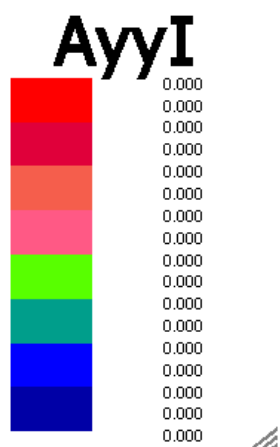
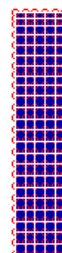
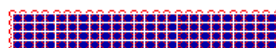
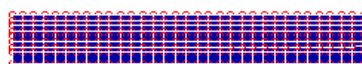
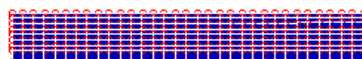
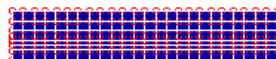
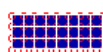
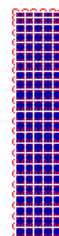
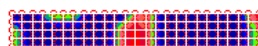
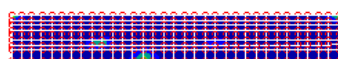
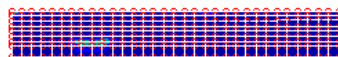
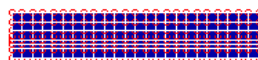
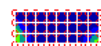
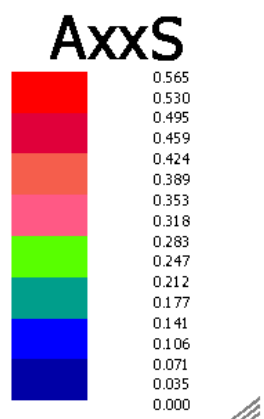


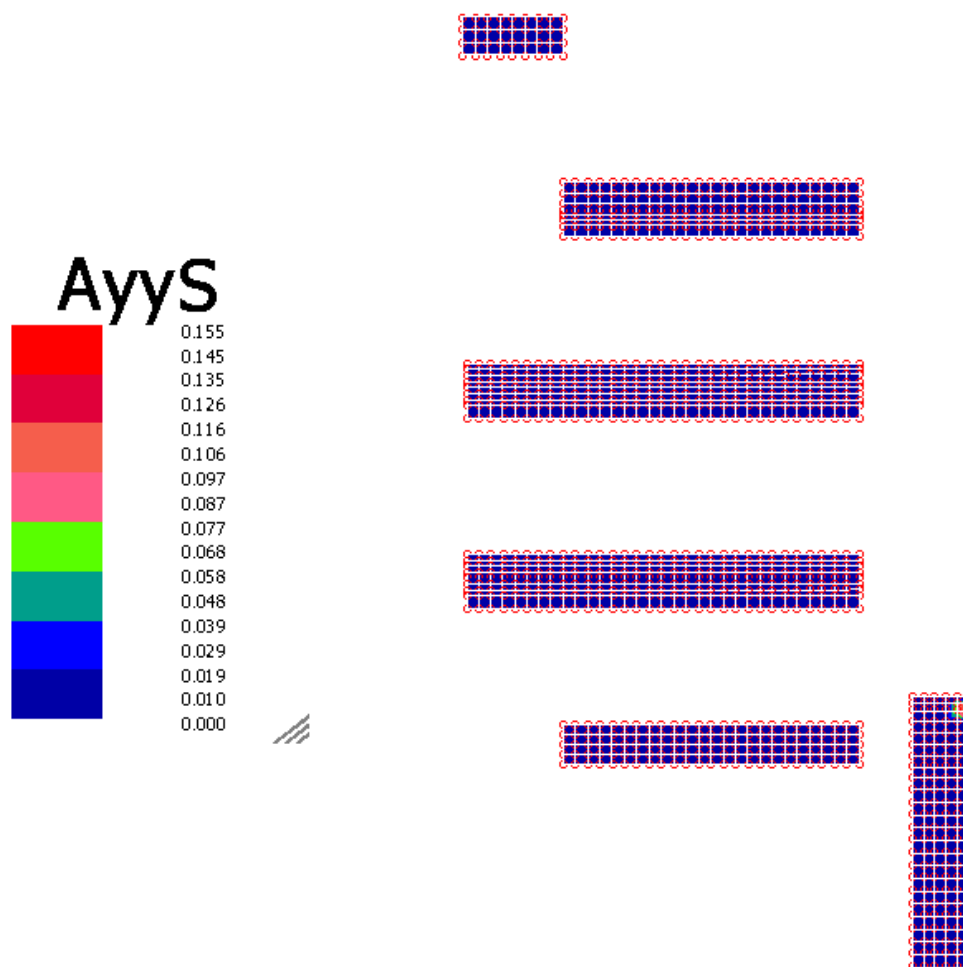
6.1.3.6 SOLETTA DI COPERTURA

Dai disegni strutturali risulta che questa parte è stata armata con doppia rete Φ 8 20x20

Così procedendo i risultati della verificano evidenziano qualche punto in cui l'armatura ipotizzata risulterebbe non sufficiente. In effetti nei disegni si nota una presenza aggiuntiva di 2 Φ 16 superiori e 2 Φ 12 inferiori, che coprono adeguatamente le necessità riscontrate.

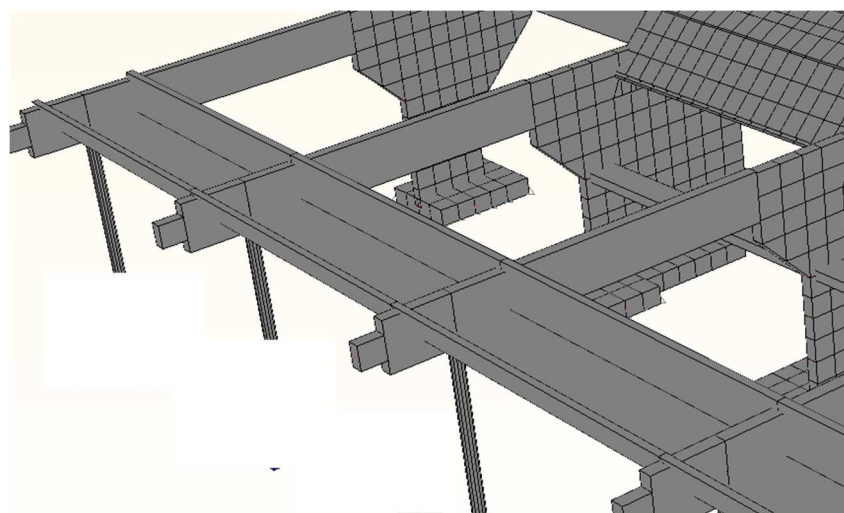




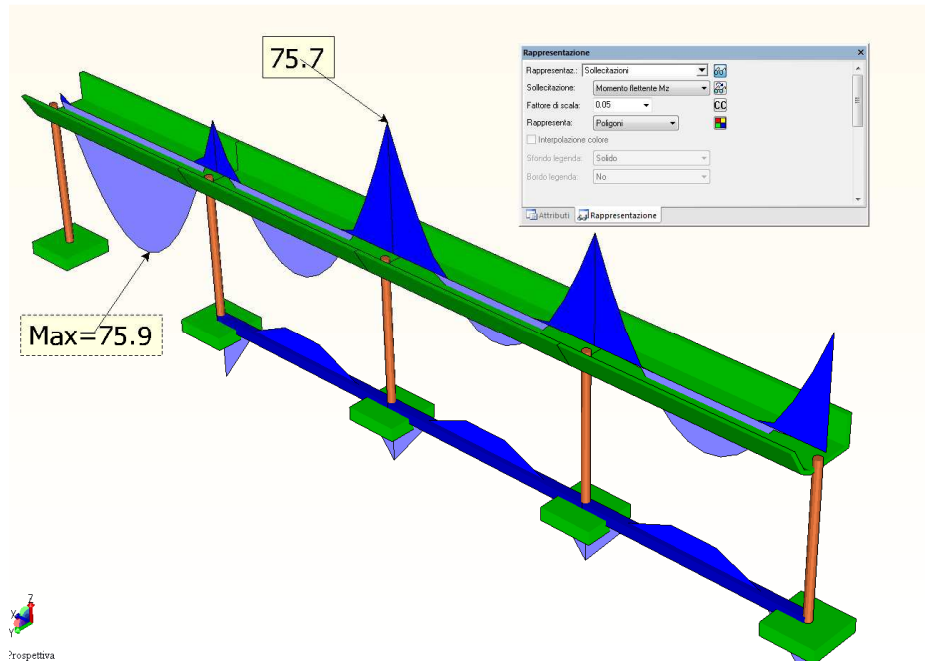


6.1.3.6.1 LINDA A VASCA IN COPERTURA

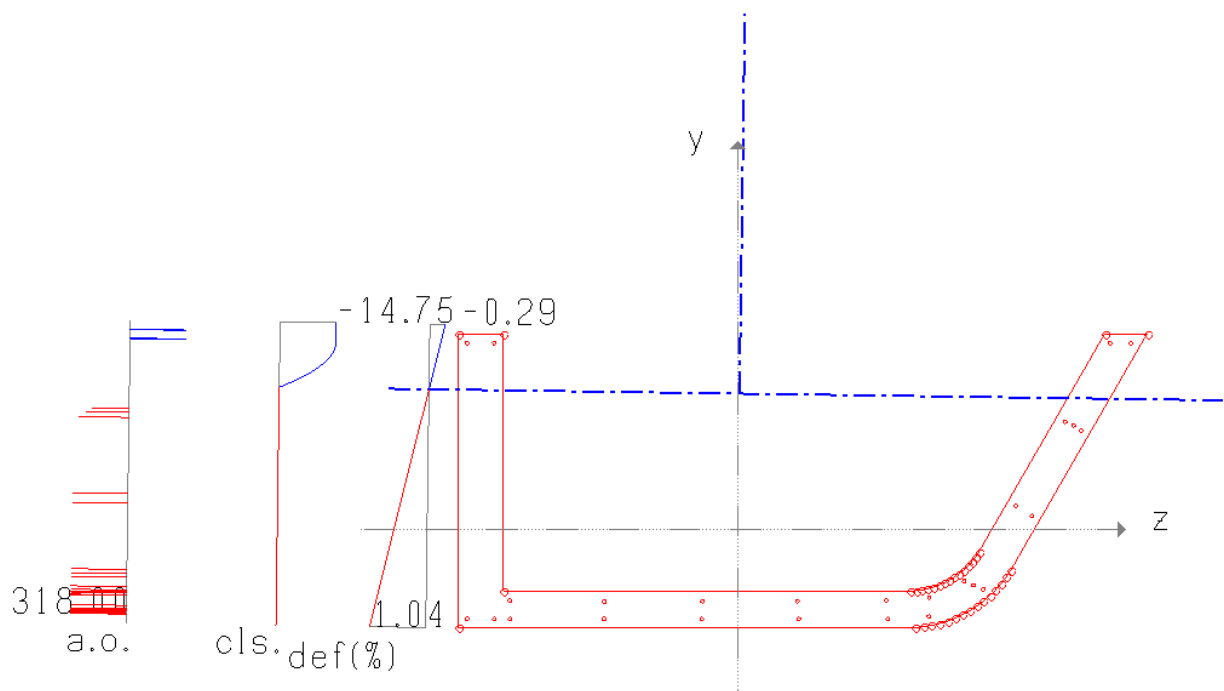
La copertura termina frontalmente e posteriormente con una vasca in c.a. Nei modelli generali la vasca è stata inserita come carico incidente sugli elementi principali della struttura. Per analizzare il comportamento locale della vasca è stato poi realizzato un modello finalizzato a questo scopo, di cui si vede un dettaglio nella figura seguente.

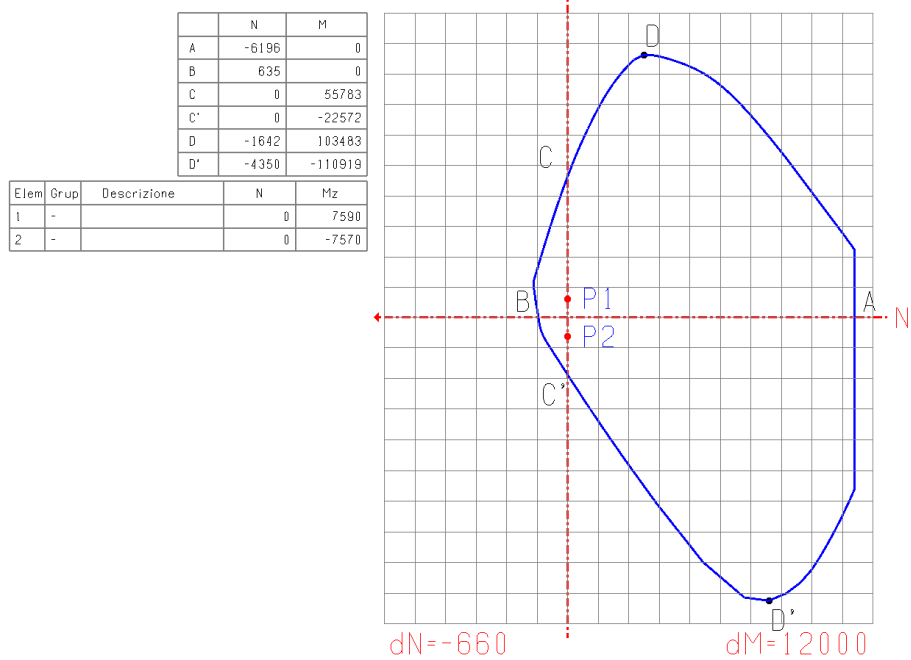


Nell'immagine seguente si osservano anche le massime sollecitazioni flettenti statiche sulla stessa, considerando presenti il carico da neve e quello variabile (coperture accessibili per sola manutenzione).



La verifica statica della sezione restituisce un Indice di Resistenza massimo pari a 0,34.





7 PALESTRA - RELAZIONE SPECIALISTICA SULLA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE”

Nella presente sezione vengono esplicitati i parametri assunti per la verifica di vulnerabilità sismica della palestra.

Come per le precedenti verifiche si segnala che per gli edifici esistenti vanno eseguite solo le verifiche SLU e non quelle SLE, come indicato nel §8.3 delle NTC 2008.

E anche nella bozza delle nuove norme tecniche

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per la combinazione sismica le verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC), secondo quanto specificato al § 7.3.6

Per gli scopi sopra indicati, l'azione sismica è stata calcolata mediante analisi sismica statica equivalente ed applicata alla struttura in conformità alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008). Vengono comunque condotte anche indagini dinamiche in presenza di sisma verticale per la verifica della copertura avendo le travi dimensione superiore a metri 20,0.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E ALTRI PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Ai sensi del punto 2.4.1 del DM 18.01.2008, per la struttura in oggetto si prevede una *Vita Nominale*

$V_n \geq 50$ anni

Ai sensi del punto 2.4.2 del DM 18.01.2008, in presenza di azioni sismiche la *Classe d'uso* della struttura risulta:

Classe III

Il *Periodo di riferimento* della costruzione risulta:

$V_r = 75$ anni

associata a una **probabilità di superamento del 10%** e a un **tempo di ritorno del sisma di 712 anni**.

CLASSE DI DUTTILITÀ DELLA STRUTTURA

Classe di duttilità

BASSA

PARAMETRI SISMICI

Per il sito della costruzione vengono determinati i parametri sismici come segue, evidenziati nell'immagine tratta dal programma di calcolo (MasterSap) adottato per il dimensionamento:

Via Galileo Galilei, 42, 33050 Terzo D'aquileia UD, Italia

CERCA

VITA NOMINALE:
 (anni)

CLASSE DI UTILIZZO:

Classe III

VITA DI RIFERIMENTO:

SPETTRO:

SLV 10%

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELLA VITA DI RIFERIMENTO:
 %

PERIODO DI RITORNO
 (anni)

LATITUDINE:

LONGITUDINE:

RISULTATI:

AG/G:

0.1293

F0:

2.56

TC:

0.37

Riguardo alla modellazione, questa viene dettagliata all'interno della relazione di calcolo; in particolare, come più largamente specificato nel seguito della presente relazione, gli effetti sismici vengono valutati mediante un'analisi sismica statica equivalente.

AZIONE SISMICA PER LO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)

I dati seguenti riguardano tutte 3 le strutture

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Statica eq SOLO DINAMICHE
Intestazione del lavoro	Terzo palestra
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unità' di misura delle forze	kN
Unità' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC/2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	712 anni
Località	Terzo d'Aquileia
ag/g	0.129

F0	2.56
Tc	0.37
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1
DATI SPETTRO	
Eccentricita' accidentale	0%
Periodo proprio T1	0.2598 [C1 = 0.05 H = 9]
λ	1
Fattore q di struttura	qor=1.5
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Sd (T1)	0.330 g
Coeff.globale accelerazione sismica	0.330

FATTORE DI STRUTTURA

Considerata la particolare tipologia della struttura, mista, si ritiene opportuno assumere come fattore q di struttura in entrambe le direzioni orizzontali X e Y il valore:

$$q = 1.5$$

seguendo quanto suggerito dalla Circolare NTC 2008 al par. C8.7.2.4.

Analisi statica lineare con fattore q

Nella seconda modalit     possibile utilizzare lo spettro di progetto, definito in   3.2.3 delle NTC, che si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q, il cui valore   scelto nel campo fra 1,5 e 3,0 sulla base della regolarit   nonch   dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche. Valori superiori a quelli indicati devono essere adeguatamente giustificati con riferimento alla duttilit   disponibile a livello locale e globale. In particolare, nel caso in cui il sistema strutturale resistente all'azione orizzontale sia integralmente costituito da nuovi elementi strutturali, si possono adottare i valori dei fattori di struttura validi per le nuove costruzioni, fatta salva la verifica della compatibilit   degli spostamenti delle strutture esistenti.

Il fattore di struttura **q= 1,5**   valido per l'analisi dei meccanismi duttili che fragili.

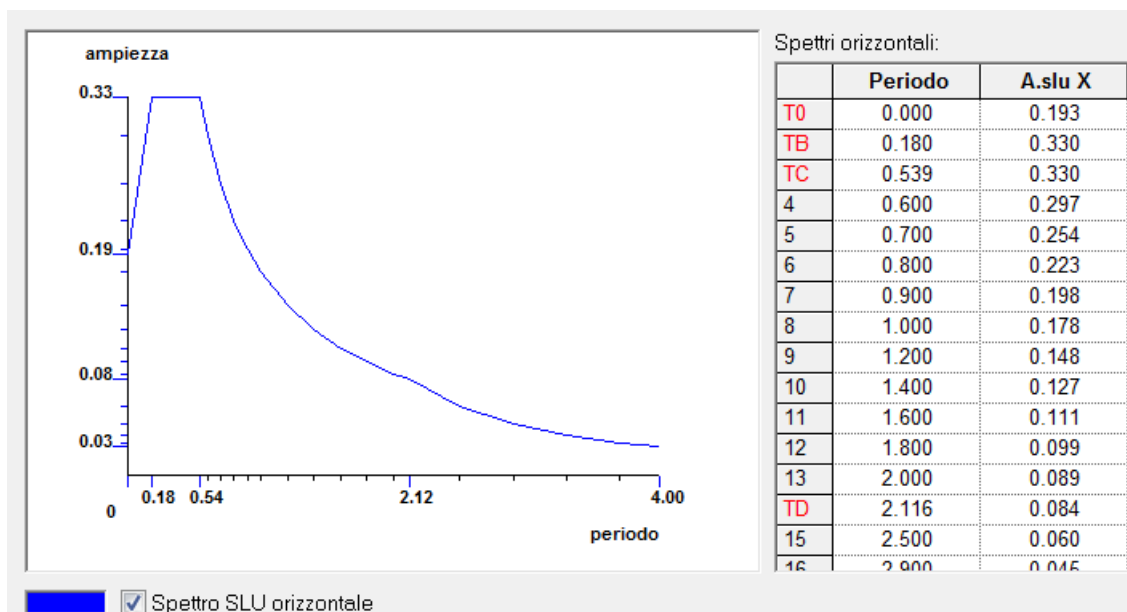


Figura 166 SPETTRO DI PROGETTO allo Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

8 PALESTRA - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE

CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE

Il comportamento delle strutture in oggetto, sotto le azioni statiche e sismiche, è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.

Si tratta di strutture miste costituite da pareti in cls., pilastri in cls. e acciaio, copertura della sala in acciaio ed orizzontamenti di copertura dei corpi accessori in laterocemento.

Dai progetti architettonici risulta che la struttura è fondata su travi continue in calcestruzzo con l'eccezione dei due setti che portano la copertura della sala che sono fondati su pali. Non vi è traccia della calcolazione dei pali al pari di tutta la restante.

Il comportamento del terreno è rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo differenziata per tenere in considerazione della presenza di pali al di sotto dei setti a Y che portano la copertura.

È stata adottata un'analisi lineare e i parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano principalmente il modulo di Young e il coefficiente di Poisson.

Sono stati assunti i piani rigidi in corrispondenza dei solai dei corpi accessori (in laterocemento) mentre per la copertura questo non è stato possibile in considerazione della sua flessibilità.

Si ritiene che i modelli utilizzati siano rappresentativi del comportamento reale della struttura.

La palestra si trova collegata con un percorso chiuso coperto di scarsa rilevanza ai fini strutturali come illustrato nella mappa qui di seguito.



Si riporta nel seguito il modello del corpo analizzato.

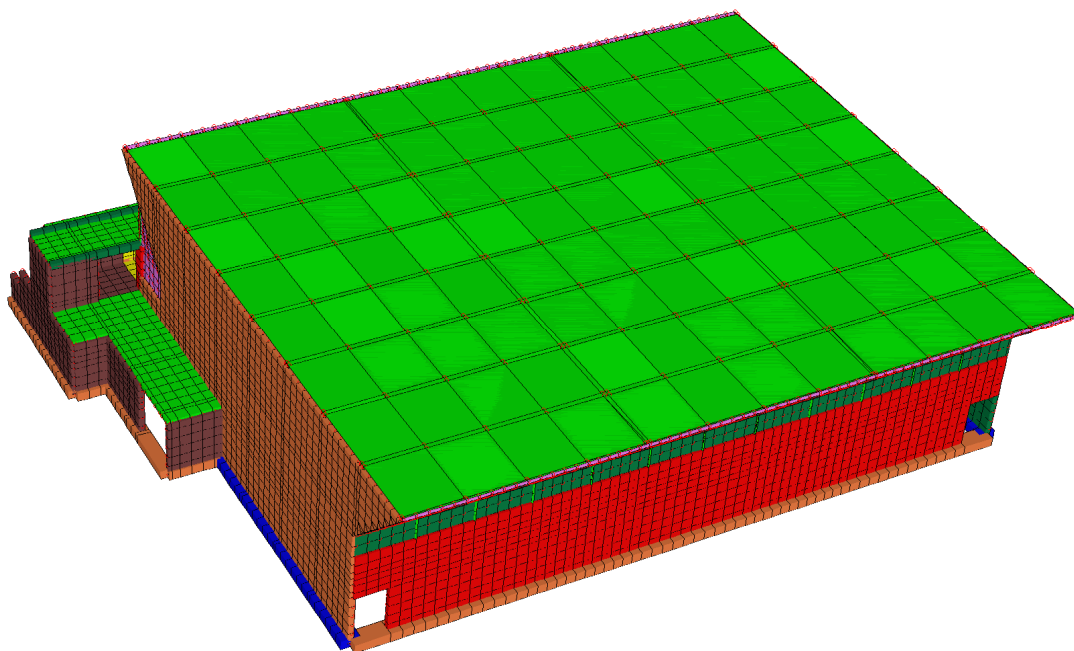


Figura 167 Il modello con la copertura visibile

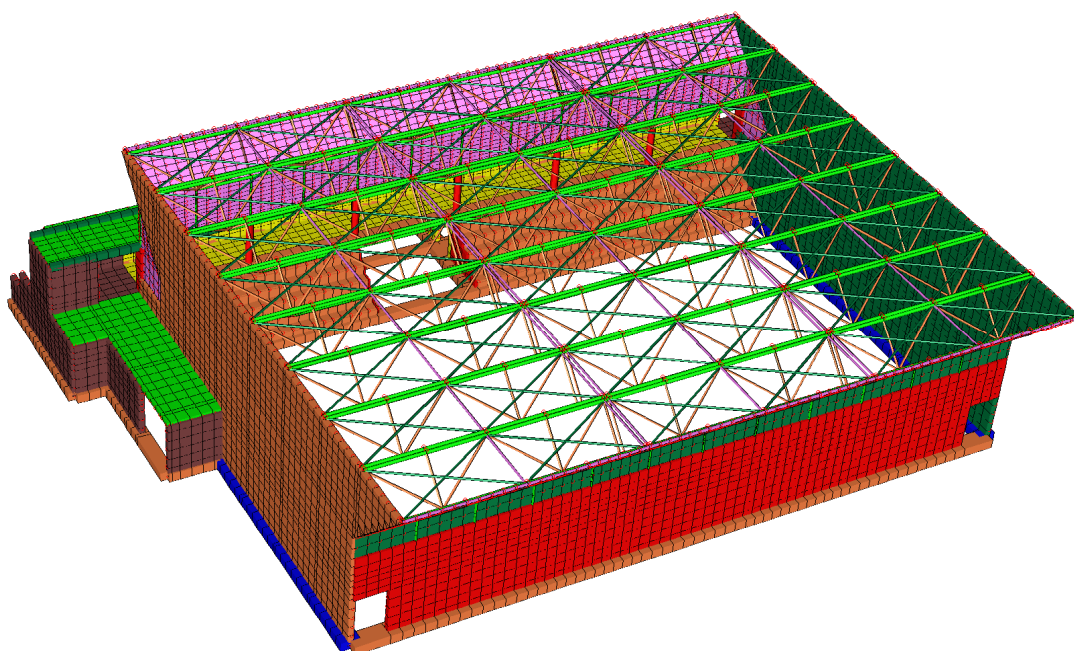


Figura 1688 Il modello senza il rivestimento di copertura visibile

9 PALESTRA - RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

Nelle verifiche si adotta ovviamente il metodo degli stati limite

9.1 ANALISI DEI CARICHI

Per l'analisi dei carichi si è tenuto conto, caso per caso, dei contributi derivanti dalle seguenti voci:

9.1.1 CARICHI PESI PROPRI, PERMANENTI, VARIABILI

• Solaio copertura spogliatoi (permanente e perm. portato)	290 daN/m ²
• Permanente copertura sala attività	16 daN/m ²
• Neve	120 daN/m ²
• Vento h=4,0 m. (senza Cp)	70 daN/m ²
• Vento h=7,6 m. (senza Cp)	85 daN/m ²
• Categoria C – Palestre	500 daN/m ²
• Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	50 daN/m ²

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE PER DETERMINAZIONE AZIONE SISMICA CARICHI VARIABILI

Coefficienti di combinazione Ψ_{2j} assunti in conformità al DM 14.01.2008 (tab. 2.5.1); per la neve e il carico variabile categoria H il coefficiente è zero.

RAPPRESENTAZIONE DEI CARICHI

Nel seguito vengono riportati i carichi (pressioni) agenti sulla struttura che, oltre a neve, vento e carichi utili di palestra e copertura è assoggettata anche a spinta del terreno in quanto parzialmente interrata.

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve	2	Condizione 2	Variabile: Neve	-1.200000	0.000	-1.200000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso copertura acciaio	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.160000	0.000	-0.160000	0.000	1.0000	1.0000

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Spinta terreno	15	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	20.580000	1.0000	1.0000

Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Categoria C3 - Musei, sale da ballo, palestre	6	Condizione 4	Variabile: Aree di acquisto e congresso	-5.000000	0.6000	0.6000
Categoria H - Coperture e sottotetti	7	Condizione 3	Variabile: Domestici e residenziali	-0.500000	0.0000	0.0000
Peso copertura acciaio	14	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.160000	1.0000	1.0000

Carico di superficie nella direzione globale X, agente sulla superficie in proiezione ortogonale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento h=4.0 (secondo X)	8	Condizione 5	Variabile: Vento	0.702000	0.0000	0.0000
Vento h=7.6 (secondo X)	10	Condizione 5	Variabile: Vento	0.850000	0.0000	0.0000
Vento tangenziale (secondo X)	12	Condizione 5	Variabile: Vento	0.020000	0.0000	0.0000

Carico di superficie nella direzione globale Y, agente sulla superficie in proiezione ortogonale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Vento h=4.0 (secondo Y)	9	Condizione 6	Variabile: Vento	0.702000	0.0000	0.0000
Vento h=7.6 (secondo Y)	11	Condizione 6	Variabile: Vento	0.850000	0.0000	0.0000
Vento tangenziale (secondo Y+)	13	Condizione 6	Variabile: Vento	0.020000	0.0000	0.0000
Vento tangenziale (secondo Y-)	16	Condizione 7	Variabile: Vento	-0.020000	0.0000	0.0000
Vento h=4.0 (secondo Y-)	17	Condizione 7	Variabile: Vento	-0.702000	0.0000	0.0000
Vento h=7.6 (secondo Y-)	18	Condizione 7	Variabile: Vento	-0.850000	0.0000	0.0000

Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie in proiezione ortogonale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.dinamica	Aliq.inerz.SLD
Neve	5	Condizione 2	Variabile: Neve	-0.120000	0.0000	0.0000

9.2 PARAMETRI GENERALI DELL'ANALISI

Per tutti e tre i corpi di fabbrica della scuola è stata adottata una *Analisi sismica dinamica* come indicato nella Circolare 2009 al paragrafo C8.7.2.4 *Metodi di analisi e criteri di verifica*. Lo spettro di progetto, definito in § 3.2.3 delle NTC, si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q , il cui valore per queste strutture è stato scelto pari a 1,5.

9.2.1 ANALISI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme. In particolare è stata adottata l'analisi modale e applicazione dello spettro di risposta. Gli effetti delle azioni dinamiche, ottenuto come contemplato dalle norme per sovrapposizione degli effetti modali, è stato sovrapposto a quello statico concomitante prevedendo tutte le possibili permutazioni di segno dei risultati dinamici.

Le combinazioni di carico statiche (in assenza di azioni sismiche) allo stato limite ultimo sono ottenute mediante combinazioni dei carichi permanenti e variabili

9.2.1.1 COMBINAZIONI DI CARICO

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica vento +X	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.900
2	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
3	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
4	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
5	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
6	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
7	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
8	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
9	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
10	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
11	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
12	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
13	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
14	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
15	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
16	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
17	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.000
37	Statica vento -Y	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.900
39	Statica vento +Y	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.900
40	Statica senza vento	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
41	Statica senza neve vento verso X	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 5	1.500
42	Statica senza neve vento verso Y	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 6	1.500
43	Statica senza neve vento verso -Y	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 5	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 6	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 7	1.500

10 PALESTRA - VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

PREMESSA

Al fine di effettuare la Valutazione Sismica delle unità strutturali, si è proceduto con *Analisi sismica dinamica* come indicato nella Circolare 2009 al paragrafo C8.7.2.4 *Metodi di analisi e criteri di verifica*. Lo spettro di progetto, definito in § 3.2.3 delle NTC, si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q , il cui valore per queste strutture è stato scelto pari a 1,5.

La valutazione della sicurezza sismica è stata fatta considerando in tutte le verifiche un fattore di confidenza **FC = 1,35**.

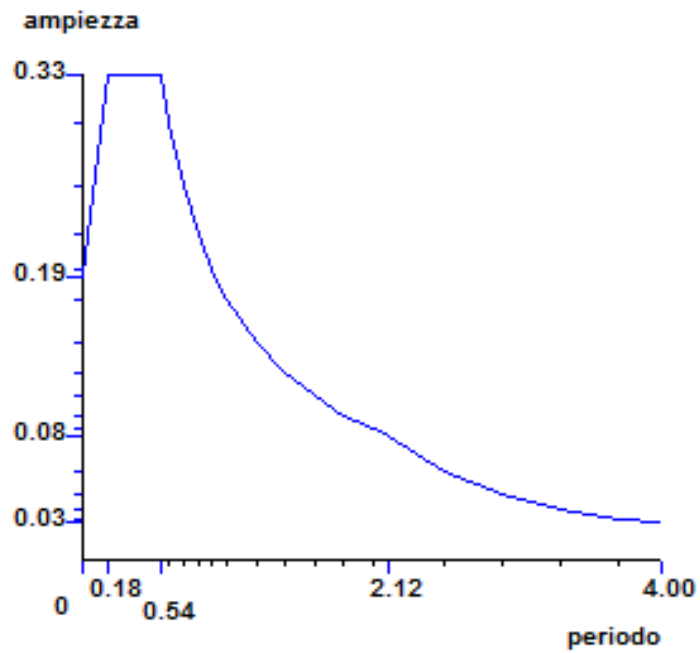
La valutazione della sicurezza sismica della struttura viene effettuata a partire dalla DOMANDA sismica definita per la tipologia di opera sul sito ove essa si attesta. Nella Tabella qui di seguito si illustra la domanda in termini di T_{rD} e PGA_D per lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, nel caso dell'opera di Classe d'uso III, Vita nominale 50 anni e Vita di riferimento 75 anni.

T_{rD}	ag/g	Fo	T^*_C	S_T	Categoria sottosuolo	S_S	C_C	T_C	T_B	T_D	PGA_D
712	0,129	2,56	0,37	1	C	1,5	1,458	0,539	0,18	2,116	0,1935

La verifica richiede che tutti gli elementi strutturali “duttili” devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza, lo stesso per tutti gli elementi strutturali “fragili”.

AZIONE SISMICA PER SLV TrD = 712 anni (DOMANDA)

periodo		PGA SLV
	0.000	0.1935
TB	0.179	0.3302
TC	0.538	0.3302
	0.600	0.2969
	0.700	0.2545
	0.800	0.2227
	0.900	0.1979
	1.000	0.1781
	1.200	0.1484
	1.400	0.1272
	1.600	0.1110
	1.800	0.0990
	2.000	0.0891
TD	2.116	0.0842
	2.500	0.0603
	2.900	0.0448
	3.300	0.0346
	3.700	0.0275
	4.000	0.0258



10.1.1.1 MATERIALI

In relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati in questo corpo le tensioni di calcolo sono le seguenti:

Per i calcestruzzi in elevazione

- R_{cm} : 34.60 N/mm^2
- f_{ym} : 430.0 N/mm^2
- fatt. confidenza: $FC = 1,35$

Tensioni di calcolo a pressoflessione:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -21.3 N/mm^2
 - f_{ydm} : 318.5 N/mm^2

Tensioni di calcolo a taglio:

- Tensioni di calcolo:
 - f_{cdm} : -14.2 N/mm^2
 - f_{ydm} : 277.0 N/mm^2

Per le strutture in acciaio

Prova	HLD 1	HLD 2	HLD 3	HLD 4	HLD 5	HLD MED	HV 1	HV 2	HV 3	HV 4	HV 5	HV MED	Rm N/mm ²
1	355	346	362	348	357	354	108	103	113	105	110	108	368
2	366	365	366	364	368	366	116	115	116	114	117	116	385
3	395	390	385	378	385	387	135	132	128	123	128	129	433
4	354	354	354	346	348	351	108	108	108	103	105	106	360
5	513	533	538	534	521	528	237	258	263	259	245	252	804

1. Elemento tubolare (foto 2.2.2)
2. Elemento tubolare (foto 2.2.3)
3. Elemento tubolare (foto 2.2.4)
4. Flangia (foto 2.2.5)
5. Bullone (foto 2.2.6)

Il valore medio della Resistenza di Rottura R_m dei tubolari è pari a 386 N/mm^2 (che chiameremo $R_{m\text{media}}$)

Nel caso specifico possiamo fare una stima molto prudente della tensione di snervamento $f_{y\text{media}}$, dividendo per 1,5 la tensione $R_{m\text{media}}$ ottenendo così: $f_{y\text{media}} = 257 \text{ N/mm}^2$. Si noti che questo valore è sostanzialmente eguale a quello previsto come **valore minimo** della tensione di snervamento per l'acciaio FE 360 (nell'ambito degli spessori di interesse)

Classe	Tensione di snervamento caratteristica	Tensione a rottura caratteristica
S235 (Fe 360)	235 MPa	360 MPa
S275 (Fe 430)	275 MPa	430 MPa
S355 (Fe 510)	355 MPa	510 MPa
S450	440 MPa	550 MPa

Assumiamo cautelativamente:

- $R_{m_{media}} = 360 \text{ N/mm}^2$
- $f_{y_{media}} = 257 \text{ N/mm}^2$

10.1.1.2 IL PROGETTO SIMULATO

In relazione alla mancanza dei progetti strutturali (in realtà è disponibile un predimensionamento della copertura allegato al progetto esecutivo edile, ma è difforme da quanto realizzato) viene condotto dapprima un progetto simulato onde determinare il minimo di armatura necessaria secondo la normativa dell'epoca di costruzione.

Successivamente le armature così generate vengono modificate con quelle rilevate, laddove disponibili i dati.

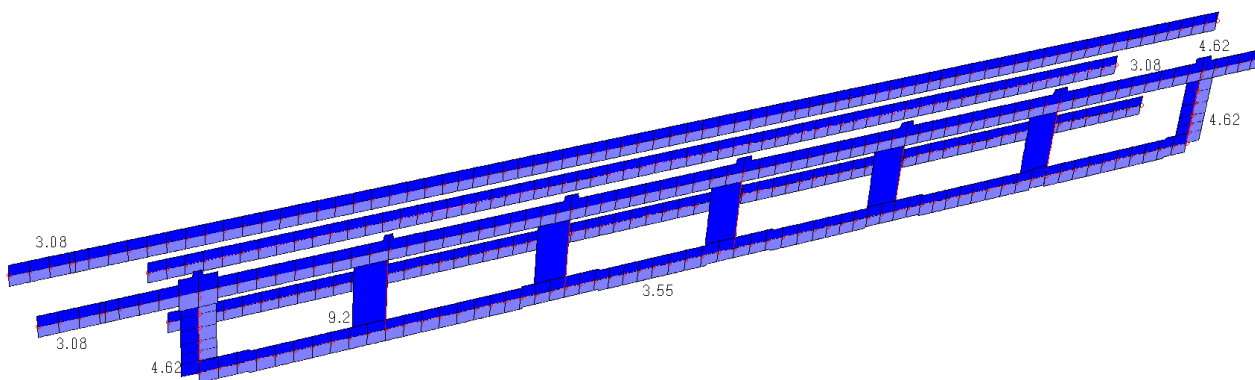


Figura 1699 Armatura superiore/inferiore da progetto simulato

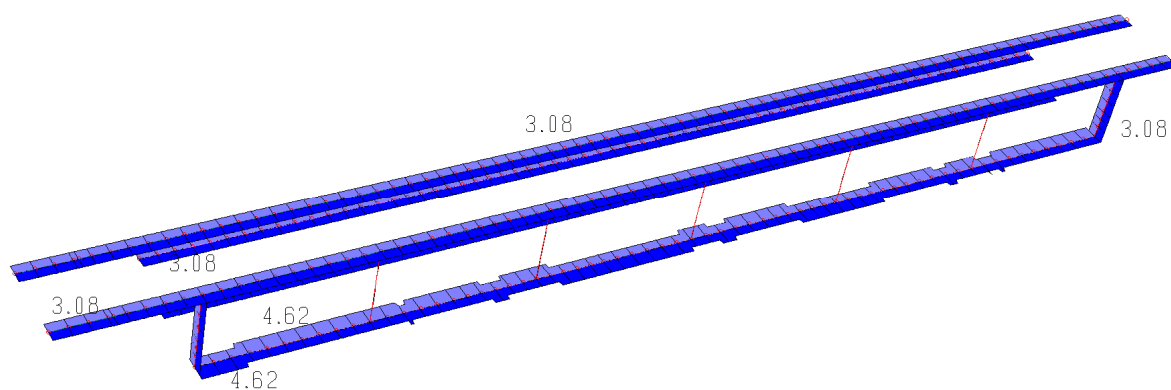


Figura 170 Armatura anteriore/posteriore da progetto simulato

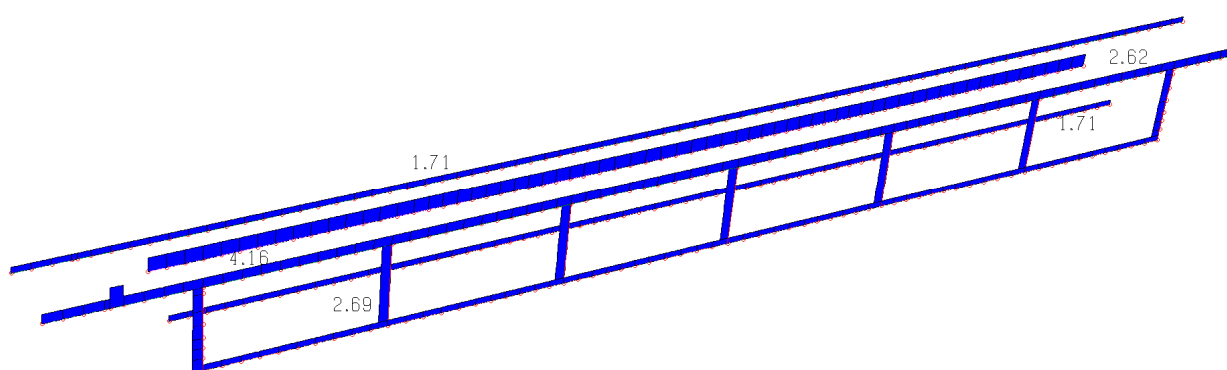


Figura 170 Armatura trasversale da progetto simulato

10.1.1.3 VERIFICA IN CAMPO STATICO

La prima analisi condotta (preliminare a tutto) riguarda la verifica dell'attitudine della struttura ad operare in solo campo statico (sisma pertanto assente) onde permetterne l'utilizzo in assenza di adeguamento.

Vengono pertanto analizzate, in analisi statica sismica equivalente con le armature in parte desunte dal progetto simulato ed in parte rilevate dalla dita incaricata dall'Amministrazione comunale, le sole combinazioni statiche per i vari gruppi di elementi che danno i risultati rappresentati nel seguito:

10.1.1.3.1 TRAVI E PILASTRI IN CLS.

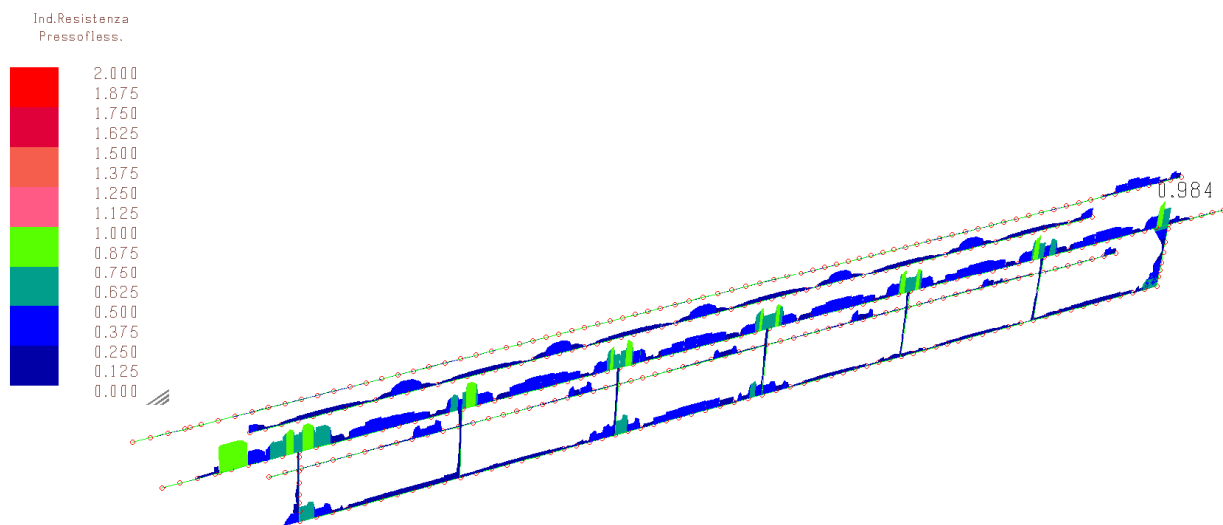


Figura 171 Indici di resistenza verifica meccanismi duttili (pressoflessione)

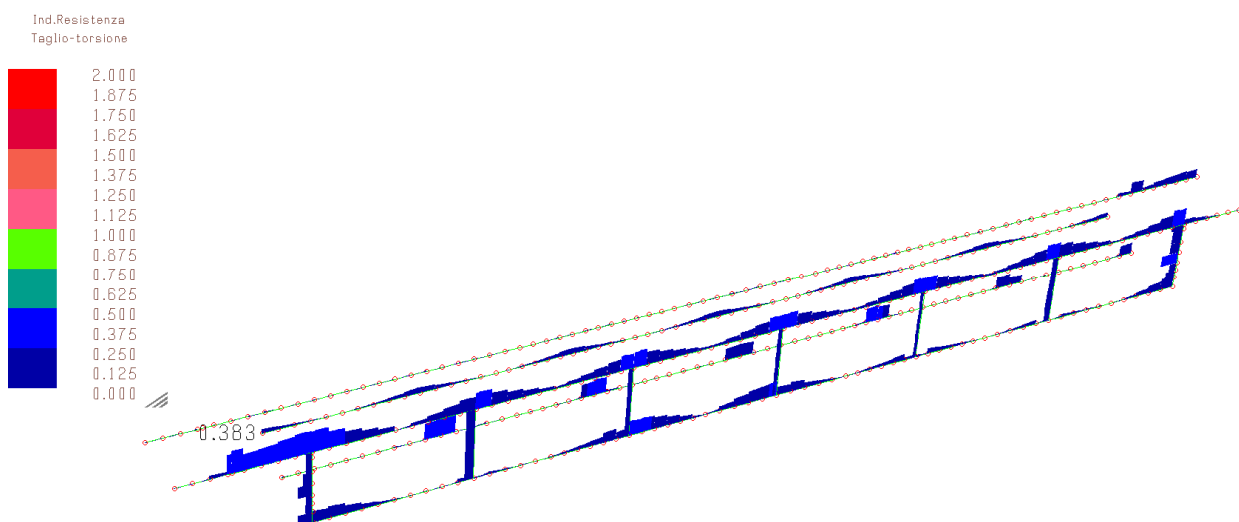


Figura 172 Indici di resistenza verifica meccanismi fragili (taglio e torsione)

In considerazione che la trave che porta le gradinate ha sezione non rettangolare viene verificata per le sollecitazioni maggiori (in campata ed agli appoggi) utilizzando il dominio di rottura e le caratteristiche dei materiali per “edifici esistenti”.

Dobbiamo determinare in MasterSap (Verifiche sezioni in c.a.) le caratteristiche dei materiali per la verifica manuale delle sezioni con i seguenti assunti derivanti dalla lettura della relazione Ser.Co.Tec. S.r.l.

$$R_{cm} = 34,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ym} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Banca globale delle tabelle parametri verifiche s.l.u. calcestruzzo e acciaio ordinario

Normativa: NTC-2008

Versione: Edificio esistente

Descrizione: NTC-2008 Edificio esistente

Unità di misura: Kg/cm² = daN/cm²

Classe dei materiali: Rcm = 346 fym = 4300

γ_c α_{cc} γ_s

Calcestruzzo/Acciaio | Parametri generali | Proprietà FRC |

Parametri progetto del calcestruzzo

Tensione di calcolo calcestruzzo per le verifiche S.L.U. a presso-tensoflessione:

Tensione di calcolo a compressione calcestruzzo (verifica taglio e torsione):

Tensione di calcolo a trazione calcestruzzo (verifica taglio):

Deformazione unitaria massima compressione:

Parametri progetto acciaio ordinario

Tensione di calcolo acciaio per le verifiche S.L.U. a presso-tensoflessione:

Modulo di Young acciaio per le verifiche S.L.U.:

Tensione di calcolo per l'armatura trasversale (verifica taglio e torsione):

Tensione di calcolo per l'armatura longitudinale (verifica torsione):

Deformazione unitaria massima compressione/trazione:

Descrizione curva:

Prendendo spunto dal Manuale di MasterSap, se noi vogliamo ottenere le tensioni sopra indicate dobbiamo procedere come segue:

10.8.1.1 Le tensioni di calcolo a pressoflessione

$$f_{cd}^{(esist)} = \frac{f_{cd}^{(std)} \cdot \gamma_c}{FC} \text{ e}$$

Riprendendo l'esempio già introdotto nel par. 10.4, ad una resistenza media pari a 346 daN/cm² (equivalente a Rck 250) abbiamo visto corrispondere una tensione convenzionale di calcolo $f_{cd}^{(std)}$, di 191.45 daN/cm².

In effetti MasterEsist utilizzerà, in LC1, una tensione pari a:

$$f_{cd}^{(esist)} = \frac{f_{cd}^{(std)} \cdot \gamma_c}{FC} = \frac{191.45 \cdot 1.5}{1.35} = 212.72 \text{ daN/cm}^2$$

Riprendo dal par. 10.4

Svolgiamo pertanto un esempio numerico a chiarimento.

Supponiamo che in una costruzione sia stato utilizzato, a suo tempo, Rck = 250 daN/cm².

In riferimento a quanto riportato nel par. 11.2.10.1 delle NTC 2008, si avrà che:

fck corrispondente vale 207.5 daN/cm² (eq. 11.2.1);

fcm vale quindi 287.5 daN/cm² [fcm = fck + 8 (MPa), eq. 11.2.2];

Rcm è pari quindi a 346.4 daN/cm² [per il passaggio da fcm ad Rcm si usa l'inverso dell'equazione 11.2.1];

Nel nostro caso sulla base dei valori presentati all'inizio

Con $R_{cm} = 34,6$ e $f_{ym} = 430 \Rightarrow f_{cd} = 19,2 \quad f_{yd} = 373,9$

- con $FC = 1.35 \quad F_{cd} (esist) = 19,2 * 1.5 / 1.35 = \mathbf{21,3 \text{ N/mm}^2}$

Per quanto riguarda f_{yd} :

$$f_{yd}^{(esist)} = \frac{f_{yd}^{(std)} \cdot \gamma_s}{FC}, \text{ dove } FC \text{ è il fattore di confidenza letto nella tabella dell'elemento;}$$

$$f_{yd}^{(esist)} = \frac{f_{yd}^{(std)} \cdot \gamma_s}{FC} = \frac{3652.17 \cdot 1.15}{1.35} = 3111.1 \text{ daN/cm}^2.$$

Nel nostro caso

- con $FC = 1.35 \quad F_{yd} (esist) = 373,9 * 1.15 / 1.35 = \mathbf{318,5 \text{ N/mm}^2}$

10.8.2.3.1 Determinazione di V_{Rsd} e V_{Rcd} (e quindi di V_u (taglio))

Le tensioni di calcolo adottate in MasterEsis in questo caso vengono così calcolate:

$$f_{cd}^{(esist)} = \frac{f_{cd}^{(std)}}{FC} \text{ e } f_{yd}^{(esist)} = \frac{f_{yd}^{(std)}}{FC}.$$

Pertanto

- con $FC = 1.35 \Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow F_{cd} (esist) = 19,2 / 1.35 = 14,2 \quad \text{N/mm}^2$
- con $FC = 1.35 \Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow F_{yd} (esist) = 373,9 / 1.35 = 277,0 \quad \text{N/mm}^2$

Per tutte le verifiche la tabella di calcolo è pertanto la seguente:

Normativa: NTC-2008

Versione:

Descrizione: NTC-2008 Edificio esistente

Unità di misura:

Classe dei materiali:

γ_c α_{cc} γ_s

Calcestruzzo/Acciaio | Parametri generali | Proprietà FRC |

Parametri progetto del calcestruzzo

Tensione di calcolo calcestruzzo per le verifiche S.L.U. a presso-tensoflessione:	-213.000
Tensione di calcolo a compressione calcestruzzo (verifica taglio e torsione):	-142.000
Tensione di calcolo a trazione calcestruzzo (verifica taglio):	13.154
Deformazione unitaria massima compressione:	0.0035

Parametri progetto acciaio ordinario

Tensione di calcolo acciaio per le verifiche S.L.U. a presso-tensoflessione:	3185.000
Modulo di Young acciaio per le verifiche S.L.U.:	2100000.0
Tensione di calcolo per l'armatura trasversale (verifica taglio e torsione):	2770.000
Tensione di calcolo per l'armatura longitudinale (verifica torsione):	3739.130
Deformazione unitaria massima compressione/trazione:	0.0100

Descrizione curva:

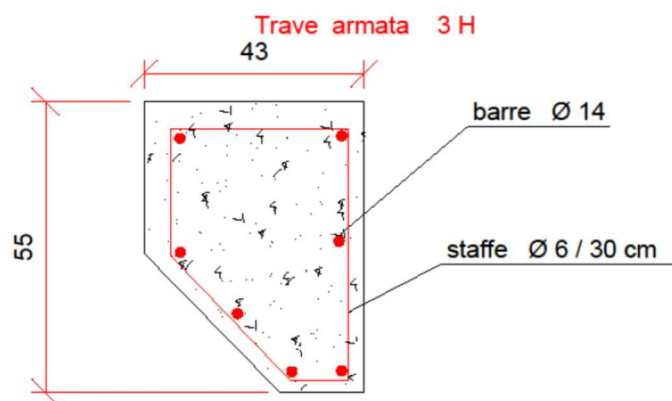


Figura 174 Trave sopra le gradinate

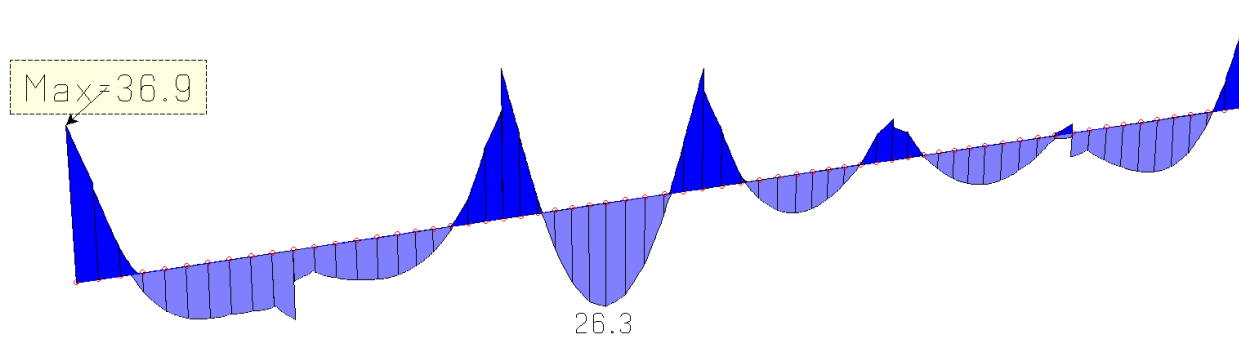


Figura 175 Momento flettenrte M_z (kN)

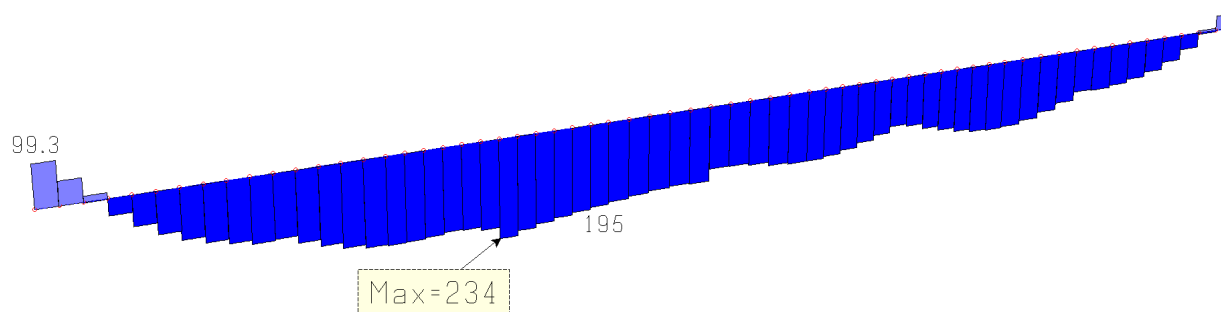
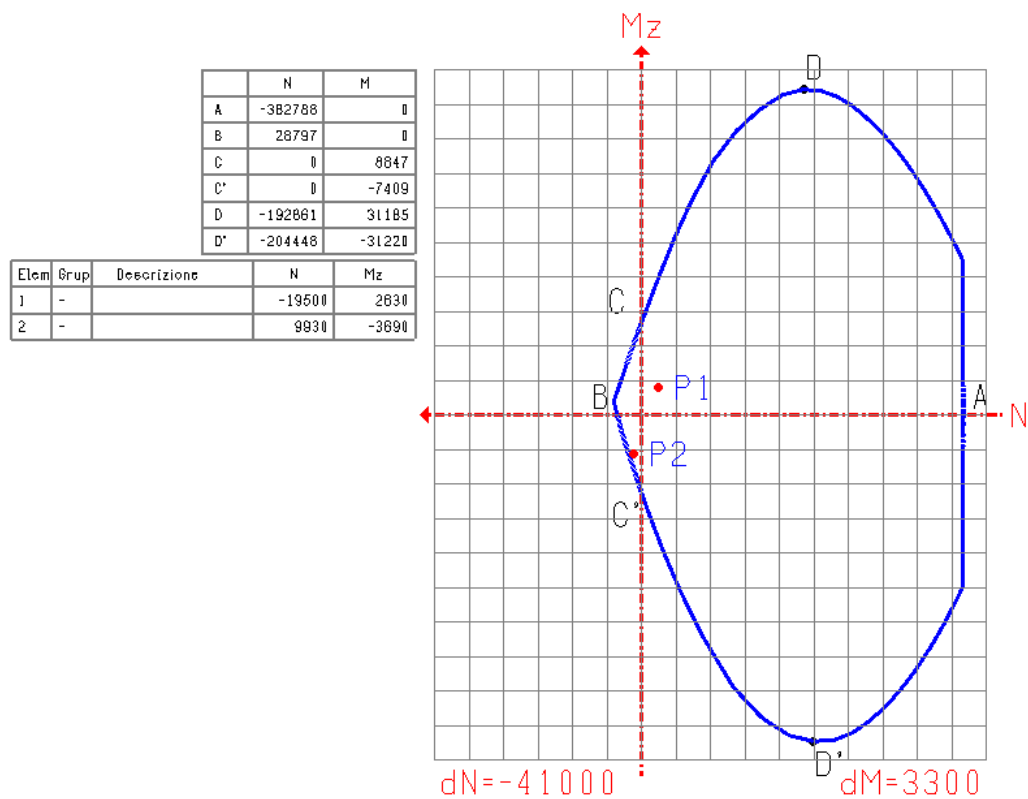


Figura 176 Sforzo normale (kN) trazione in chiaro



Analogamente si opera per i pilastri della gradinata sempre utilizzando il dominio di rottura

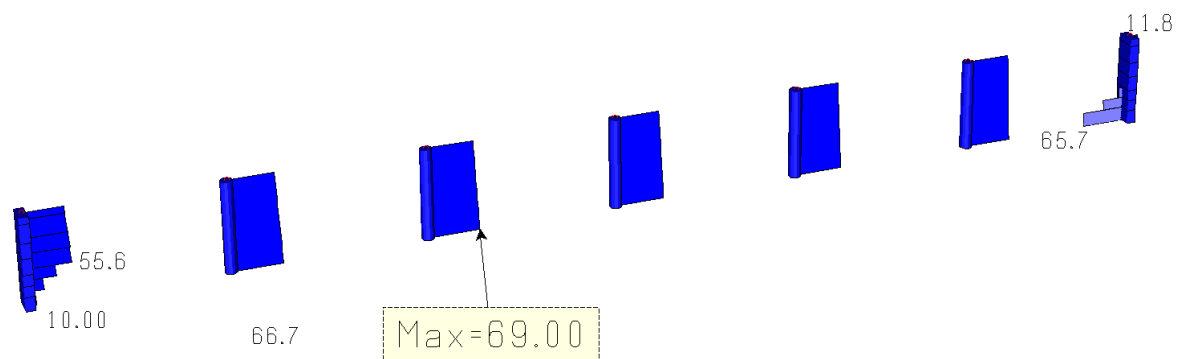


Figura 177 Sforzo normale (kN) trazione in chiaro

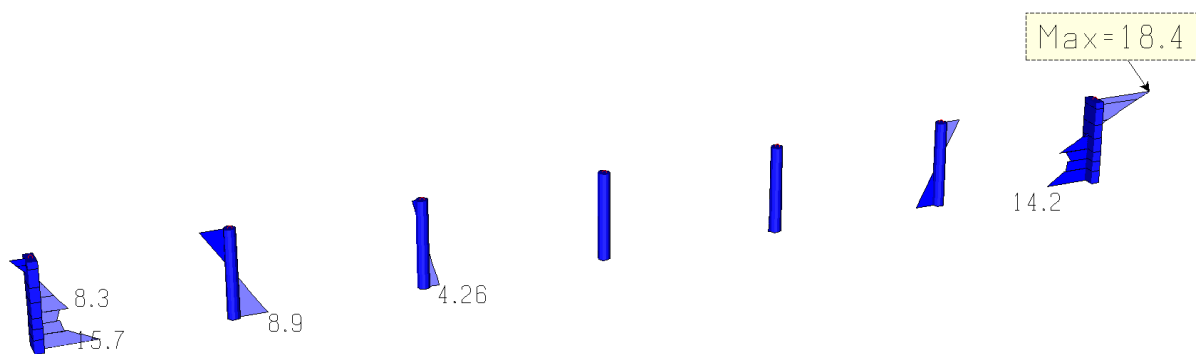


Figura 178 Momento flettenrte M_z (kN)

Per i pilastri tondi:

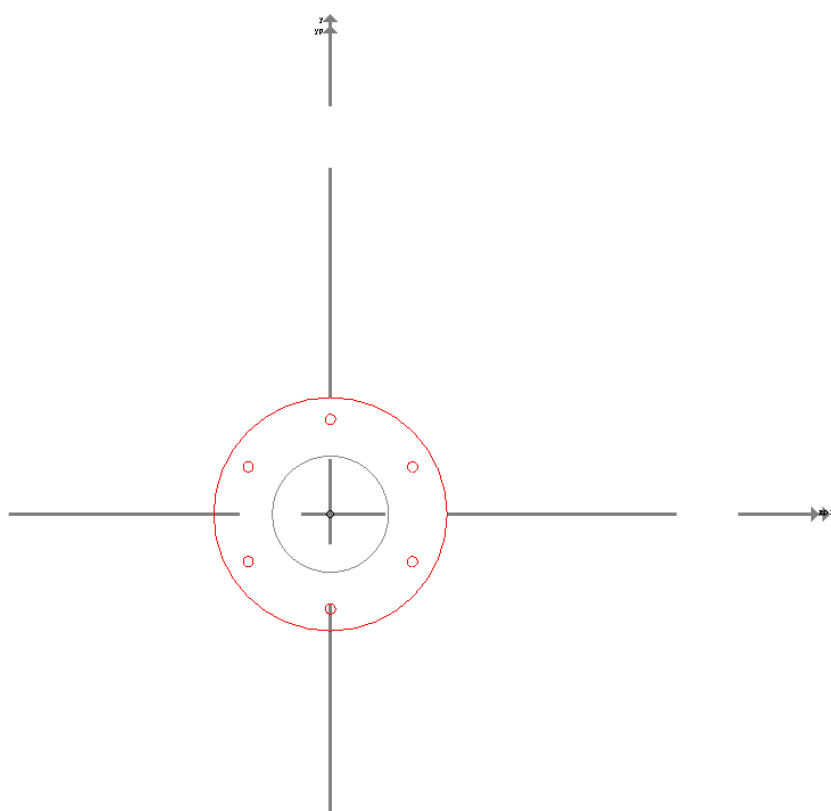
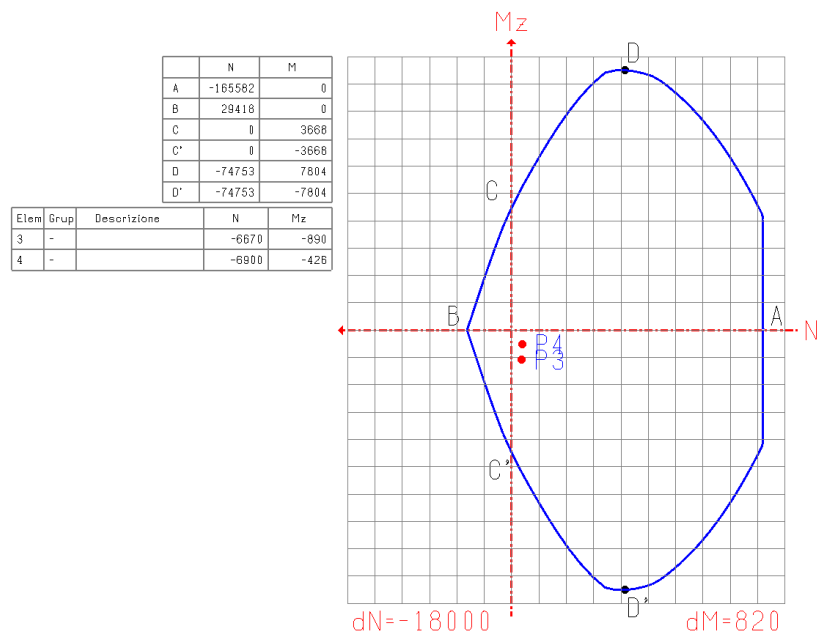


Figura 179 Pilastri tondi sopra le gradinate



Per i pilastri rettangolari (gli estremi nella grafica) gli assi sono invertiti rispetto al modello:

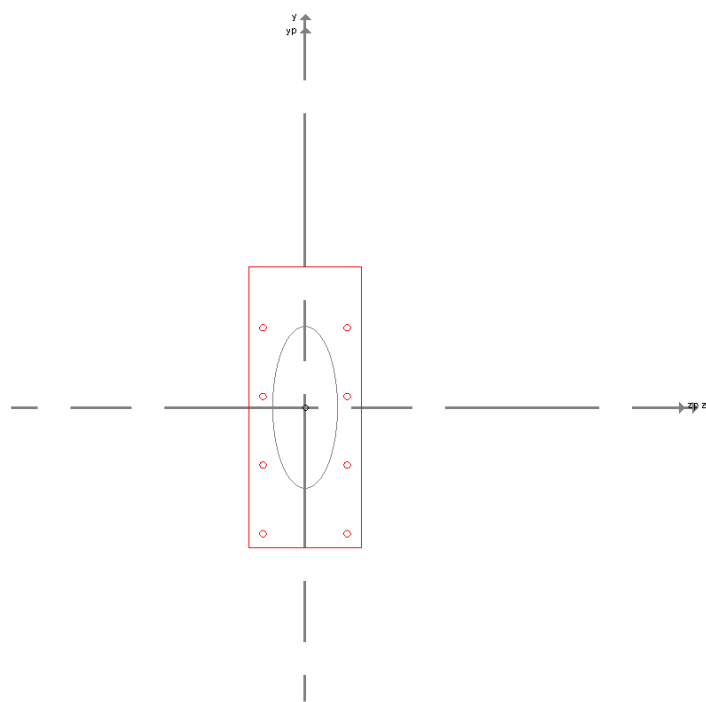
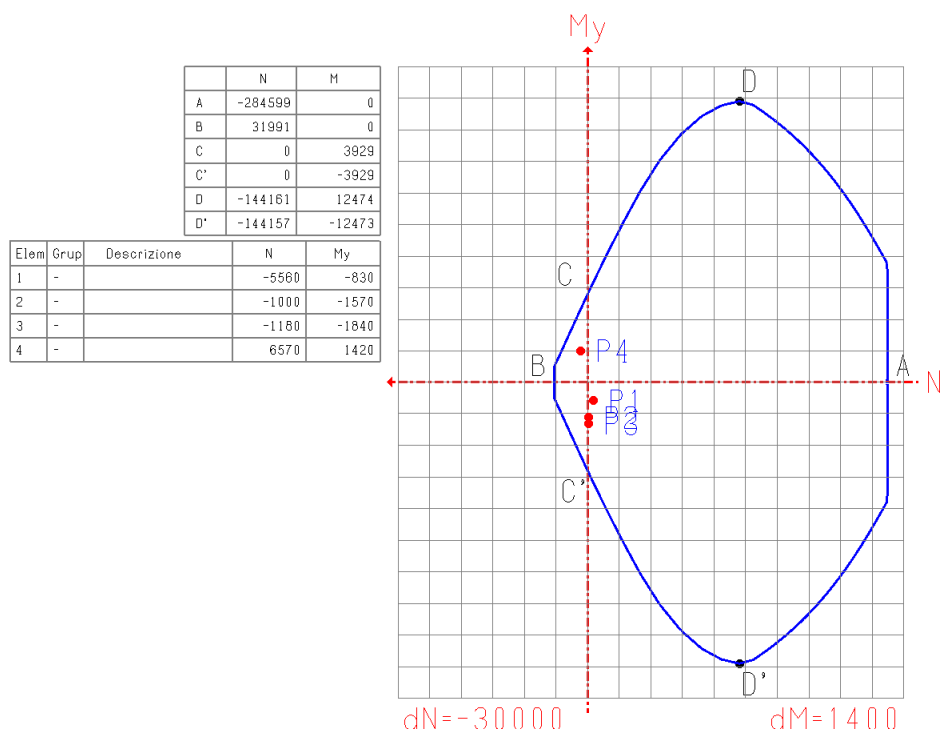


Figura 180 Pilastri rettangolari sopra le gradinate (alle due estremità)



10.1.1.3.2 TRAVI E PILASTRI IN ACCIAIO

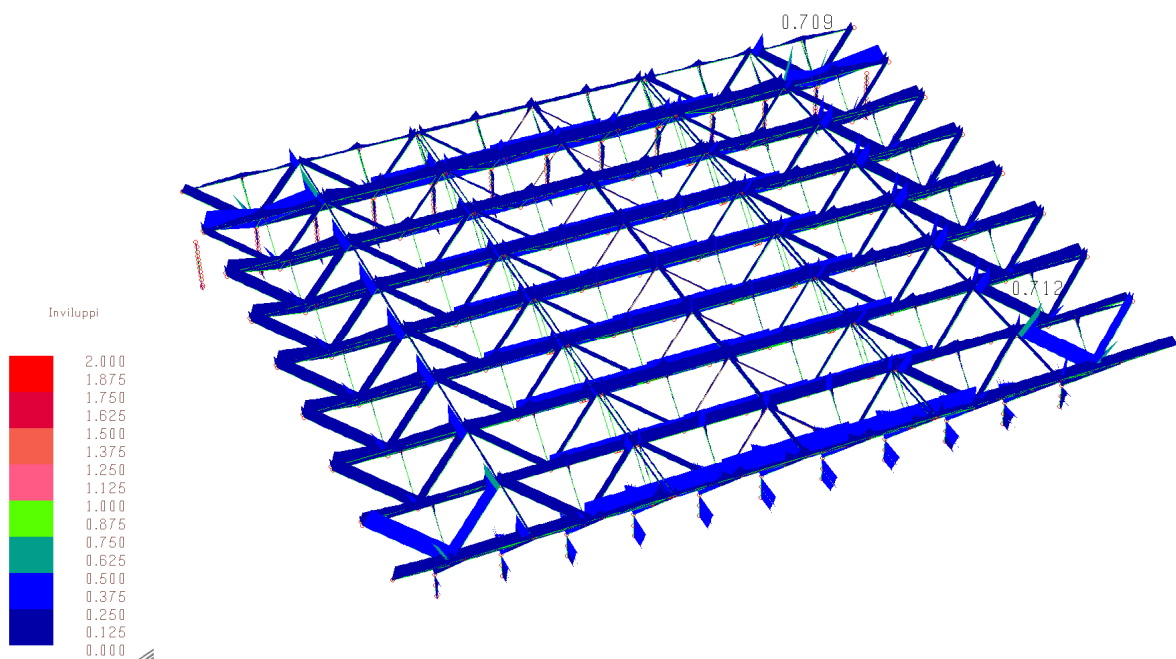


Figura 181 Indici di resistenza strutture metalliche

10.1.1.3.3 GUSCI IN IN CLS.

Armatura base con:

- 1 \varnothing 10/30 verticale faccia interna e faccia esterna
- 1 \varnothing 8/30 orizzontale faccia interna e faccia esterna

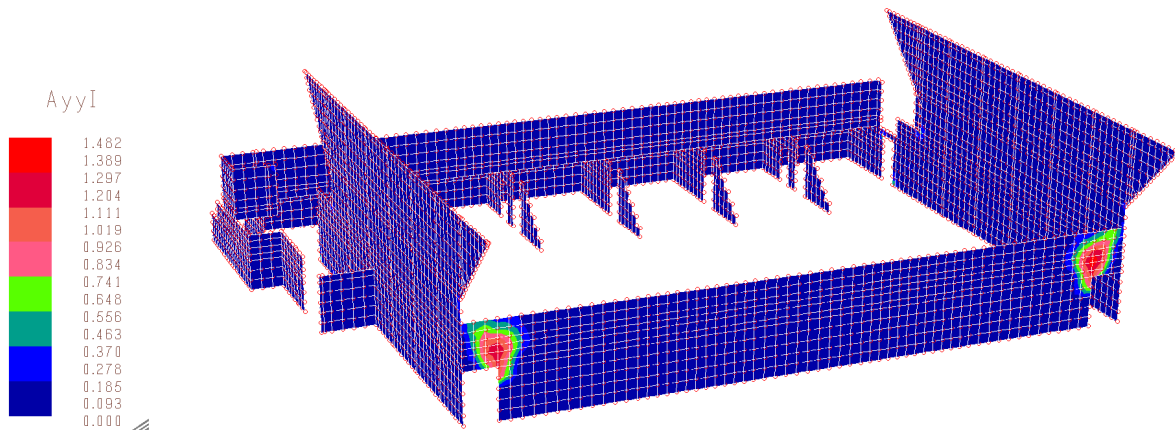


Figura 182 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia esterna (cmq/30 cm)

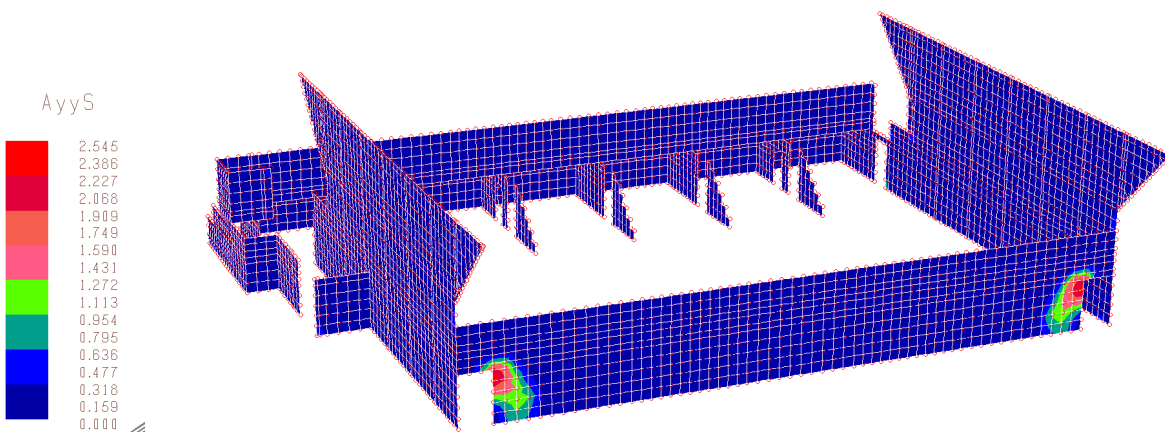


Figura 183 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia interna (cmq/30 cm)

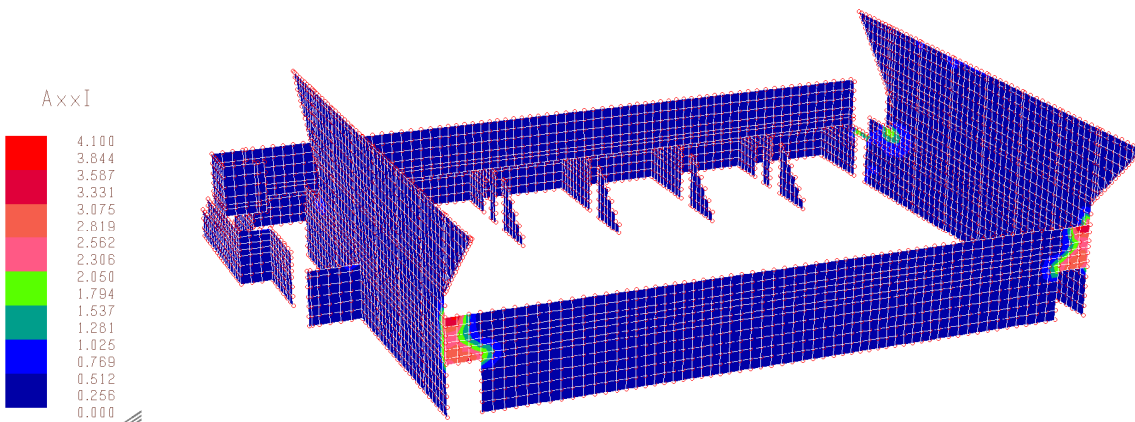


Figura 184 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia esterna (cmq/30 cm)

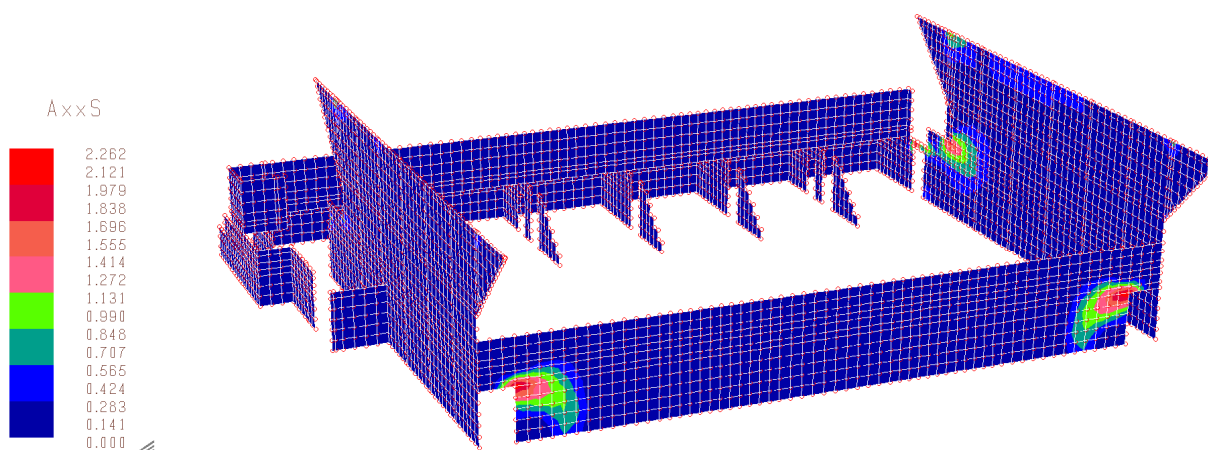


Figura 185 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia interna (cmq/30 cm)

10.1.1.3.4 GIUDIZIO SUI RISULTATI

Per travi e pilastri in calcestruzzo e in acciaio si nota che non vi sono problemi sotto l'effetto dei carichi non sismici (carichi utili, neve e vento): per quanto riguarda i gusci si notano delle richieste aggiuntive di armatura concentrate in alcune zone singolari. Questo è principalmente legato a picchi locali dovuti principalmente alla modellazione delle shell; già la sola scelta del valore medio calcolato tra i valori dei vertici di ciascun elemento riduce la richiesta di armatura; inoltre la presenza di armature locali di bordo e di chiusura (forchette, ferri longitudinali) non considerati nel calcolo si ritiene motivatamente che possa compensare tale richiesta.

10.1.1.4 **VERIFICA IN CAMPO SISMICO**

Se invece, sempre in analisi sismica statica equivalente, si attivano anche le combinazioni di carico sismiche, l'esito della verifica con $T_{RD} = 712$ anni fornisce i risultati riportati nel seguito:

10.1.1.4.1 TRAVI E PILASTRI IN CLS.

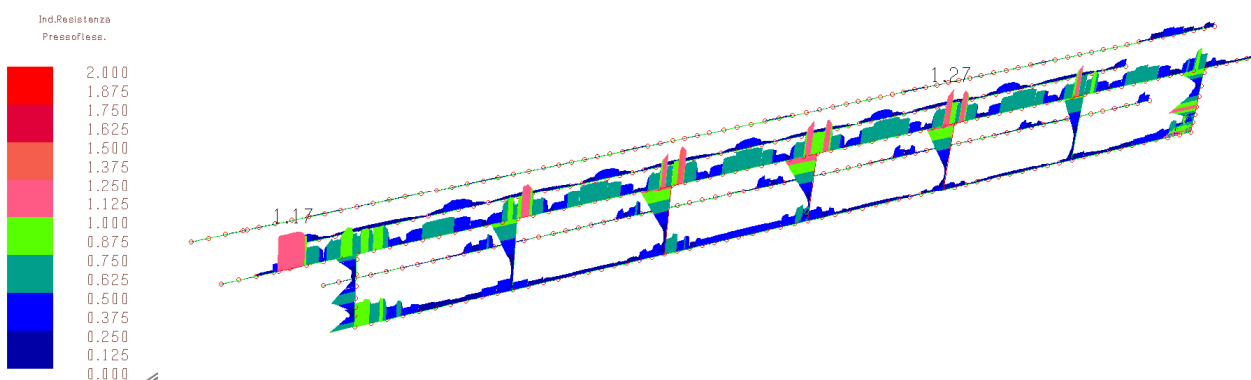


Figura 186 Indici di resistenza verifica meccanismi duttili (pressoflessione) – limitati problemi

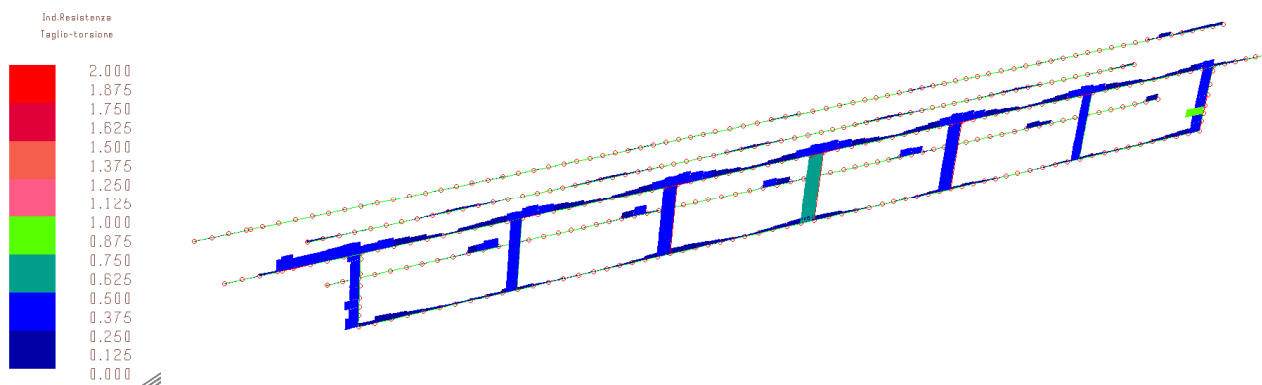


Figura 187 Indici di resistenza verifica meccanismi fragili (taglio e torsione) – nessun problema

10.1.1.4.2 TRAVI E PILASTRI IN ACCIAIO

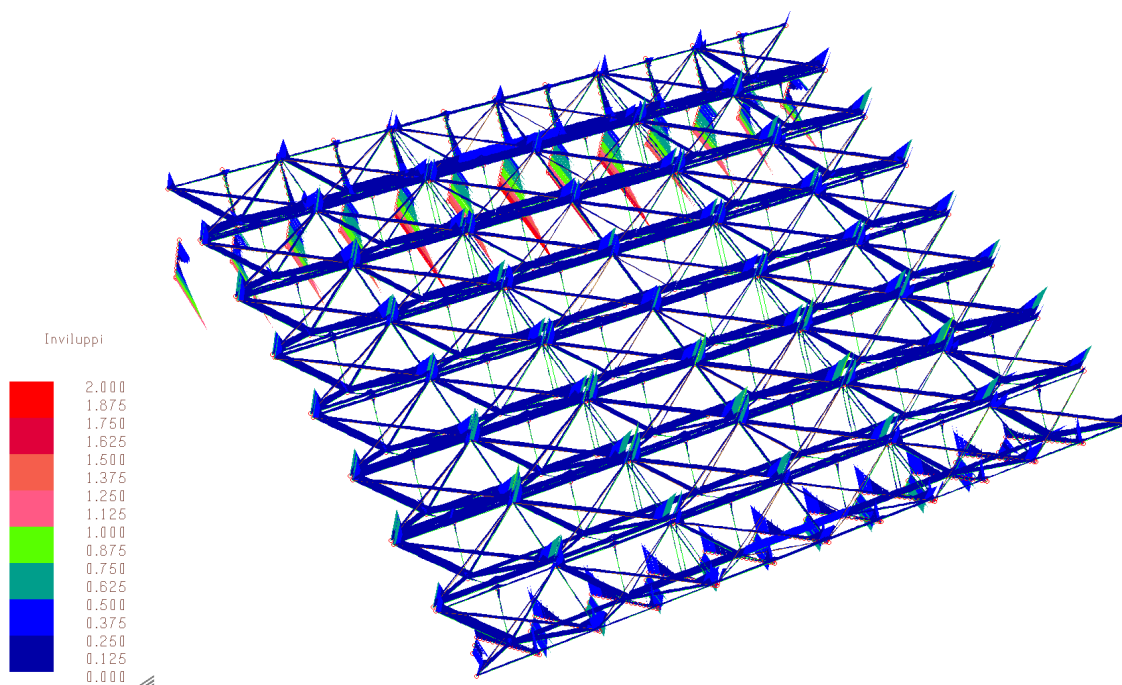


Figura 188 Indici di resistenza strutture metalliche – problemi con i pilastri alla base lato est

10.1.1.4.3 GUSCI IN IN CLS.

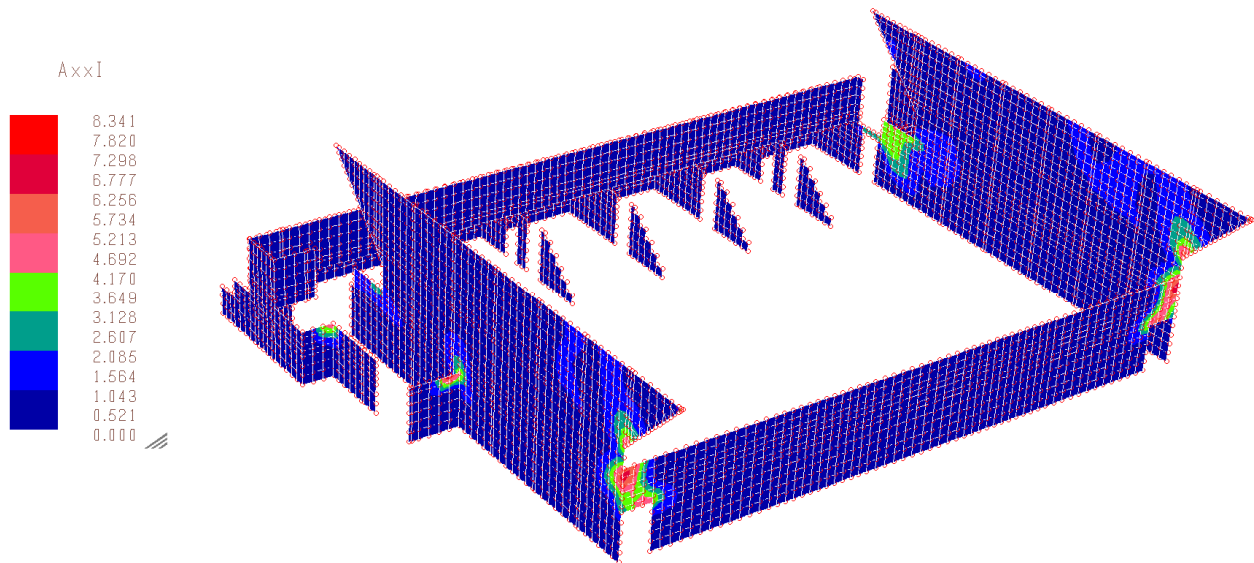


Figura 189 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia esterna (cmq/30 cm)

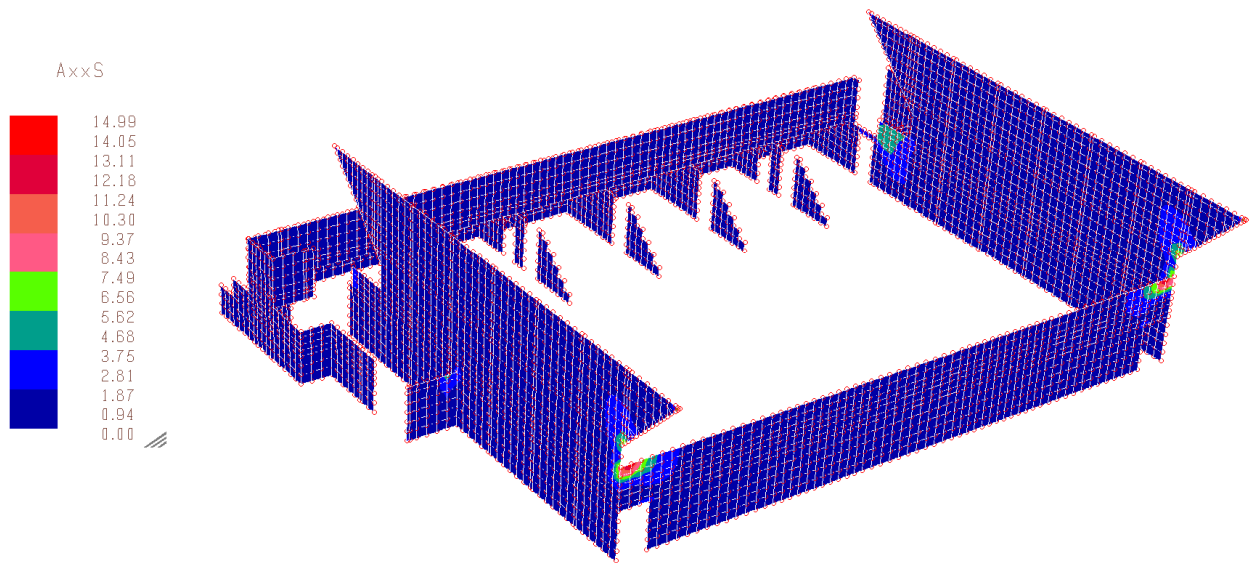


Figura 190 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia interna (cmq/30 cm)

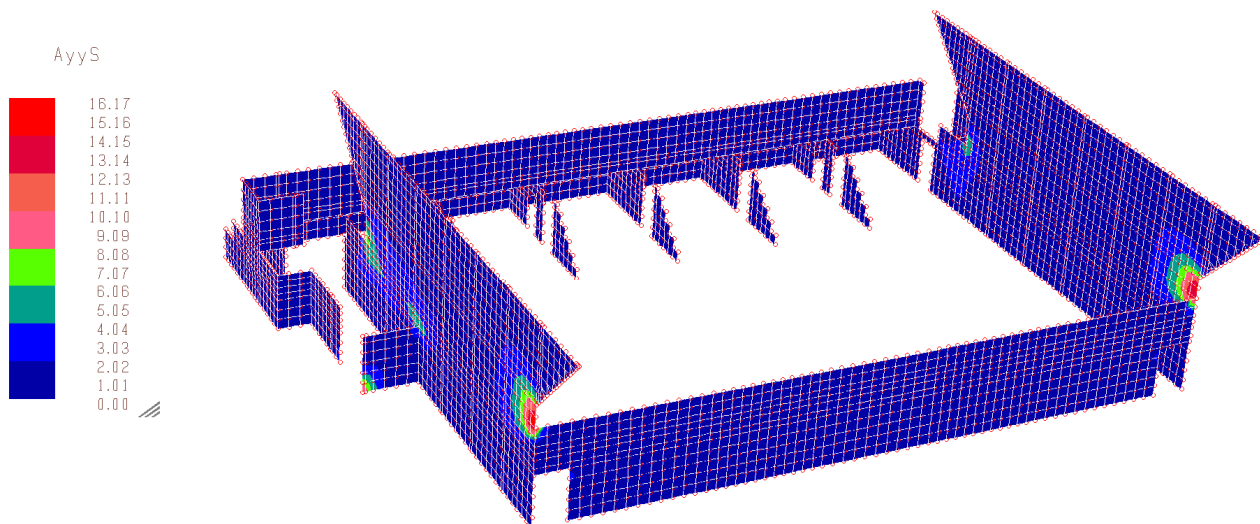


Figura 191 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia esterna (cmq/30 cm)

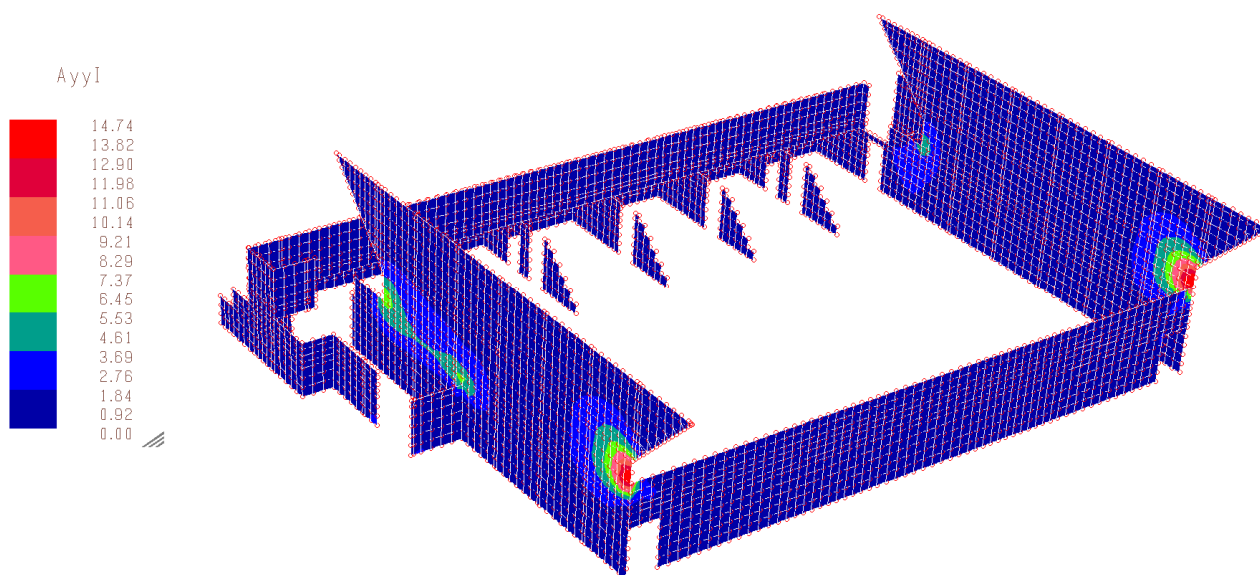


Figura 192 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia interna (cmq/30 cm)

10.1.1.4.4 GIUDIZIO SUI RISULTATI

Al di là degli elementi monodimensionali non verificati si nota un notevole incremento nella richiesta di armatura per gli elementi guscio della struttura in calcestruzzo soprattutto per quanto riguarda i due setti principali a Y. Tali valori esulano da quelli ritenuti ammissibili in relazione a particolarità legate alla modellazione degli elementi nei capitoli precedenti e, pertanto, fanno considerare non verificabile parte della struttura in setti di calcestruzzo sotto l'azione sismica.

10.1.1.5 VERIFICA IN CAMPO SISMICO CON $T_{RC} = 60$ ANNI

Sempre in analisi sismica statica equivalente, attivando le combinazioni di carico sismiche, viene condotta la verifica con $T_{RC} = 60$ anni cercando di determinare il massimo sisma a cui la struttura, nelle condizioni attuali, è in grado di resistere ottenendo i risultati riportati nel seguito:

10.1.1.5.1 TRAVI E PILASTRI IN CLS.

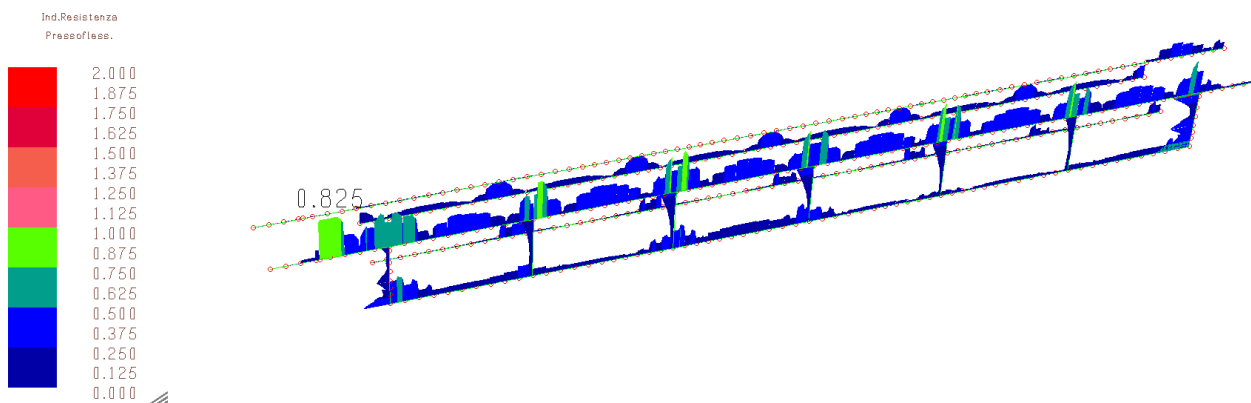


Figura 193 Indici di resistenza verifica meccanismi duttili (pressoflessione)

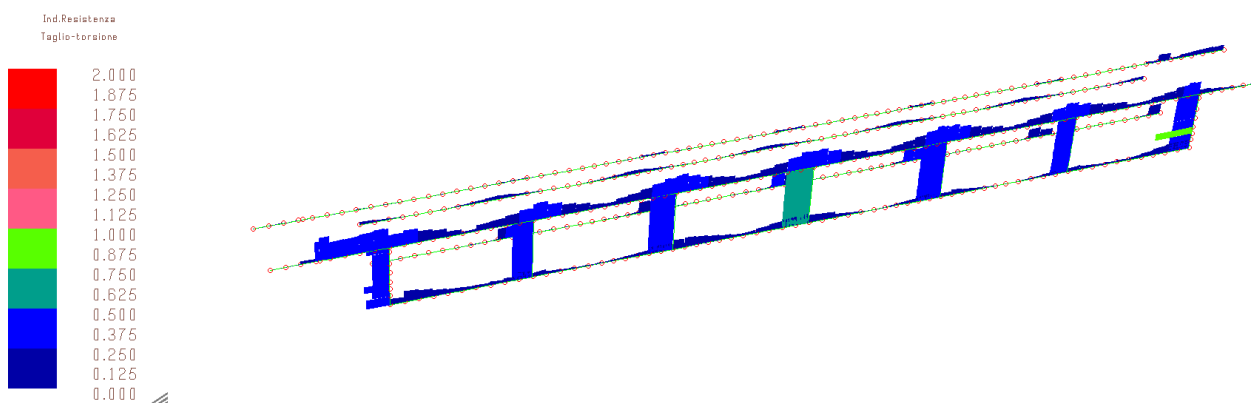


Figura 194 Indici di resistenza verifica meccanismi fragili (taglio e torsione)

10.1.1.5.2 TRAVI E PILASTRI IN ACCIAIO

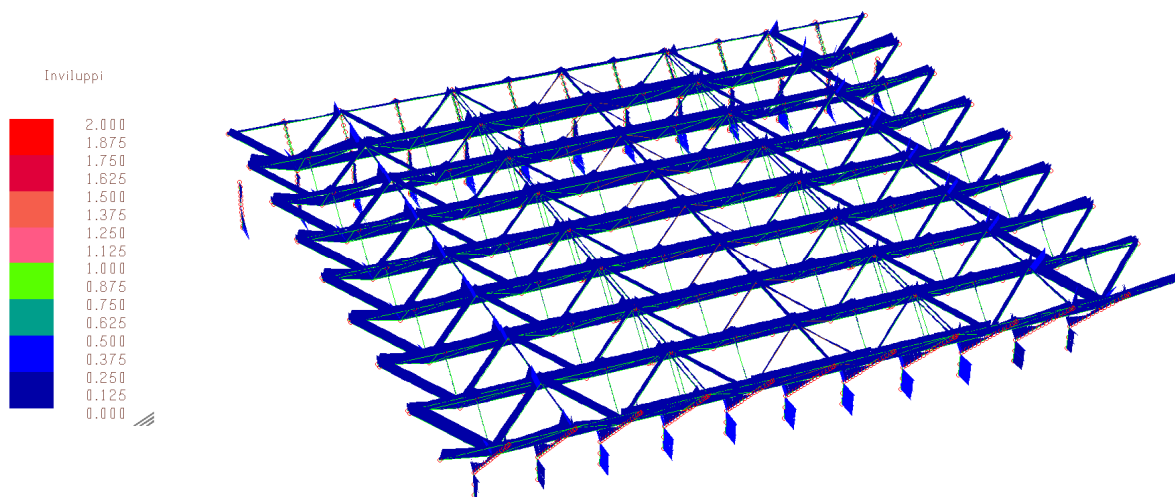


Figura 195 Indici di resistenza strutture metalliche

10.1.1.5.3 GUSCI IN IN CLS.

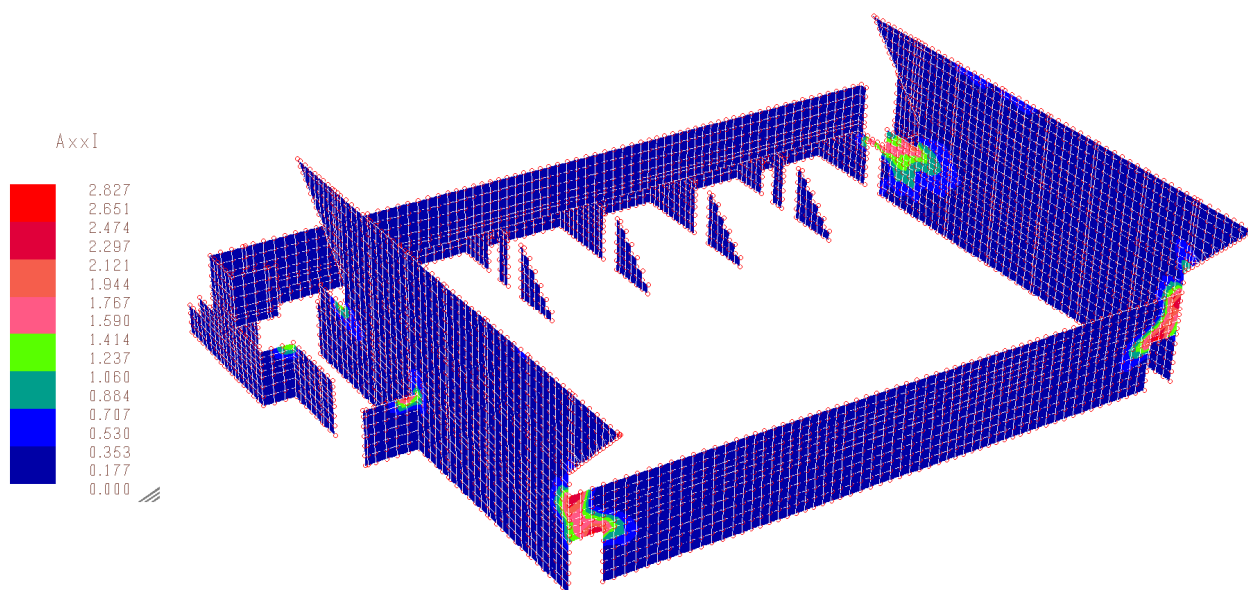


Figura 196 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia esterna (cmq/30 cm)

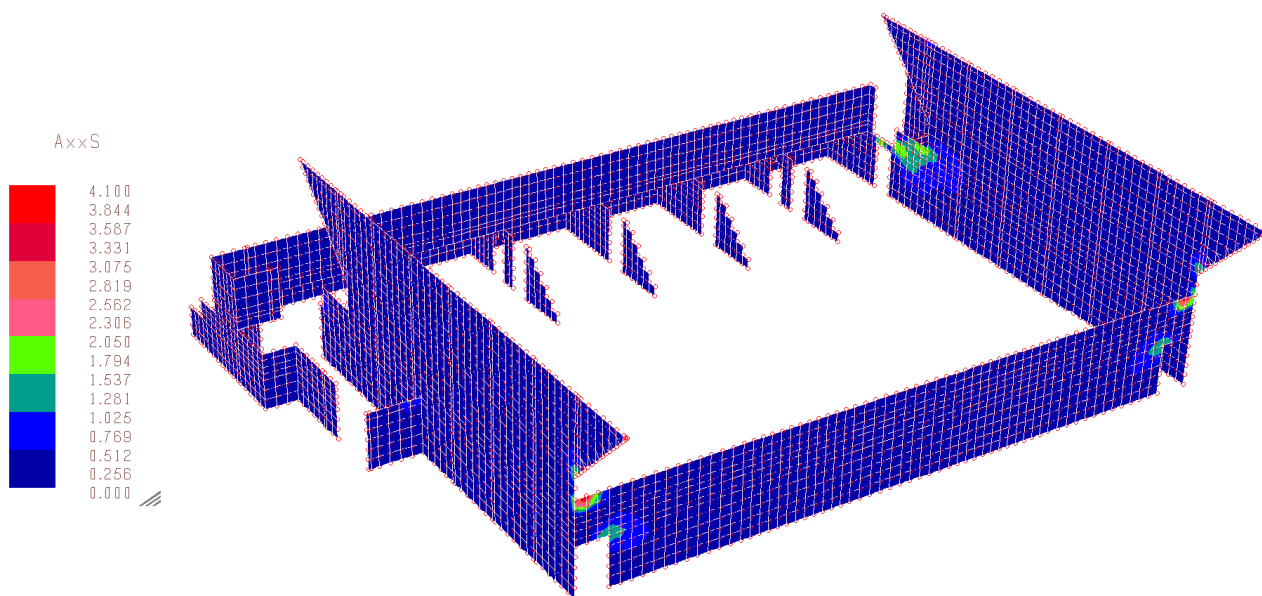


Figura 197 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia interna (cmq/30 cm)

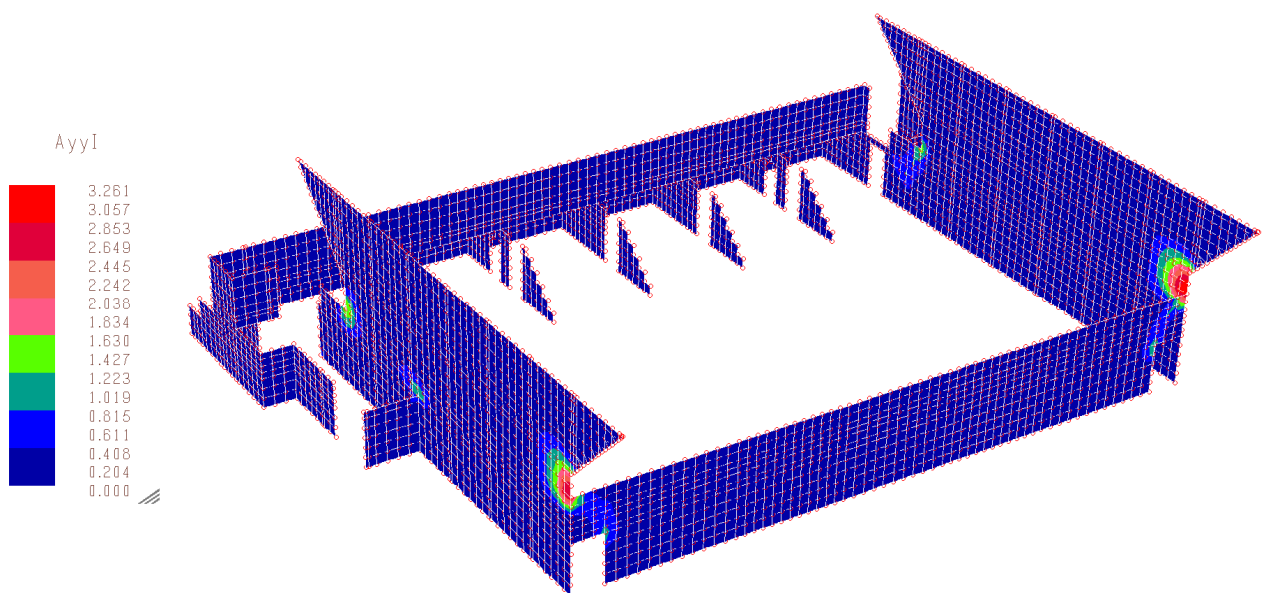


Figura 198 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia esterna (cmq/30 cm)

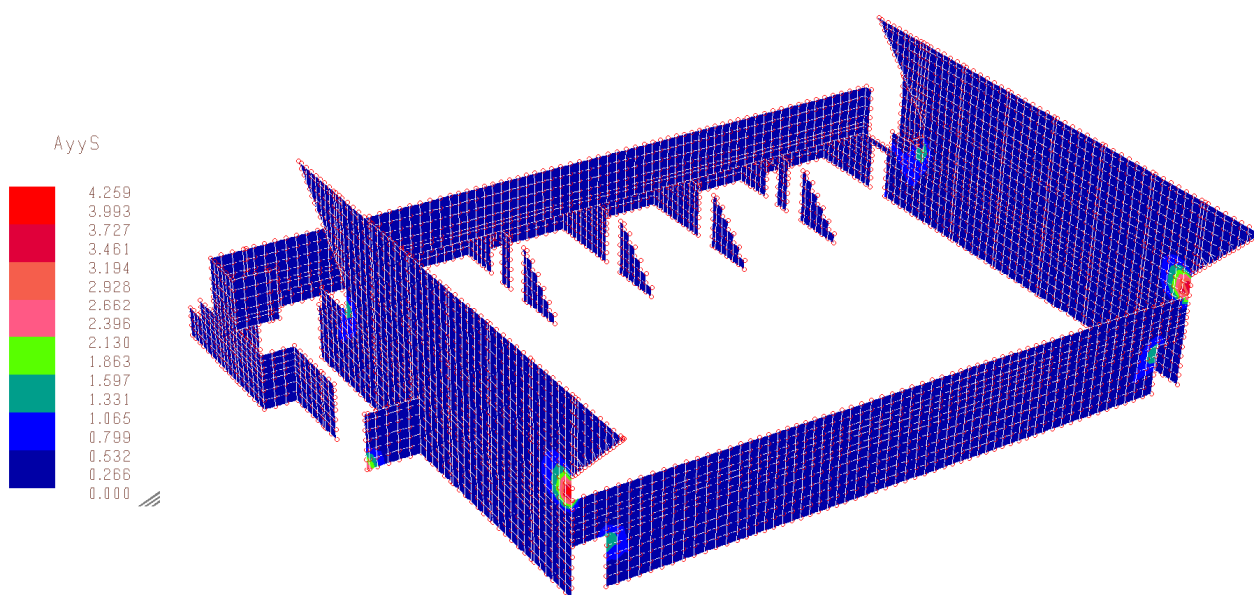


Figura 199 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia interna (cmq/30 cm)

10.1.1.5.4 GIUDIZIO SUI RISULTATI

Si nota che con un tempo di ritorno del sisma impostato a 60 anni non vi sono problemi per quanto riguarda gli elementi monodimensionali sia in calcestruzzo che in acciaio. Per quanto riguarda invece i gusci nella tabella che segue viene proposto il raffronto tra le richieste di armatura aggiuntiva senza azioni sismiche, con azioni sismiche complete e con azioni sismiche ridotte.

Faccia guscio	Solo statiche	Sisma TRD = 712	Sisma TRC = 60
Axx I	1,48	8,34	2,83
Axx S	2,55	14,99	4,10
Ayy I	4,10	14,74	3,26
Ayy S	2,26	16,17	4,26

Dal confronto emerge che con un tempo di ritorno del sisma di 60 anni le richieste di armatura aggiuntiva dovute al sisma (che eventualmente inglobano anche quelle statiche, se minori) rimangono localizzate negli stessi punti in cui erano presenti in assenza di sisma ed il loro valore è relativamente modesto per cui considerabile accettabile.

10.1.1.6 ANALISI DINAMICA CON SISMA VERTICALE

Finalizzata ad indagare il comportamento della copertura (di luce superiore a 20 metri) si è impostato un calcolo dinamico con l'attivazione del sisma verticale con coefficiente $q = 1,5$ sempre per un tempo di ritorno $T_{RD} = 712$ anni ottenendo i risultati riportati nel seguito.

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC/2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo slv
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	712 anni
Localita'	Terzo d'Aquileia
ag/g	0.129
F0	2.56
Tc	0.37
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	900

Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1.5
Duttilita'	Bassa Duttilita'

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Fattore di struttura qv per sisma verticale	1.5
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC 2008 - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 6	0.000
			Variabile: Vento	Condizione 7	0.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	1.500
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 5	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 6	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 7	1.500

TABELLA MASSE ECCITATE

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	8.652e+000	1.377e+000	7.262e-001	0.000e+000
2	1.172e+001	1.866e+000	5.359e-001	0.000e+000
899	5.780e+002	9.200e+001	1.087e-002	4.321e-028
900	5.794e+002	9.221e+001	1.084e-002	6.891e-027

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y	Direz.Z
1	1.900e-002	5.052e+000	1.341e+000
2	3.852e-001	-3.742e-004	6.758e-003
899	-5.698e-001	5.978e-001	1.491e-001
900	-8.213e-001	3.514e-001	-1.822e-001

MASSA ECCITATA

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+8.68e-005	0	+2.78e+000	6	+1.18e+000	3
Progressiva	+8.68e-005	0	+2.78e+000	6	+1.18e+000	3
Modo: 2	+5.36e-002	0	+1.88e-007	0	+1.42e-006	0
Progressiva	+5.37e-002	0	+2.78e+000	6	+1.18e+000	3
Modo: 899	+9.44e-004	0	+2.43e-004	0	+9.90e-005	0
Progressiva	+4.63e+001	99	+4.15e+001	89	+3.95e+001	85
Modo: 900	+4.42e-005	0	+6.95e-005	0	+3.29e-010	0
Progressiva	+4.63e+001	99	+4.15e+001	89	+3.95e+001	85

10.1.1.7 TRAVI E PILASTRI

L'azione sismica relativa al T_{rD} di 712 anni innesca sulla struttura in esame esclusivamente meccanismi duttili sugli elementi trave e pilastro. Gli indici di resistenza non sono comunque particolarmente elevati.

10.1.1.7.1 MECCANISMI FRAGILI

Le verifiche dei meccanismi fragili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte, sia in condizioni solo statiche sia in condizioni sismiche.

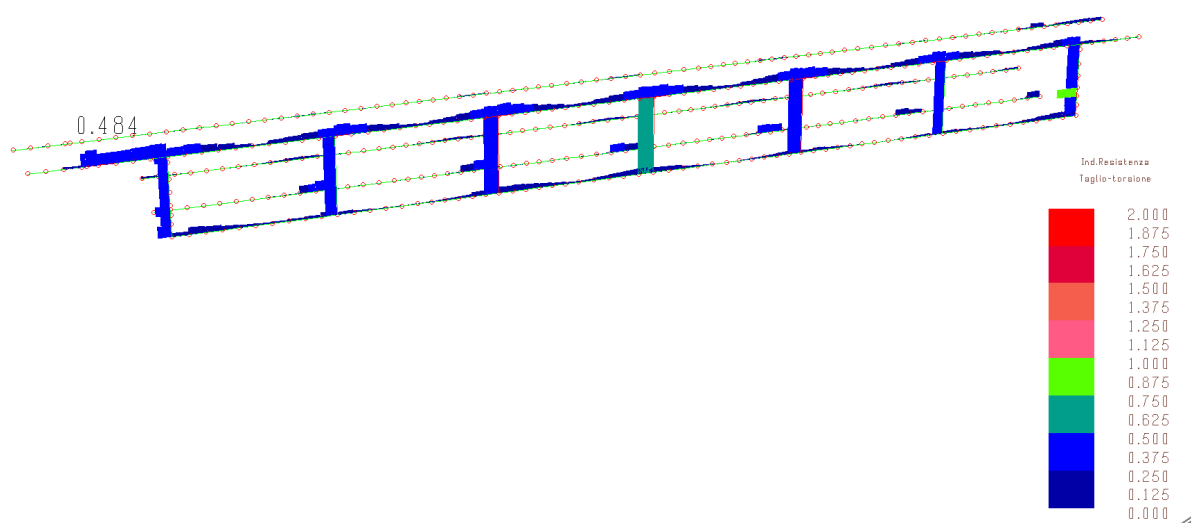


Figura 200 Indici di resistenza verifica meccanismi fragili (taglio e torsione) – tutti gli elementi verificano con T_{rD} 712 anni

10.1.1.7.2 MECCANISMI DUTTILI

Le verifiche dei meccanismi duttili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte, sia in condizioni solo statiche sia in condizioni sismiche.

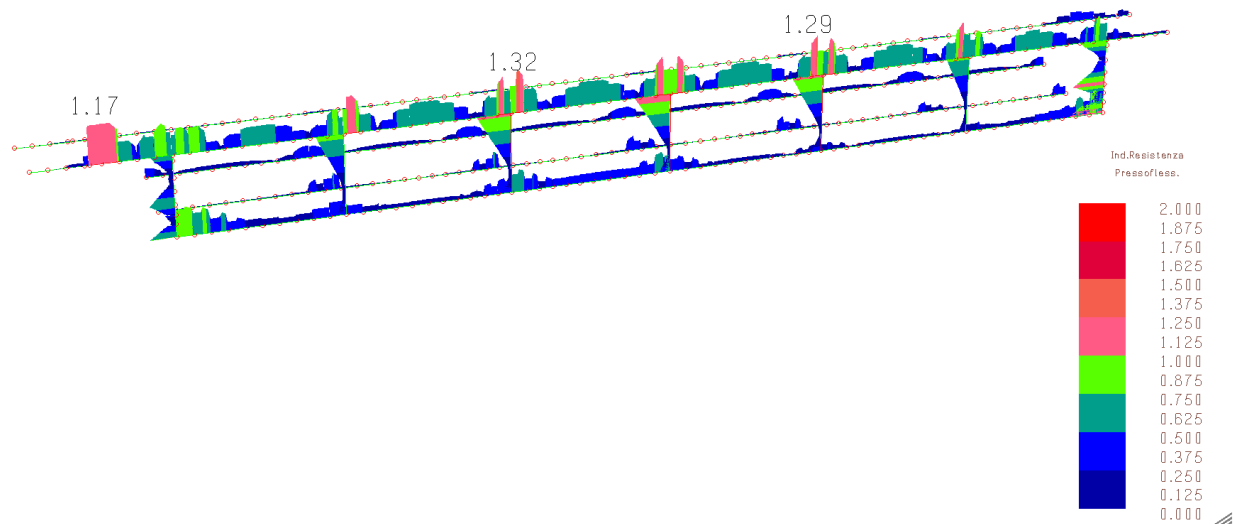


Figura 201 Indici di resistenza verifica meccanismi duttili (pressoflessione) – alcuni elementi non verificano con $T_{rD} = 712$ anni

10.1.1.7.3 TRAVI E PILASTRI IN ACCIAIO

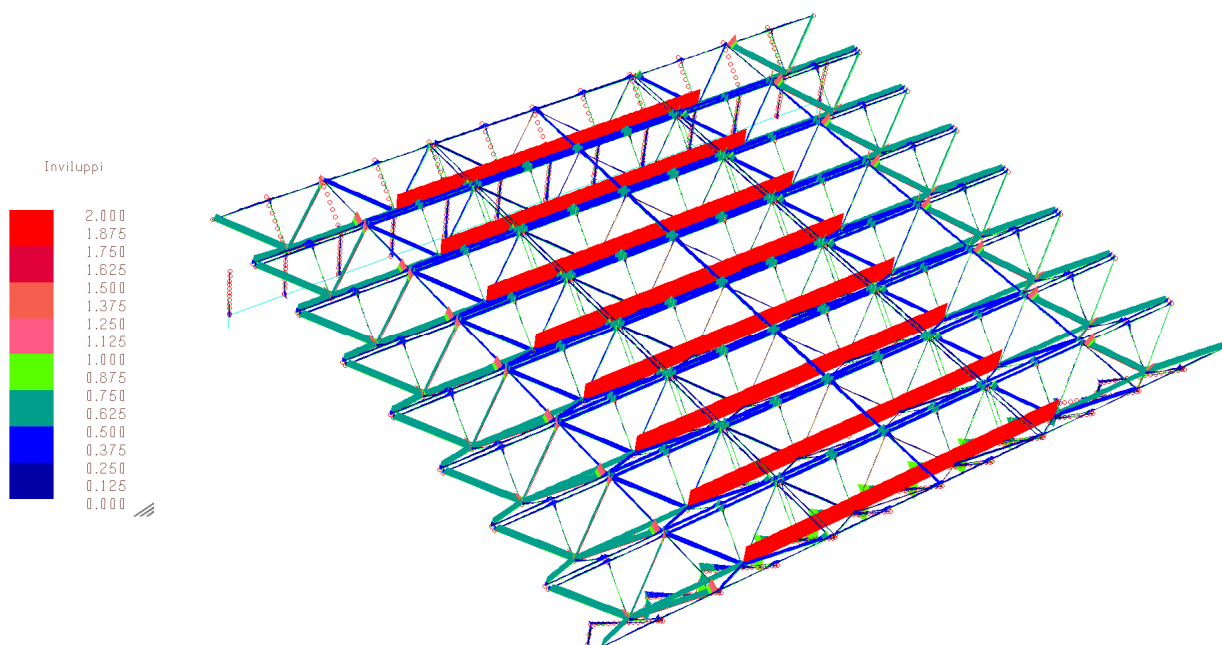


Figura 202 Indici di resistenza elementi metallici – alcuni elementi non verificano con $T_{rD} = 712$ anni

10.1.1.7.4 GUSCI IN IN CLS.

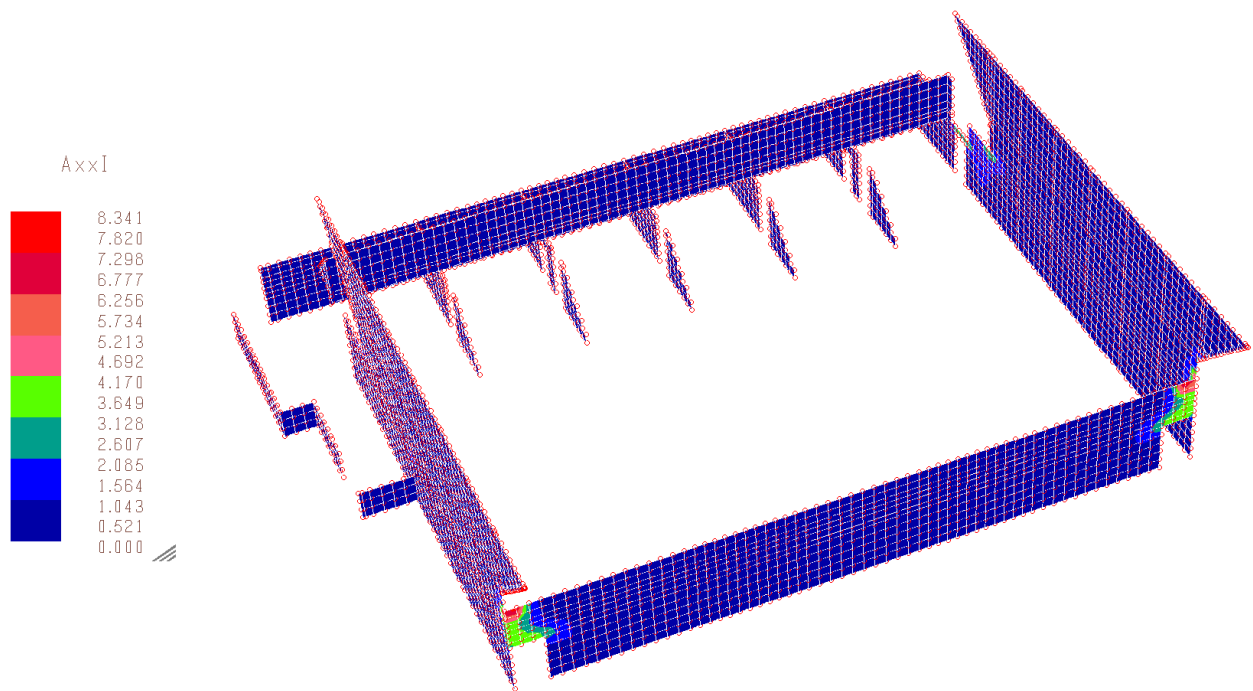


Figura 203 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia esterna (cmq/30 cm)

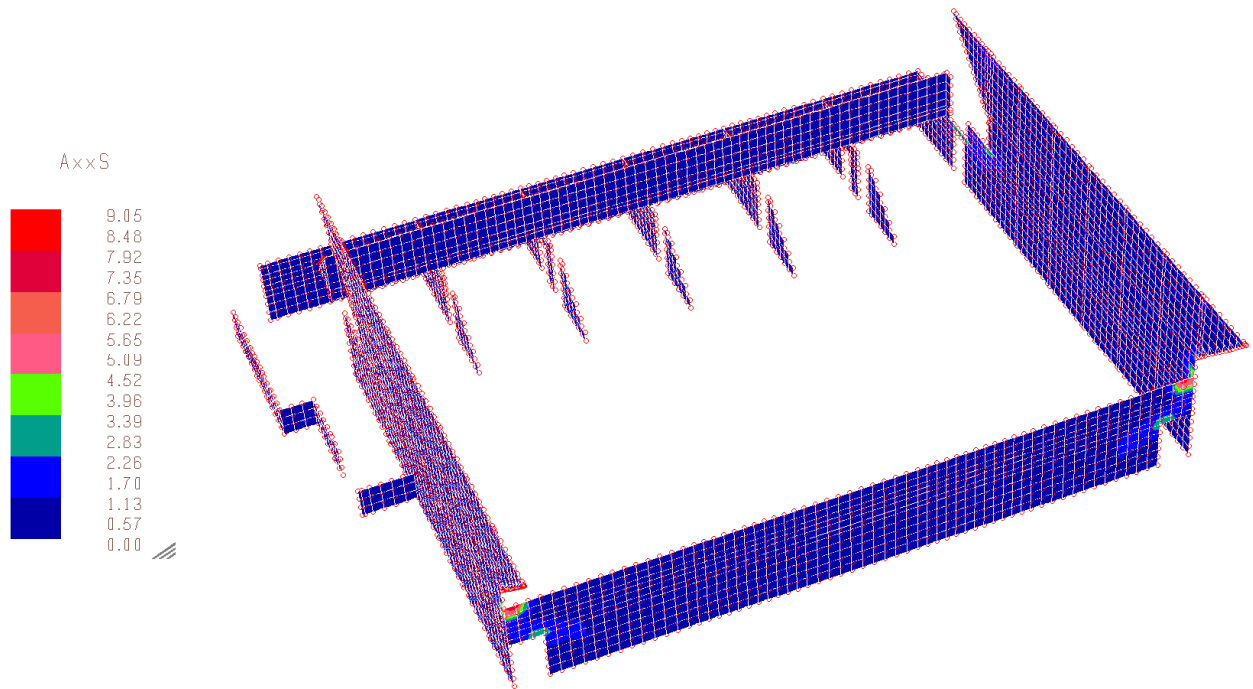


Figura 204 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia interna (cmq/30 cm)

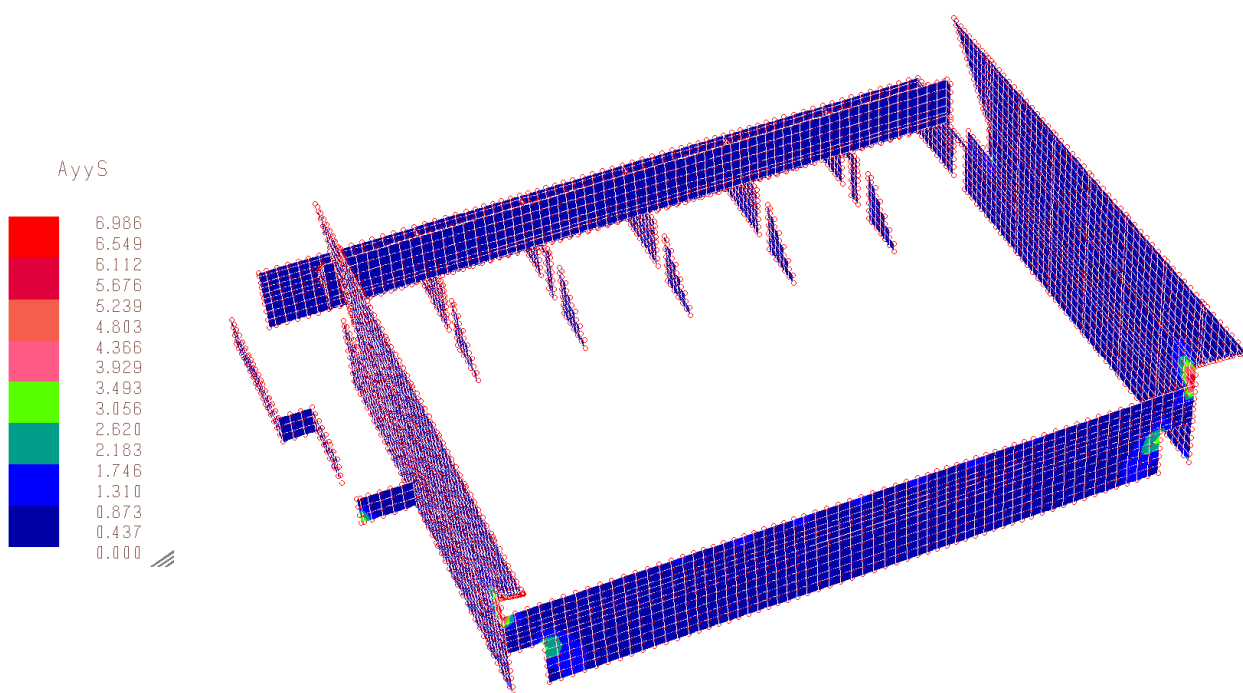


Figura 205 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia esterna (cmq/30 cm)

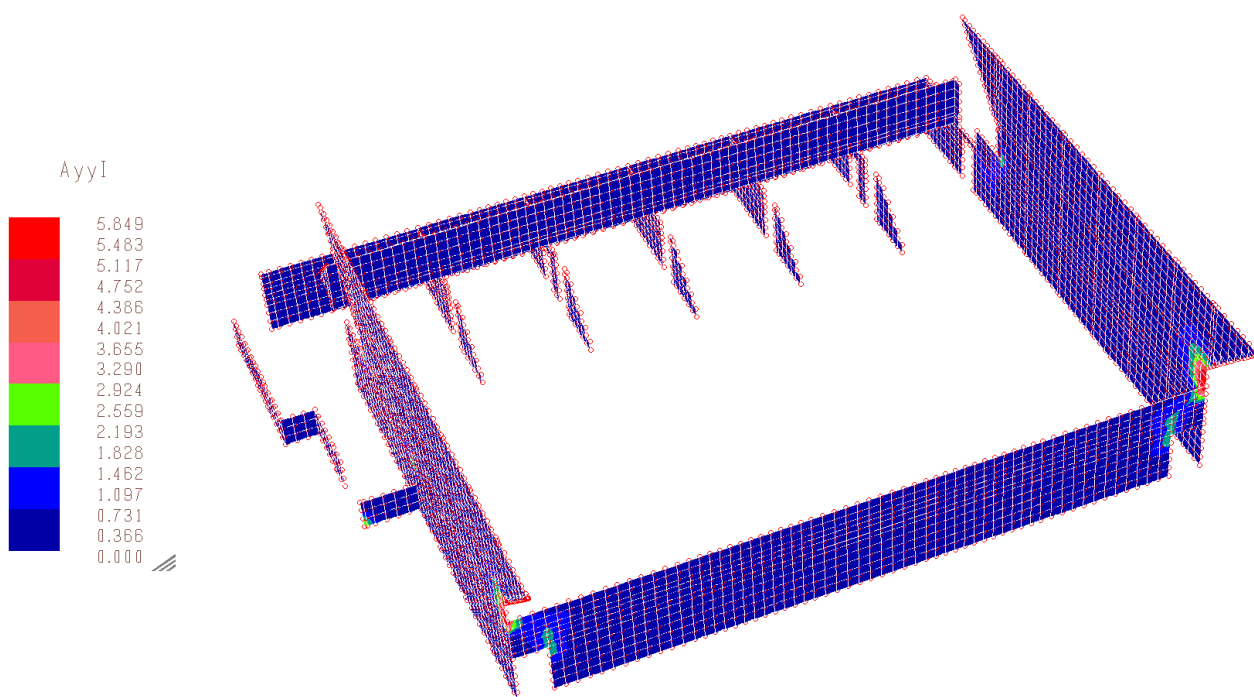


Figura 206 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia interna (cmq/30 cm)

Le richieste di armatura aggiuntiva nel complesso sono valutabili leggermente inferiori a quelle derivanti dall'analisi sismica statica equivalente anche se comunque eccessive con tutte le considerazioni precedentemente illustrate per tale tipo di analisi.

10.1.1.8 INDICATORI DI RISCHIO CON T_R RIDOTTO

La struttura in esame è stata valutata capace di sostenere un'azione sismica definita per un **tempo di ritorno pari a 60 anni**, riportiamo in sintesi nella tabella qui di seguito gli indicatori di rischio in termini di tempo di ritorno e di accelerazione al suolo (evidenziati):

T_{RC}	ag/g	Fo	T^*c	Ss	Cc	T_C	T_B	T_D	PGA _C	PGA _C /PGA _D	$(T_{RC} / T_{RD})^a$
60	0,049	2,541	0,265	1,500	1,627	0,431	0,144	1,796	0,074	38%	36%

Il collo di bottiglia per la valutazione sismica di questa struttura è costituito dalle pareti in c.a. al pari di quanto già esplicitato con il calcolo sismico statico equivalente.

10.1.1.8.1 MECCANISMI DUTTILI

Le verifiche dei meccanismi duttili per travi e pilastri sono tutte soddisfatte.

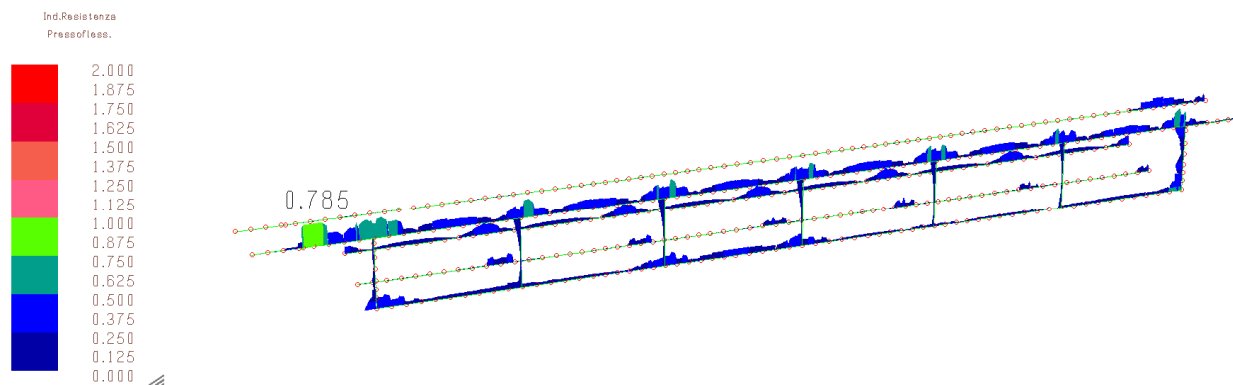


Figura 207 Indici di resistenza verifica meccanismi duttili (pressoflessione) – tutti gli elementi verificano con $T_{RC} = 60$ anni

10.1.1.8.2 TRAVI E PILASTRI IN ACCIAIO

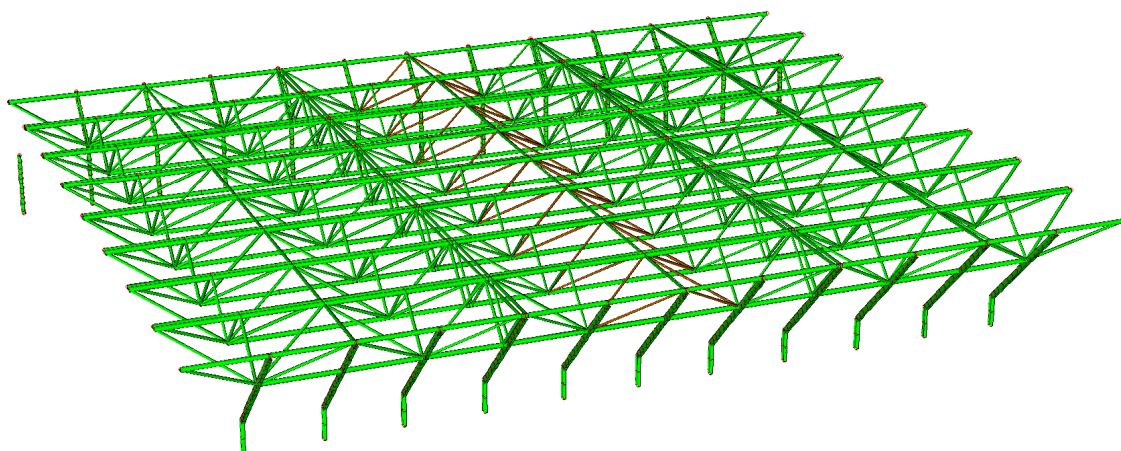


Figura 208 Indici di resistenza elementi metallici – alcuni elementi non verificano con $T_{rc} = 60$ anni

10.1.1.8.3 GUSCI IN IN CLS.

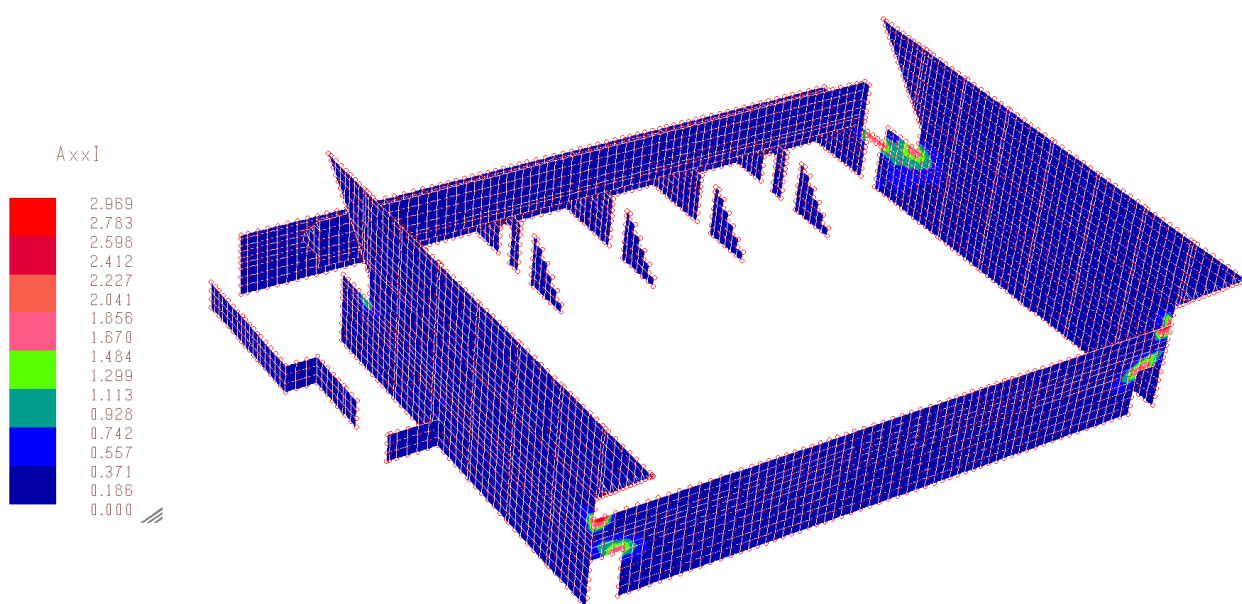


Figura 209 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia esterna (cmq/30 cm)

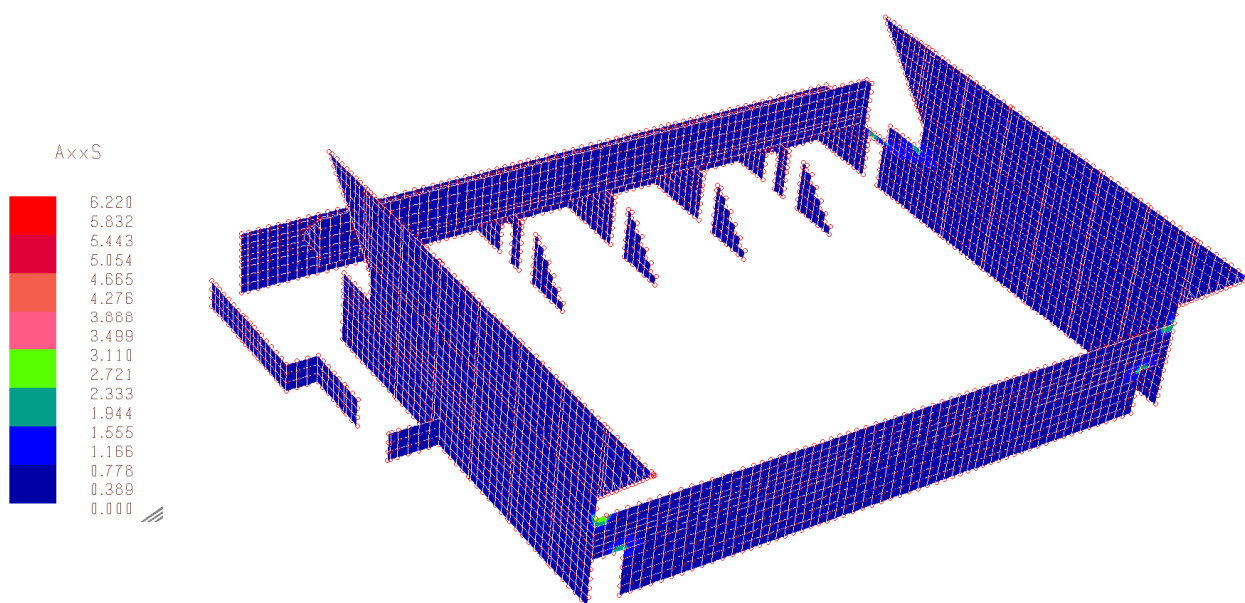


Figura 210 Richiesta armatura aggiuntiva verticale faccia interna (cmq/30 cm)

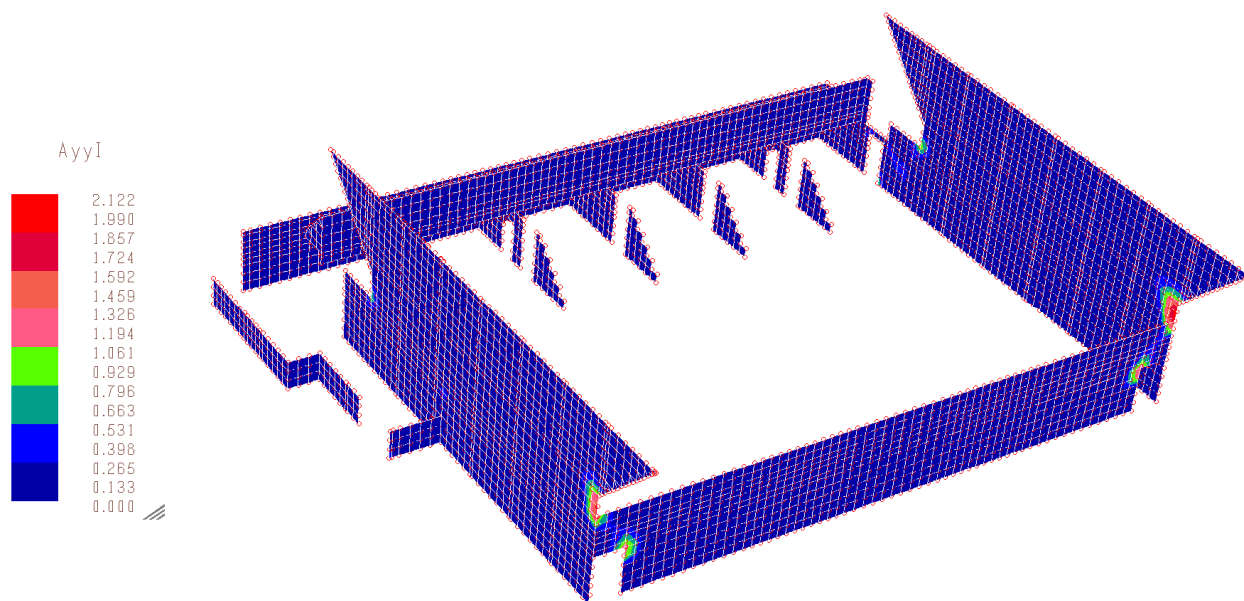


Figura 211 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia esterna (cmq/30 cm)

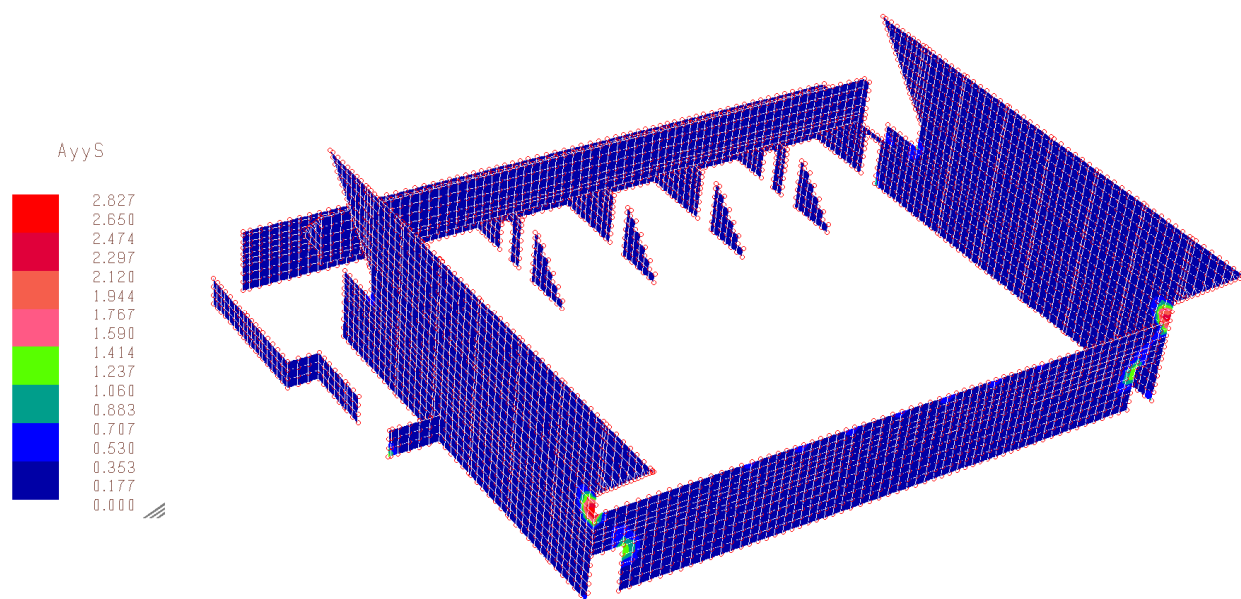


Figura 212 Richiesta armatura aggiuntiva orizzontale faccia interna (cmq/30 cm)

Si nota che con un tempo di ritorno del sisma impostato a 60 anni anche in analisi dinamica non vi sono problemi per quanto riguarda gli elementi monodimensionali sia in calcestruzzo che in acciaio. Per quanto riguarda invece i gusci nella tabella che segue viene proposto il raffronto tra le richieste di armatura aggiuntiva senza azioni sismiche, con azioni sismiche in analisi sismica statica equivalente $T_{RC} = 60$ ed in analisi dinamica sempre con $T_{RC} = 60$.

Faccia guscio	Stat. eq. solo statiche	Stat. eq. sisma $T_{RC} = 60$	Dinamica sisma $T_{RC} = 60$
Axx I	1,48	2,83	2,97
Axx S	2,55	4,10	6,22
Ayy I	4,10	3,26	2,12
Ayy S	2,26	4,26	2,83

Dal confronto si nota che i valori ottenuti con sima in analisi dinamica sono in genere leggermente migliori rispetto a quelli ottenuti in statica equivalente e, quindi, si può ragionevolmente assumere **$T_{RC} = 60$ anni.**

11 CONCLUSIONI

11.1 GENERALITA'

Il polo scolastico oggetto di studio, progettato e realizzato in più fasi senza considerare le azioni sismiche non essendo il Comune di Terzo di Aquileia classificato sismico all'epoca, dopo un primo intervento di consolidamento "statico" ultimato nel mese di ottobre 2017 verifica oggi senza problemi applicando le sole combinazioni di carico statiche.

L'azione del sisma normativo ($T_r D = 712$ anni) mette invece in crisi principalmente i setti a Y che portano la copertura in acciaio relativamente alla palestra ed alcune travi e setti relativamente all'edificio aule.

Si tratta di verifiche condotte con diversi livelli di conoscenza (LC1 o LC2) in relazione alla disponibilità di dati (i dati progettuali completi sono presenti per il solo corpo di fabbrica destinato a scuola dell'infanzia). La vastità dei fabbricati ed il costo dei sondaggi (il più delle volte comportanti anche piccole demolizioni) rende antieconomico un ulteriore approfondimento di indagini per ottenere un livello di conoscenza LC2 su tutte le strutture. Quanto sopra anche in relazione che il fabbricato essendo totalmente privo di isolamenti termici, quanto meno per le pareti, necessità di un importante intervento di coibentazione nel corso del quale, avendone disponibilità finanziaria, si dovrà provvedere ad ulteriori analisi di dettaglio ed eventuali consolidamenti tenendo conto anche dei maggiori carichi che, specie per la palestra, saranno applicati alla struttura sia in copertura che, soprattutto, per i serramenti.

Le verifiche sono state condotte sia con analisi statica sismica equivalente che dinamica (per la palestra anche applicazione del sisma verticale alla copertura) e danno risultati, laddove eseguito il confronto sufficientemente convergenti. L'analisi statica non lineare (pushover) non è applicabile allo studio dell'edificio in oggetto in quanto ogni sottostruttura in cui è stato scomposto non rispetta quanto previsto al punto 7.3.4.1 delle NTC (il modo di vibrare fondamentale nella direzione longitudinale ha una partecipazione di massa inferiore al 75%).

Da ultimo una considerazione sulle fondazioni. È chiaro che a meno di consistenti opere di demolizione seguite da immediato ripristino strutturale non è possibile ottenere l'armatura dei pali e, comunque potrebbero esserne campionati un paio senza certezza che sia significativa per tutti. Al pari la determinazione dell'armatura dei cordoli e dei plinti richiederebbe importanti ed anche pericolose demolizioni al di sotto dei pilastri e dei setti in cls. (per la determinazione dell'armatura su ambo le facce).

Le nuove NTC 2017, in attesa prossima emanazione ma comunque già validate ai massimi livelli, permetteranno comunque di superare il problema prevedendo, sotto talune ipotesi, la non necessità di ricalcolo della fondazione. Quel che è certo che la palificata è stata sicuramente collaudata favorevolmente (per i carichi dell'epoca) prima dell'edificazione delle parti fuori terra solo che tale certificato non si trova al pari di quello dell'intera struttura che sicuramente ha preceduto il completamento della pratica amministrativa di direzione lavori.

11.2 L'INDICE DI VULNERABILITÀ SISMICA

Riassumendo, per i quattro corpi di fabbrica analizzati si sono ottenuti i seguenti valori degli indicatori di rischio.

Corpo Nord – scuola dell'infanzia

T_{rC}	a_g/g	F_o	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
60	0,049	2,541	0,265	1,500	1,627	0,431	0,144	1,796	0,074	38%	36%

Corpo Centrale – scuola primaria

T_{rC}	a_g/g	F_o	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
30	0,035	2,595	0,222	1,500	1,725	0,383	0,128	1,74	0,053	27%	27%

Corpo Sud – Est – ampliamento scuola primaria e mensa

T_{rC}	a_g/g	F_o	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
67	0,051	2,548	0,271	1,500	1,616	0,438	0,146	1,804	0,077	40%	38%

Palestra

T_{rC}	a_g/g	F_o	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
60	0,049	2,541	0,265	1,500	1,627	0,431	0,144	1,796	0,074	38%	36%

Trattandosi di un unico polo scolastico si ritiene superflua, dopo la calcolazione, mantenere una differenziazione nei livelli di vulnerabilità quanto meno tra i corpi di fabbrica destinati ad aule. Per la palestra, che invece è utilizzabile anche per attività extrascolastiche ha sicuramente significato attribuirne di autonomi. Per quanto riguarda i corpi di fabbrica destinati ad aule la distinzione degli

indicatori potrà eventualmente servire in sede di assegnazione delle priorità di intervento nel caso di adeguamento per lotti.

Pertanto, quale dato finale si assume quello relativo alla/alle strutture meno prestanti e quindi:

Corpi di fabbrica destinati ad aule - tempo di ritorno pari a 30 anni, riportiamo in sintesi nella tabella qui di seguito gli indicatori di rischio in termini di tempo di ritorno e di accelerazione al suolo (evidenziati).

T_{rC}	a_g/g	F_o	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
30	0,035	2,595	0,222	1,500	1,725	0,383	0,128	1,74	0,053	27%	27%

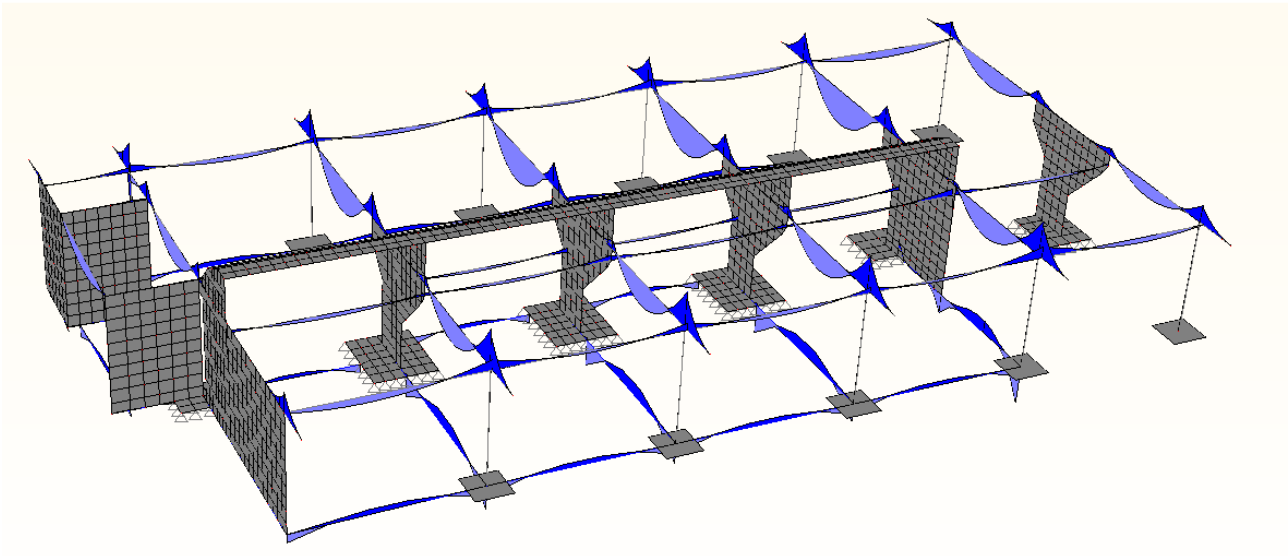
Palestra - tempo di ritorno pari a 60 anni, riportiamo in sintesi nella tabella qui di seguito gli indicatori di rischio in termini di tempo di ritorno e di accelerazione al suolo (evidenziati).

T_{rC}	a_g/g	F_o	T^*c	S_s	C_c	T_c	T_B	T_D	PGA_c	PGA_c/PGA_D	$(T_{rC} / T_{rD})^a$
60	0,049	2,541	0,265	1,500	1,627	0,431	0,144	1,796	0,074	38%	36%

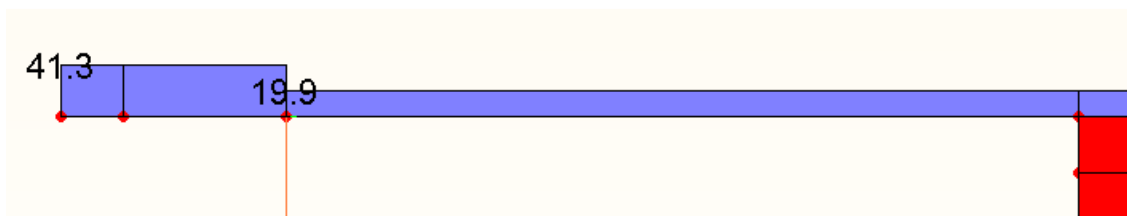
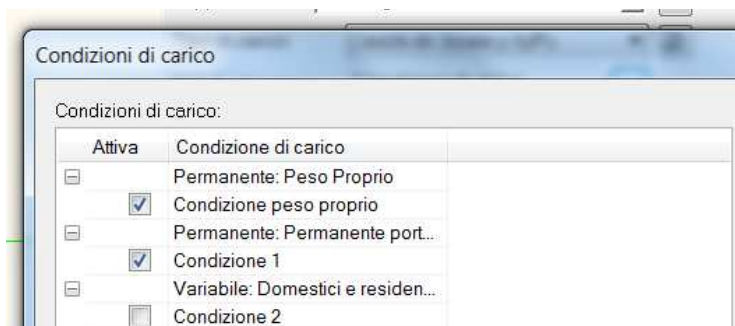
12 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I tre corpi hanno analogie evidenti. Prendiamo in esame ad esempio il Corpo NORD.

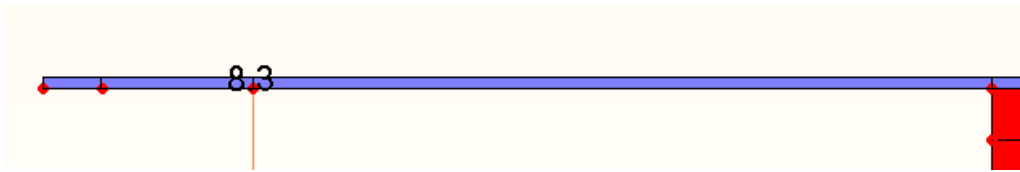
Esaminando il diagramma dei momenti flettenti in campo statico si nota un'evidente simmetria.



Prendiamo pertanto in esame un telaio. I carichi esterni permanenti applicati sono (in kN/m)

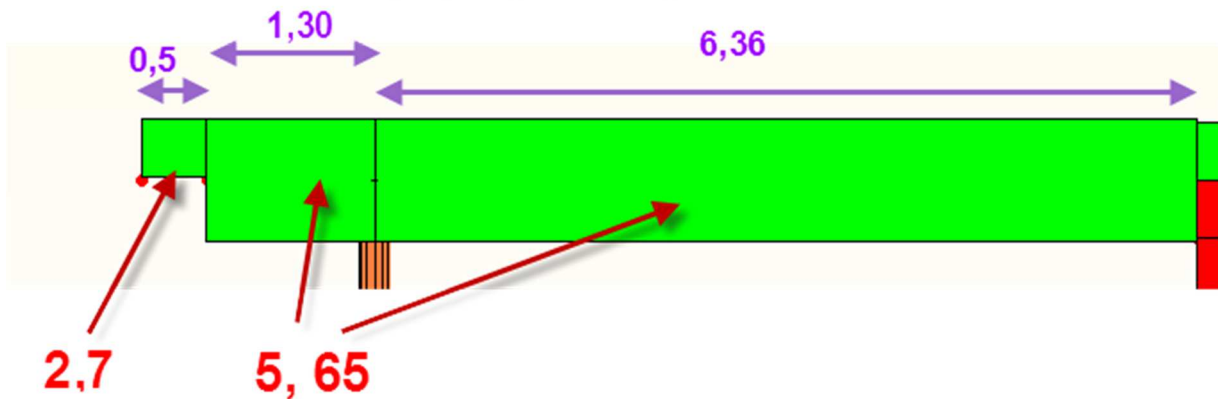


Per la sola neve abbiamo

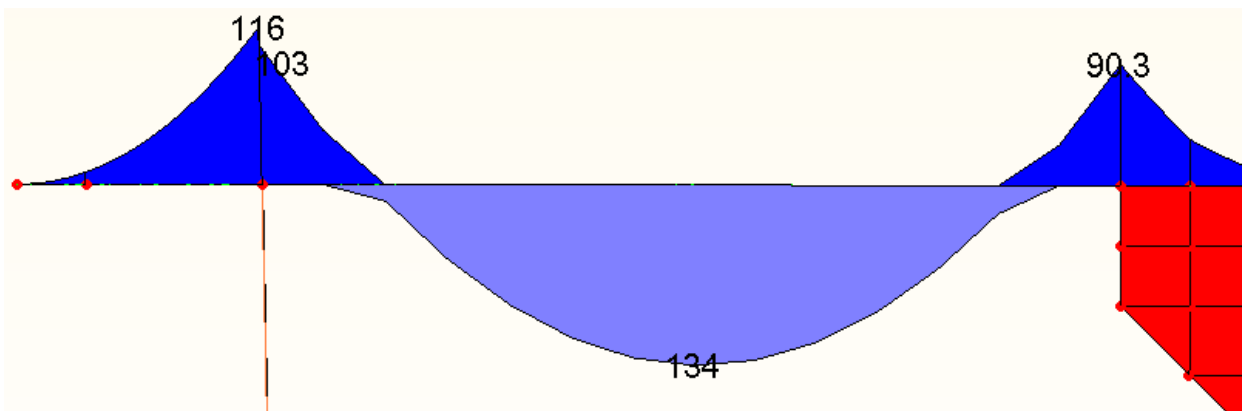


I pesi propri e le luci di calcolo sono indicate nella figura seguente

p.p. (kN/m) , luci di calcolo



Questa immagine riporta il diagramma dei momenti flettenti



Il momento massimo negativo sulla mensola è pari a:

$$1.3 * [(2.7 + 41.3) * 0.5 * 1.55 + (5.65 + 41.3) * 1.3 * 0.65] + 1.5 * (8.3 * 1.8) * 0.9 = \mathbf{116 \text{ kN} * \text{m}}$$

(c.v.d.)

Sul lato interno il momento negativo è un po' minore (103 kN*m) per effetto dell'interazione con il pilastro.

Sul lato opposto all'incastro con il setto il momento dipende dal grado di incastro. Il valore di 90kN appare ragionevole, molto prossimo a quello all'attacco sul pilastro.

Di conseguenza il momento massimo in campata si ricava quindi, approssimativamente, in questo modo:

- Semisomma dei momenti negativi di estremità: $(103+90.3)/2 = 96$
- $1/8 q l^2 = 0.125 * (1.3 * 25.6 + 1.5 * 8.3) * 6.36^2 = 230$

Il momento massimo positivo in campata sarà quindi pari a $230 - 96 = 134 \text{ kN*m}$ (c.v.d.)

13 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

(ai sensi del cap.10 del D.M. 14.01.2008)

È stata preliminarmente esaminata la documentazione a corredo del software utilizzato.

Software: MASTERSAP TOP 2016

Produttore: AMV srl via San Lorenzo, 106 - 34077 Ronchi dei Legionari (GO).

Si riporta di seguito una descrizione delle basi teoriche generali e degli algoritmi impiegati.

AMV S.r.l.
Via San Lorenzo, 106
34077 Ronchi dei Legionari
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.
Fax +39 0481.777.125
E-mail: info@amv.it
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.
P.Iva: IT00382470318
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

AMV S.r.l.
Il legale rappresentante
Ing. Eugenio Aiello

14 COPIA DELLA LICENZA D'USO

LICENZA D'USO SOFTWARE

Ragione Sociale: **OCERA ING. ROBERTO**

Indirizzo: **V.LE TRIESTE, 5**

CAP: **34072**

Città: **GRADISCA D'ISONZO**

Prov.: **GO**

Telefono: **0481.960880**

Fax: **0481.960880**

Email: **robocera@tin.it**

Partita IVA: **00399640317**

Codice Fiscale:

DATI RELATIVI ALL'INSTALLAZIONE DEI PROGRAMMI (se diversi da quelli di fatturazione)

Nominativo

Indirizzo (Via, n°, CAP, città, prov. e tel.):

DESCRIZIONE PROGRAMMI

TITOLO PROGRAMMA	AUTORE / DISTRIBUT.	VERS.	N° LICENZA D'USO	DECORRENZA LICENZA D'USO	SCADENZA ASSIST./ MANUT.
MASTERSAP TOP	AMV	28,10	32078	22/04/2002	22/08/2018
SOLUTORE PUSHOVER TOP	AMV	28,10	VISIONE	18/02/2016	22/08/2018
MASTERARM TOP	AMV	28,10	32078	22/04/2002	22/08/2018
MASTERESIST TOP	AMV	28,10	VISIONE	31/05/2013	22/08/2018
MASTERMURI TOP	AMV	28,10	32078	16/12/2003	22/08/2018
MASTERLEGNO TOP	AMV	28,10	32078	31/05/2013	22/08/2018
MASTERSTEEL TOP	AMV	28,10	32078	31/05/2013	22/08/2018
MASTERNODO TOP	AMV	28,10	32078	17/01/2007	22/08/2018
CAD C.A. TRAVI/PILASTRI E VIEW	AMV	28,10	32079	22/04/2002	22/08/2018
VERIFICHE RINFORZI	AMV	28,10	VISIONE	18/02/2016	22/08/2018
VERIFICHE C.A. T.A./SL./S.L.U	AMV	28,10	33646	03/06/2005	22/08/2018
SOLAI TOP	AMV	28,10	32172	09/07/2002	22/08/2018