



# COMUNE DI CONCESIO

PROVINCIA DI BRESCIA

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori sulla base del progetto definitivo di ampliamento e ristrutturazione con demolizione della sede municipale

CUP: D45E20005980006

CIG: 9552151C5C

R.U.P: Arch. Flavia Gusberti

## RESPONSABILE INTEGRAZIONE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Arch. Giovanni Albani

## RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

### PROGETTO OPERE ARCHITETTONICHE

Arch. Nicola Cuoco

Arch. Anna Cuomo

### PROGETTO STRUTTURALE

Ing. Maurizio Colasante

Ing. Vincenzo Bisogno (collaboratore)

### PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

Ing. Stefano Greco

### PROGETTO IMPIANTO MECCANICI

Ing. Antonio Salza

### COORDINAMENTO SICUREZZA IN PROGETTAZIONE

Arch. Giovanni Albani

### GEOLOGIA

Dott. Geol. Antonio Cuomo



#### Sede Legale:

Nocera Superiore (SA), Via J.F. Kennedy, 2 - 84015

C.F./P. IVA 05721420650

Tel. +39 08118088196 - Fax +39 0815142899

E-mail: info@gruppoverifica.it

WEB: www.gruppoverifica.it

Ing. Antonio Salza

#### Sede Legale:

Ariano Irpino (AV) Via Gaudiello 23/A

C.F./ Partita IVA: 01561550649

## Elaborato ELABORATI STRUTTURALI Descrittivo

### GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

cod. commessa								opera		doc. e prog.			fase	rev.		
2	3	E	1	6	0	0	8	0	2	G	M	0	2	_	1	0

File Name: 23E16008_02_GM02_10.PDF					SCALA:	
2						
1						
0	Progetto Esecutivo	02/11/2023	CUOCO	COLASANTE	ALBANI	
Rev.	Descrizione	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

**RELAZIONE**  
***Ai sensi del Cap. 10.2 delle NTC 2018***  
**ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L' AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO**

**Indice generale**

**TIPO ANALISI SVOLTA**

**ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO**

**VALIDAZIONE DEI CODICI**

**PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI**

**INFORMAZIONI SULL' ELABORAZIONE**

**GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'**

## **Tipo Analisi svolta**

- *Tipo di analisi e motivazione*

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di comportamento. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2018 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta. Nelle analisi sono state considerate le eccentricità accidentali pari al 5% della dimensione della struttura nella direzione trasversale al sisma.

- *Metodo di risoluzione della struttura*

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali. In particolare le travi ed i pilastri sono stati schematizzati con elementi asta a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio, utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite. Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare, per cui non necessita di ulteriori suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Per gli elementi strutturali bidimensionali (pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche) è stato utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra). Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM. Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipende dalla forma e densità della MESH. Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti è stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

◦ **Metodo di verifica sezionale**

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

Le verifiche degli elementi bidimensionali sono state effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. Per le azioni dovute al sisma (ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica), le verifiche sono state effettuate sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

- Legame parabola rettangolo per il cls
- Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

◦ **Combinazioni di carico adottate**

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	SI
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente	SI
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI-CON NTC18 SOLO APPROCCIO 2
SLU terreno A2 – Approccio 1	NON PREVISTA DALLE NTC18

◦ **Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico**

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerate le azioni derivanti dallo spettro di progetto ridotto del fattore q e le eccentricità accidentali pari al 5%. Inoltre le azioni sismiche sono state combinate spazialmente sommando al sisma della direzione analizzata il 30% delle azioni derivanti dal sisma ortogonale.

## **Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo**

<i>Produttore</i>	S.T.S. srl
<i>Titolo</i>	CDSWin
<i>Versione</i>	Rel. 2023

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.  
***Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri  
95030 Sant'Agata li Battiati (CT).***

- ***Affidabilità dei codici utilizzati***

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La **S.T.S. s.r.l.**, a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

### Validazione dei codici

L'opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista.

### Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti più sollecitate della struttura in esame.

#### Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (9) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100
Z	NON SELEZIONATA

### CORPO A ( I FASE)

#### Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	VERIFICATO
SLD	VERIFICATO

#### Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<i>Travi c.a. Fondazione</i>	0 su 6	VERIFICATO
<i>Travi c.a. Elevazione</i>	0 su 309	VERIFICATO
<i>Pilastrini in c.a.</i>	0 su 66	VERIFICATO
<i>Shell in c.a.</i>	0 su 11	VERIFICATO
<i>Piastre in c.a.</i>	0 su 16	VERIFICATO

#### Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<i>Travi c.a. Fondazione</i>	0 su 6	VERIFICATO
<i>Travi c.a. Elevazione</i>	0 su 309	VERIFICATO
<i>Pilastrini in c.a.</i>	0 su 66	VERIFICATO
<i>Shell in c.a.</i>	0 su 11	VERIFICATO
<i>Piastre in c.a.</i>	0 su 16	VERIFICATO

**Tabellina Riassuntiva delle Verifiche di Gerarchia delle Resistenze**

	Non Verif/Totale	STATUS
Gerarchia Trave Colonna c.a.	0 su 19	VERIFICATO
Gerarchia Trave Colonna acc.	0 su 0	NON ESEGUITA

**Tabellina riassuntiva della portanza**

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm <sup>2</sup> )	1.33	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.04	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	2.27	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	22.68	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	13.18	

**CORPO B ( II FASE)**

**Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD**

Stato limite	Status Verifica
SLO	VERIFICATO
SLD	VERIFICATO

**Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU**

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<i>Travi c.a. Fondazione</i>	0 su 2	VERIFICATO
<i>Travi c.a. Elevazione</i>	0 su 315	VERIFICATO
<i>Pilastrini in c.a.</i>	0 su 63	VERIFICATO
<i>Shell in c.a.</i>	0 su 21	VERIFICATO
<i>Piastre in c.a.</i>	0 su 9	VERIFICATO
<i>Aste in Acciaio</i>	0 su 3	VERIFICATO

**Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE**

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<i>Travi c.a. Fondazione</i>	0 su 2	VERIFICATO
<i>Travi c.a. Elevazione</i>	0 su 315	VERIFICATO
<i>Pilastrini in c.a.</i>	0 su 63	VERIFICATO
<i>Shell in c.a.</i>	0 su 21	VERIFICATO
<i>Piastre in c.a.</i>	0 su 9	VERIFICATO
<i>Aste in Acciaio</i>	0 su 3	VERIFICATO

**Tabellina Riassuntiva delle Verifiche di Gerarchia delle Resistenze**

	Non Verif/Totale	STATUS
Gerarchia Trave Colonna c.a.	0 su 15	VERIFICATO
Gerarchia Trave Colonna acc.	0 su 0	NON ESEGUITA

**Tabellina riassuntiva della portanza**

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm <sup>2</sup> )	1.49	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.04	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	2.43	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	21	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	12.2	

**SCHEMI STATICI**

**CORPO A (I FASE)**

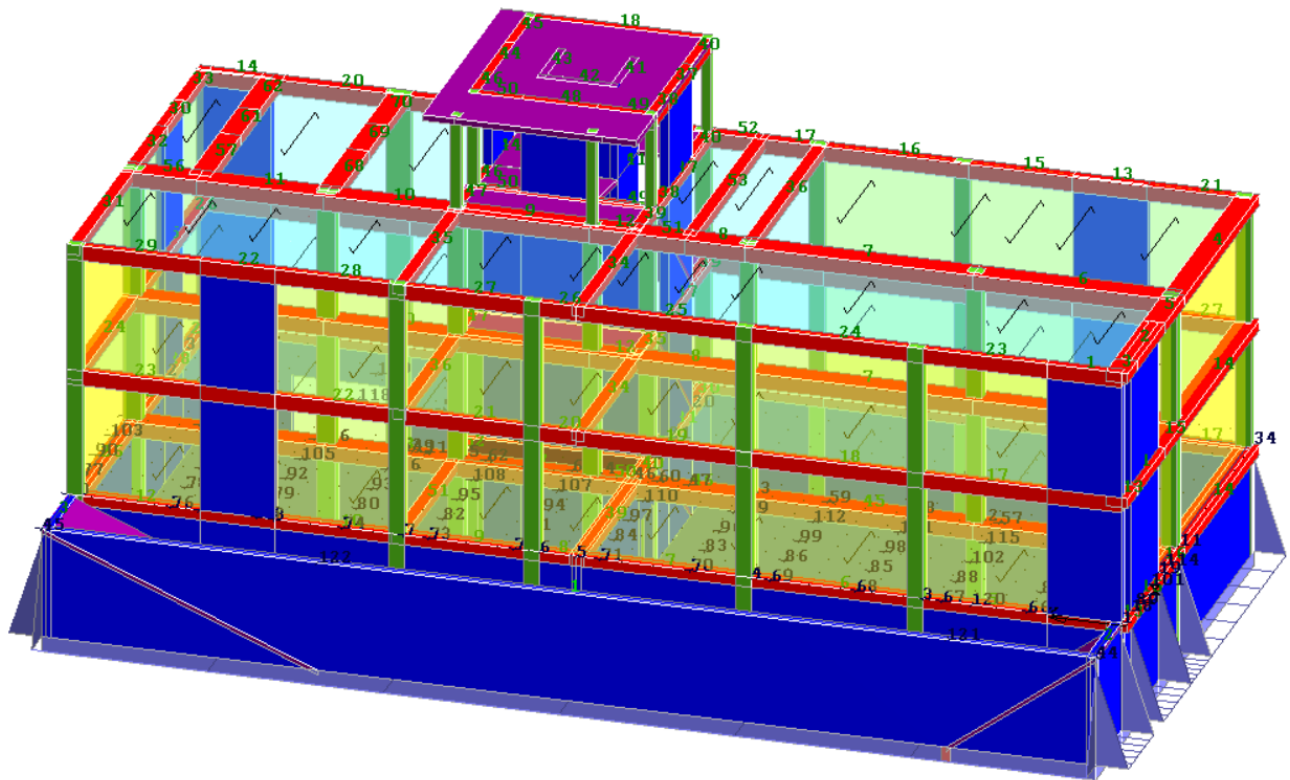


Fig.1-vista n.1\_3D\_Corpo A

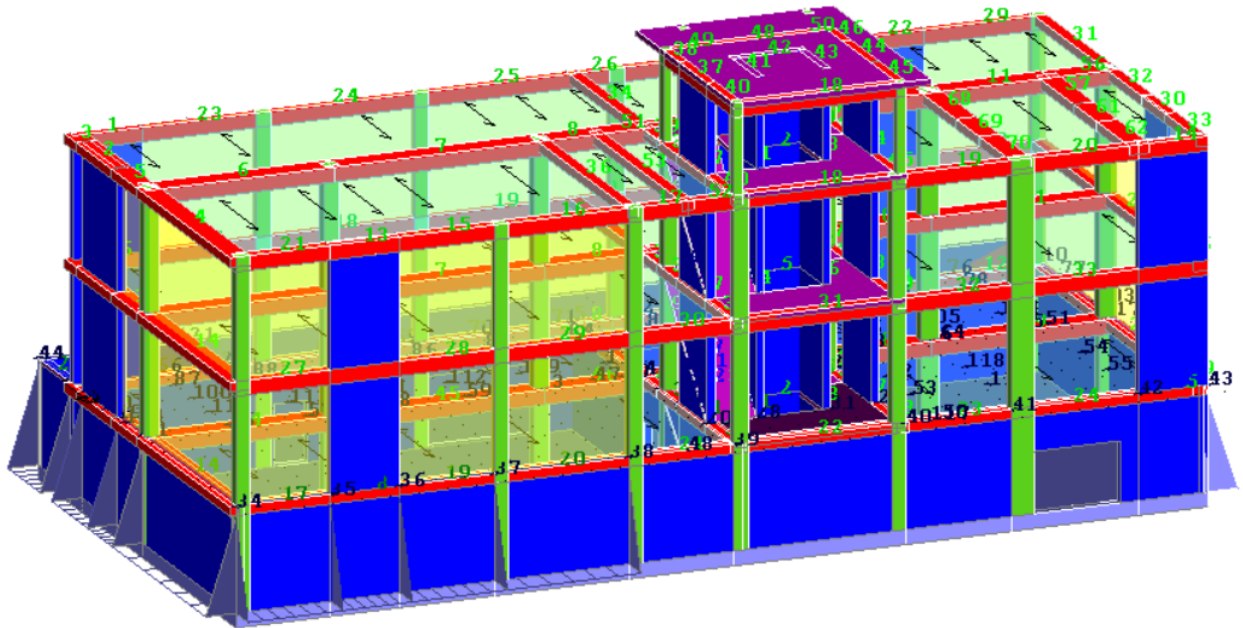


Fig.2-vista n.2\_3D\_Corpo A

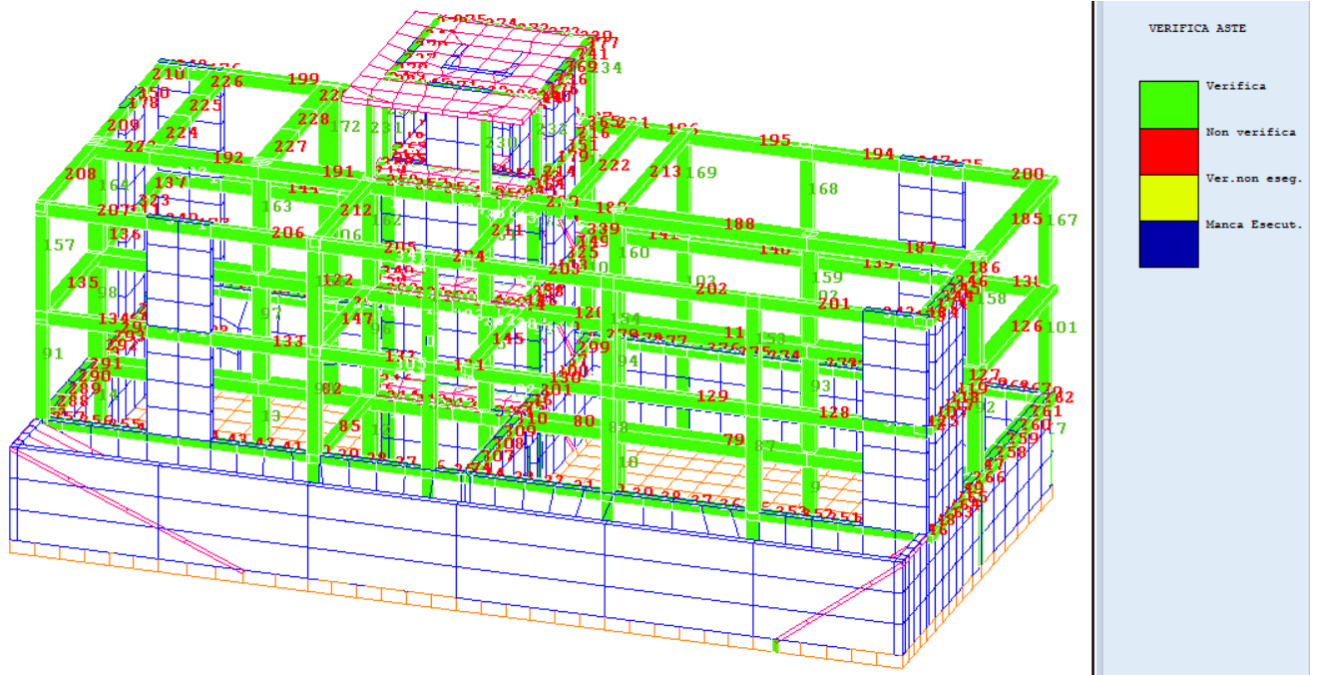


Fig.3-vista n.1\_Verifica aste in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo A

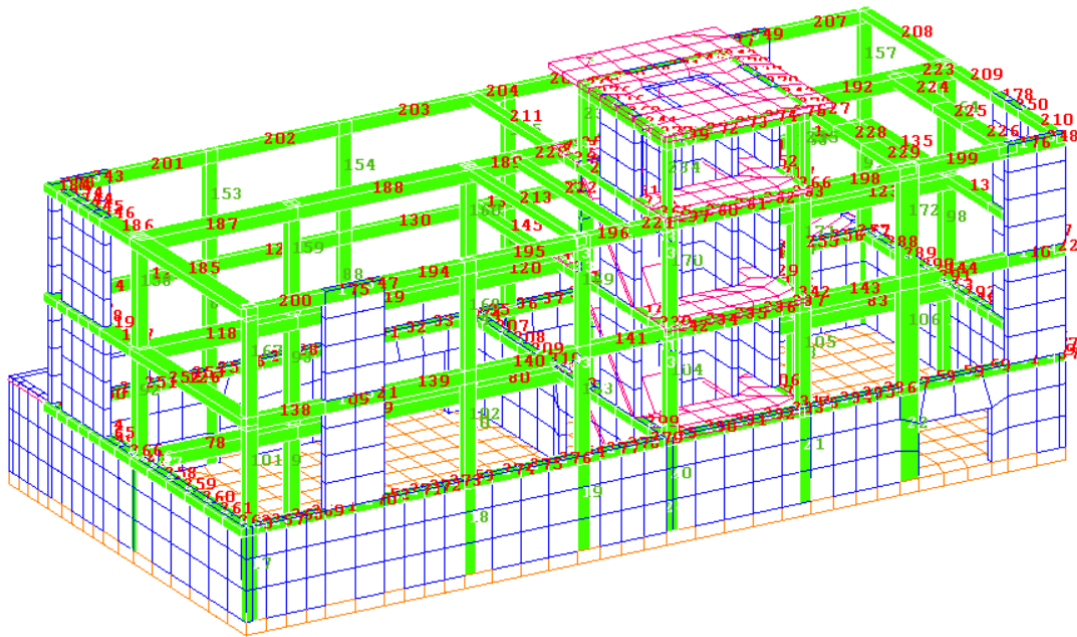


Fig.4-vista n.2\_ Verifica aste in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo A

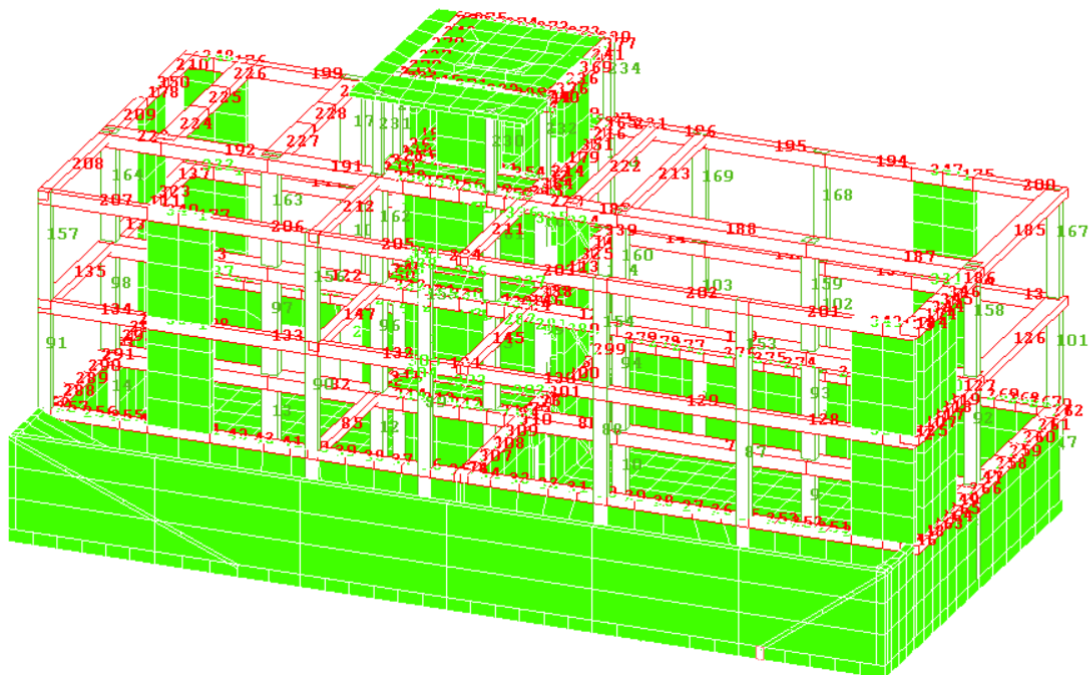


Fig.5-vista n.1\_ Verifica shell in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo A

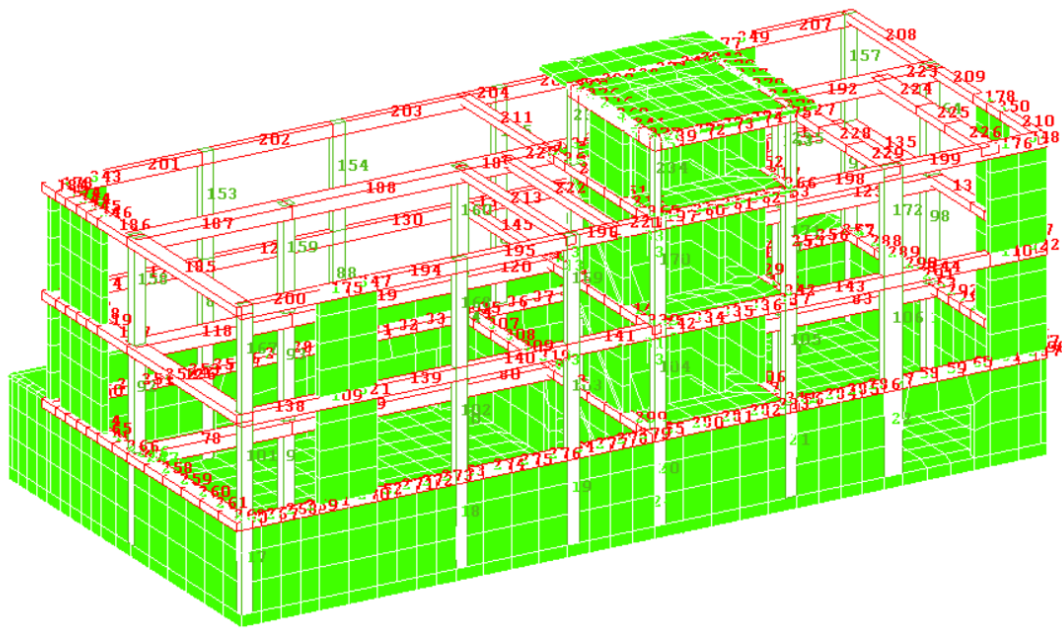


Fig.6-vista n.2\_ Verifica shell in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo A

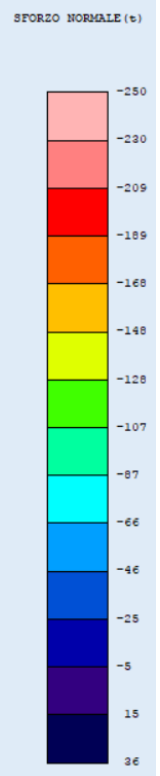
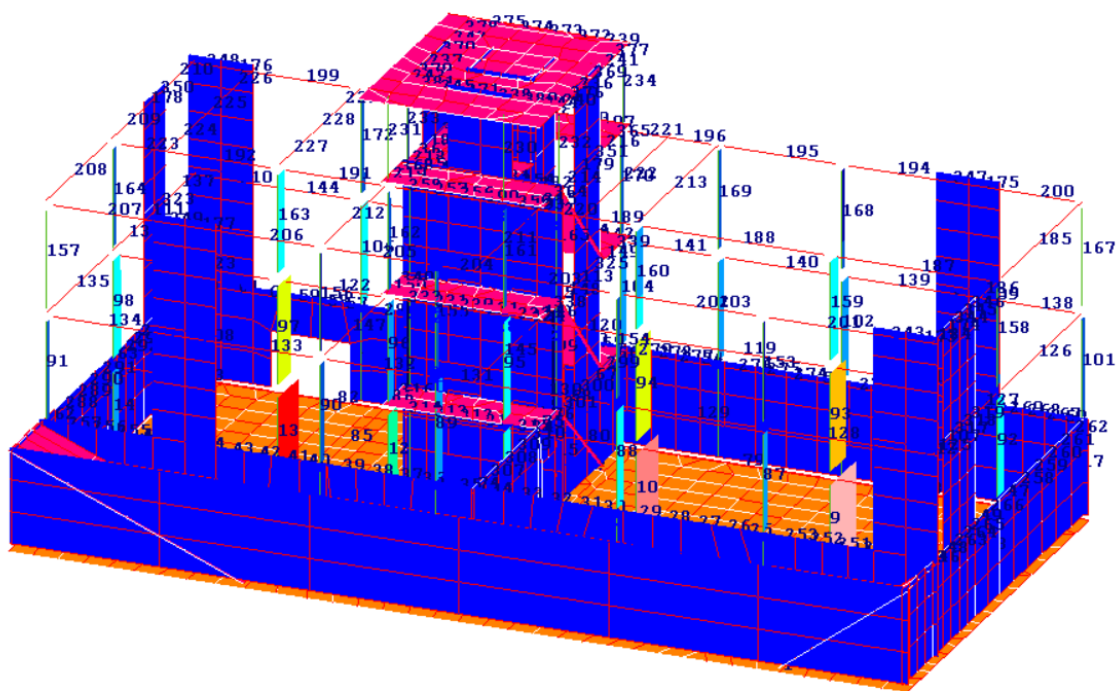


Fig.7-vista n.1\_ Sforzi Normali N\_involuppo\_Corpo A

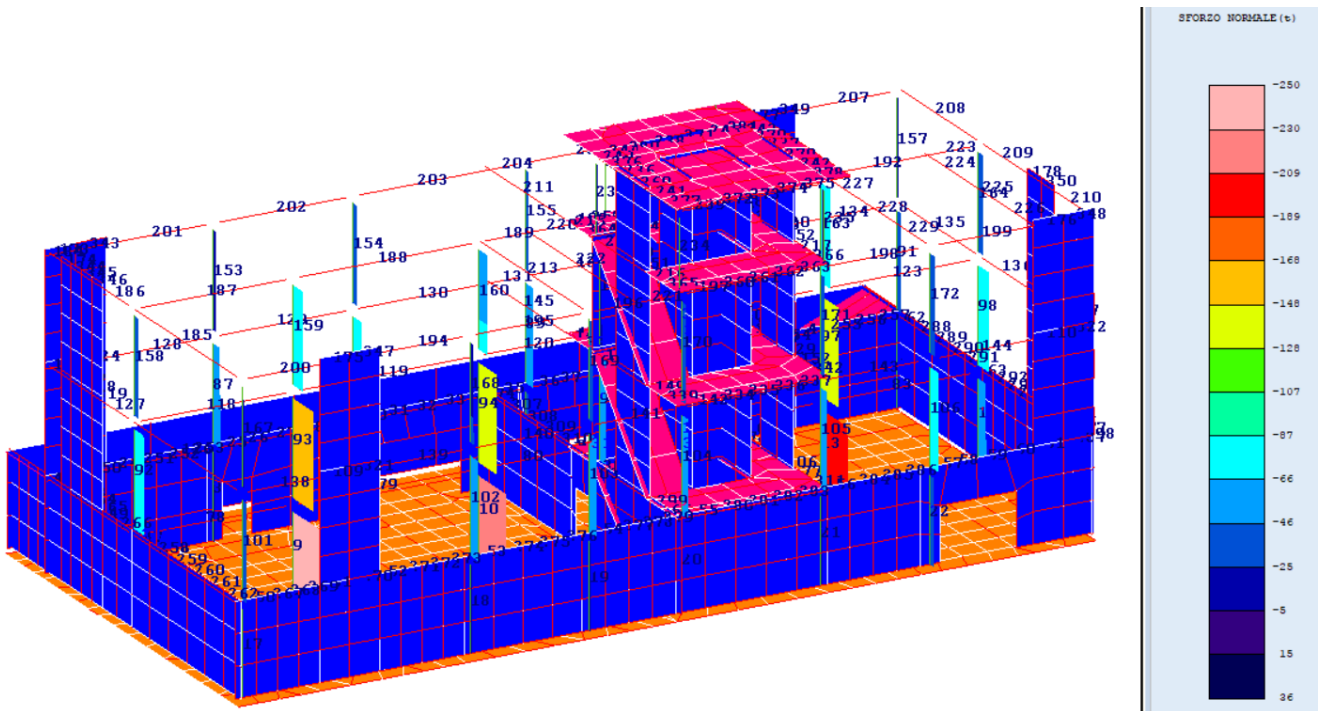


Fig.8-vista n.2\_ Sforzi Normali N\_inviluppo\_Corpo A

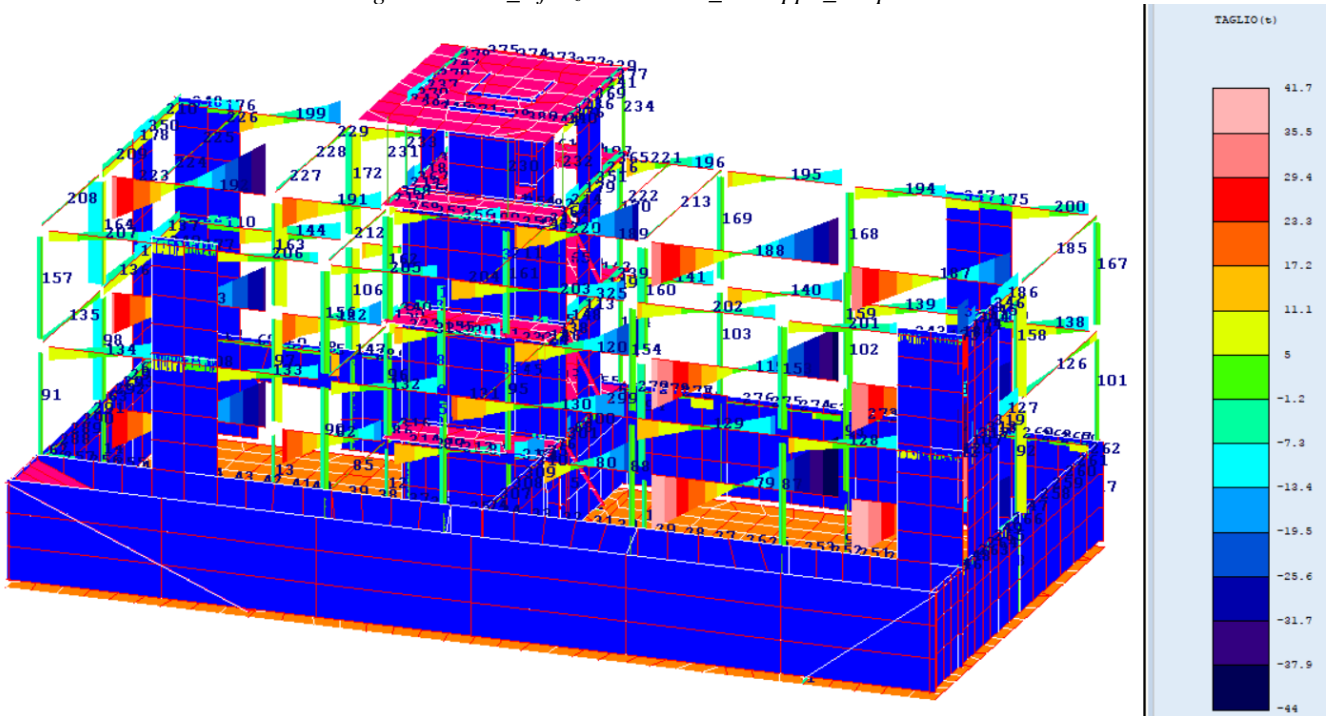
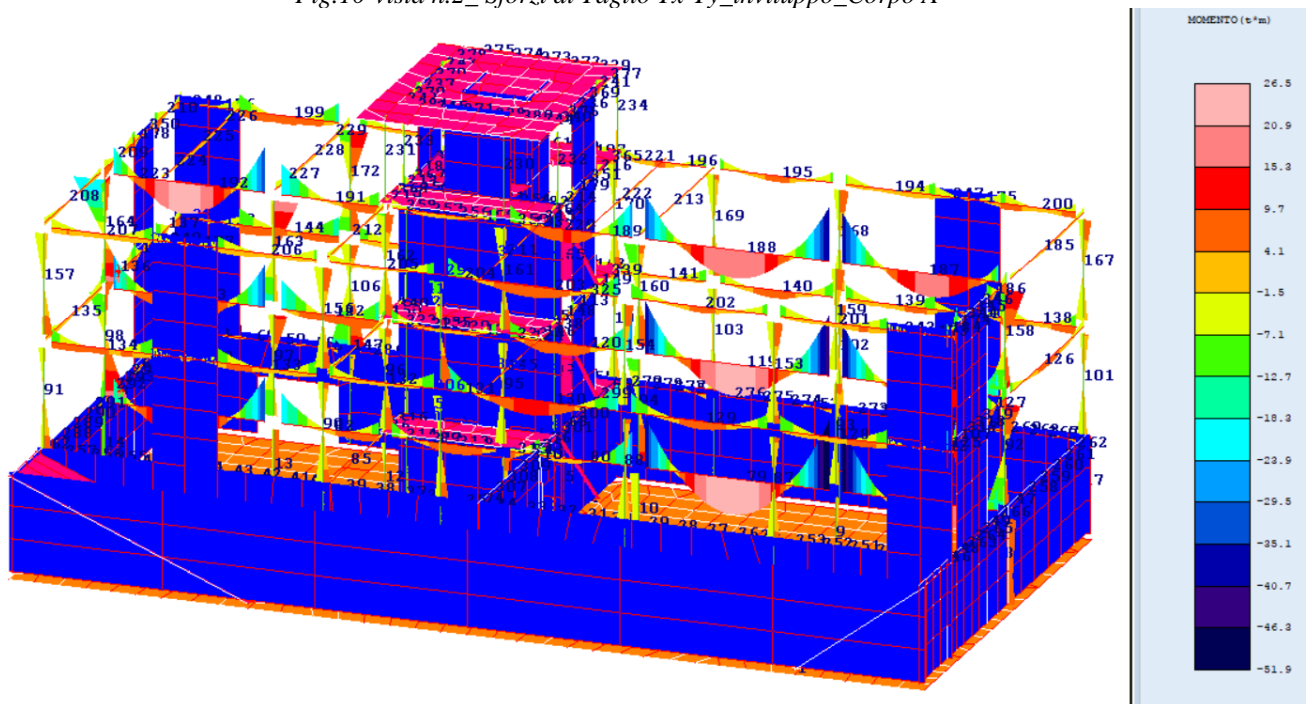
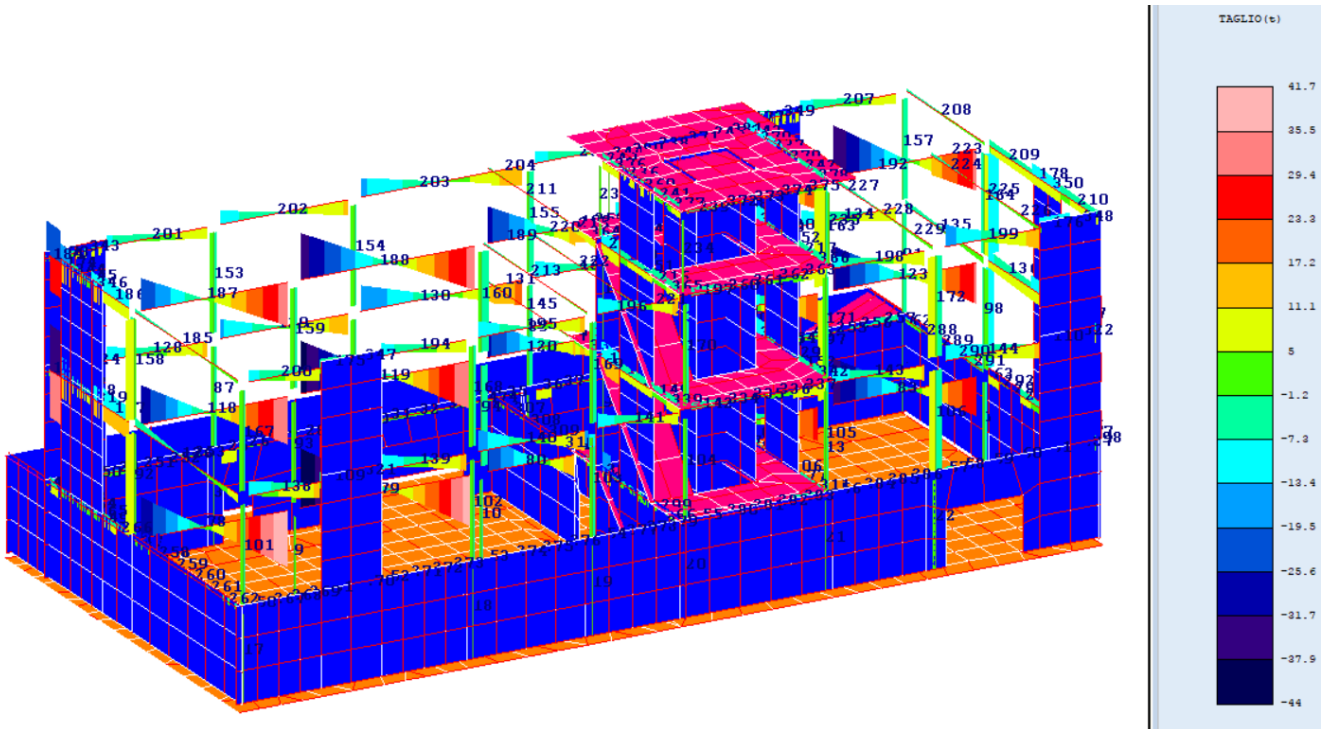


Fig.9-vista n.1\_ Sforzi di Taglio Tx-Ty\_inviluppo\_Corpo A



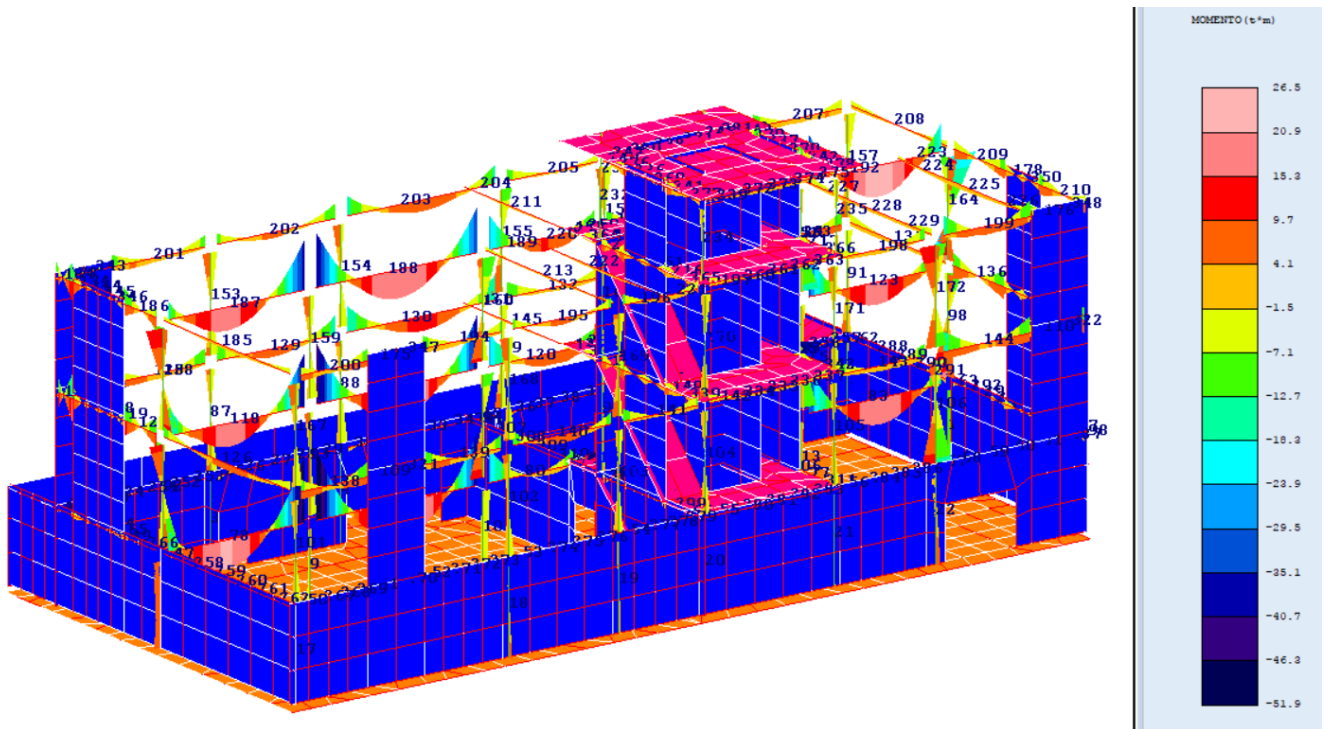


Fig.12-vista n.2\_ Sforzi Momento Mx-My\_inviluppo\_Corpo A

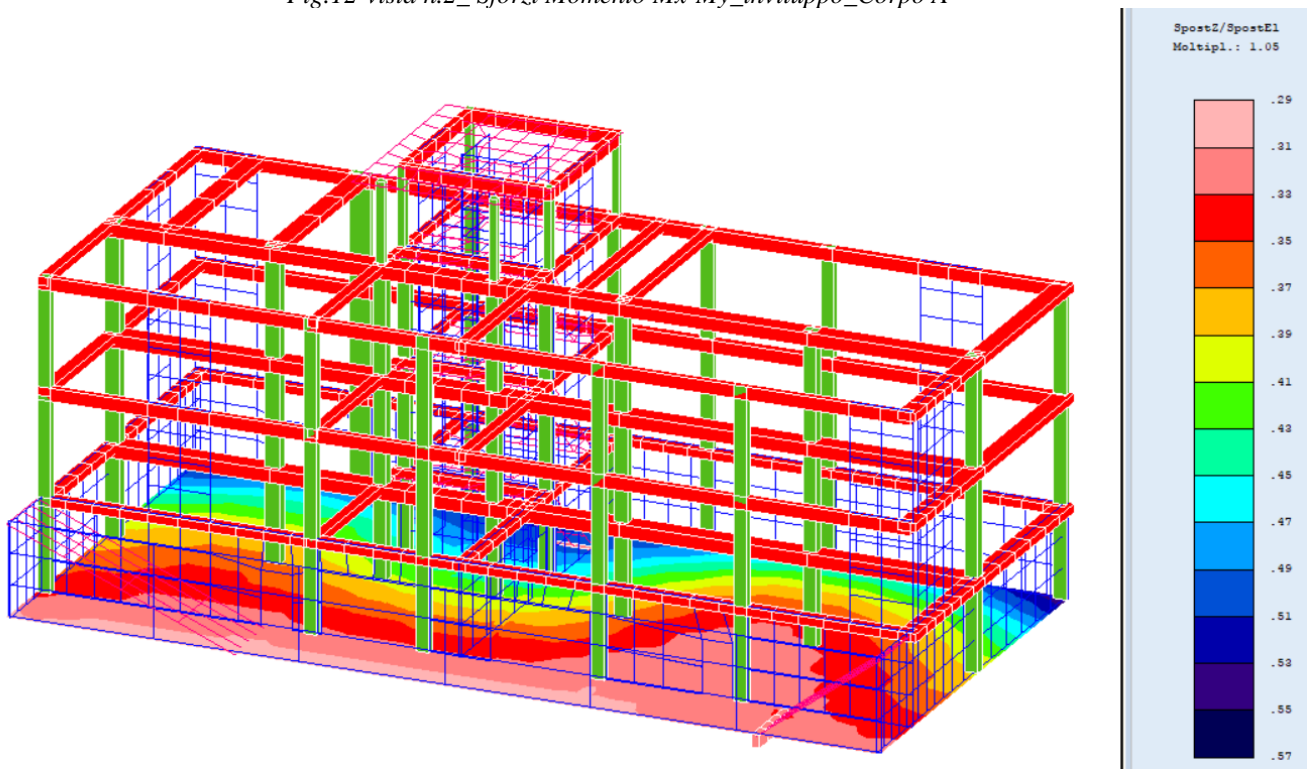


Fig.13-vista n.1\_ Portanza\_Corpo A

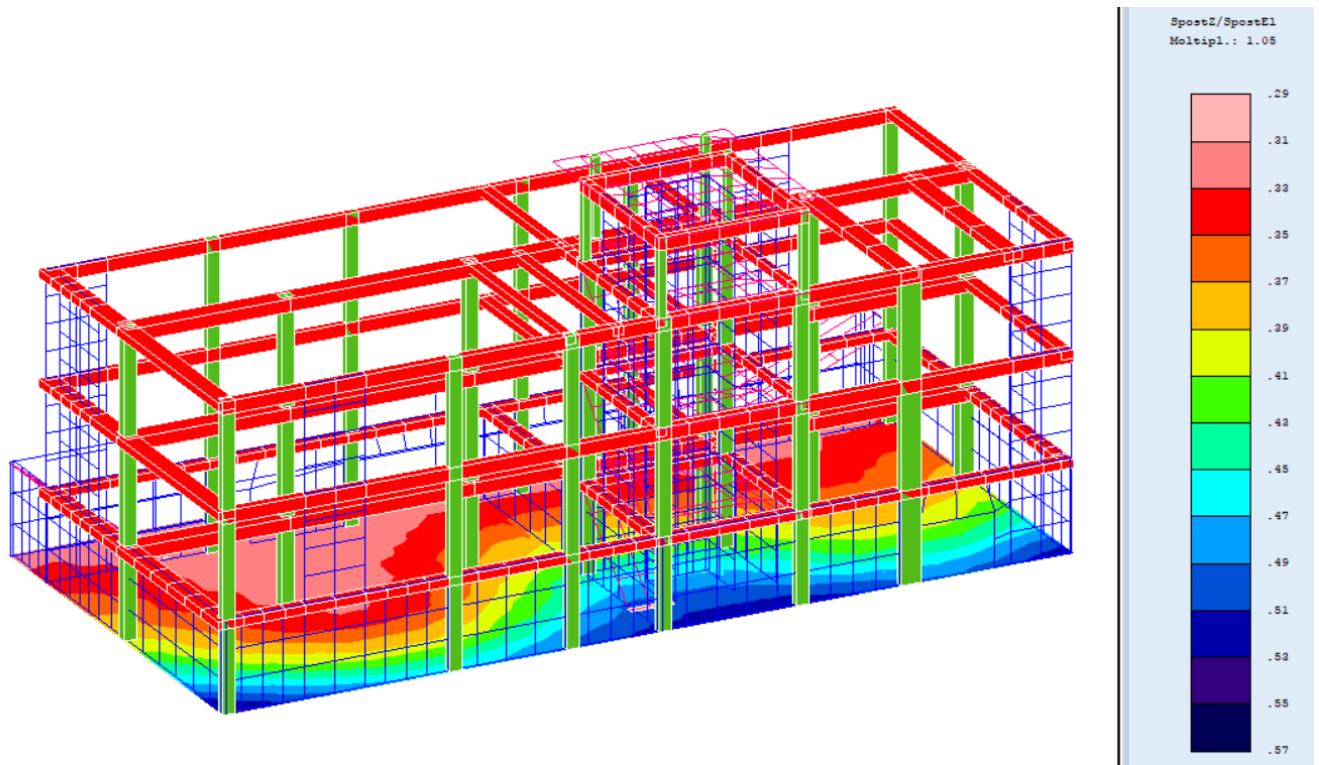


Fig.14-vista n.2\_ Portanza\_Corpo A

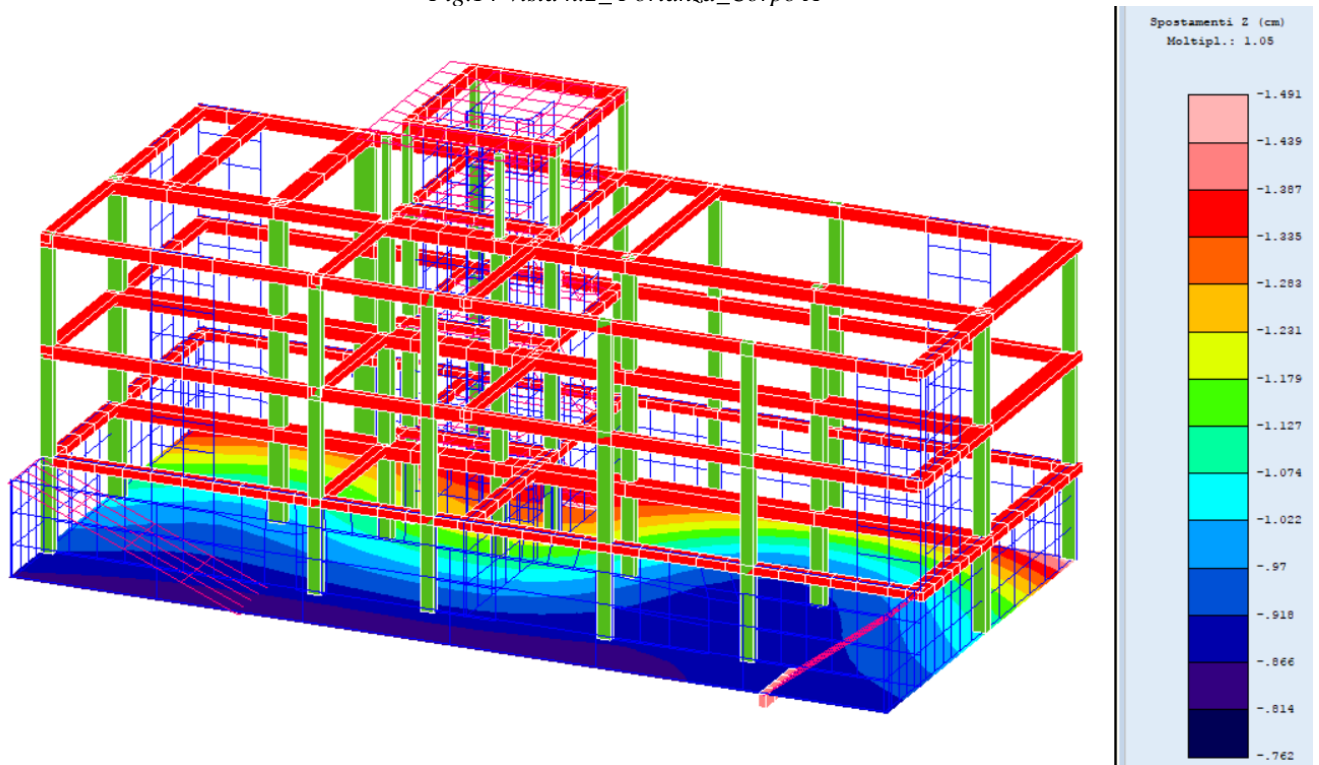


Fig.15-vista n.1\_ Spostamenti z\_Corpo A

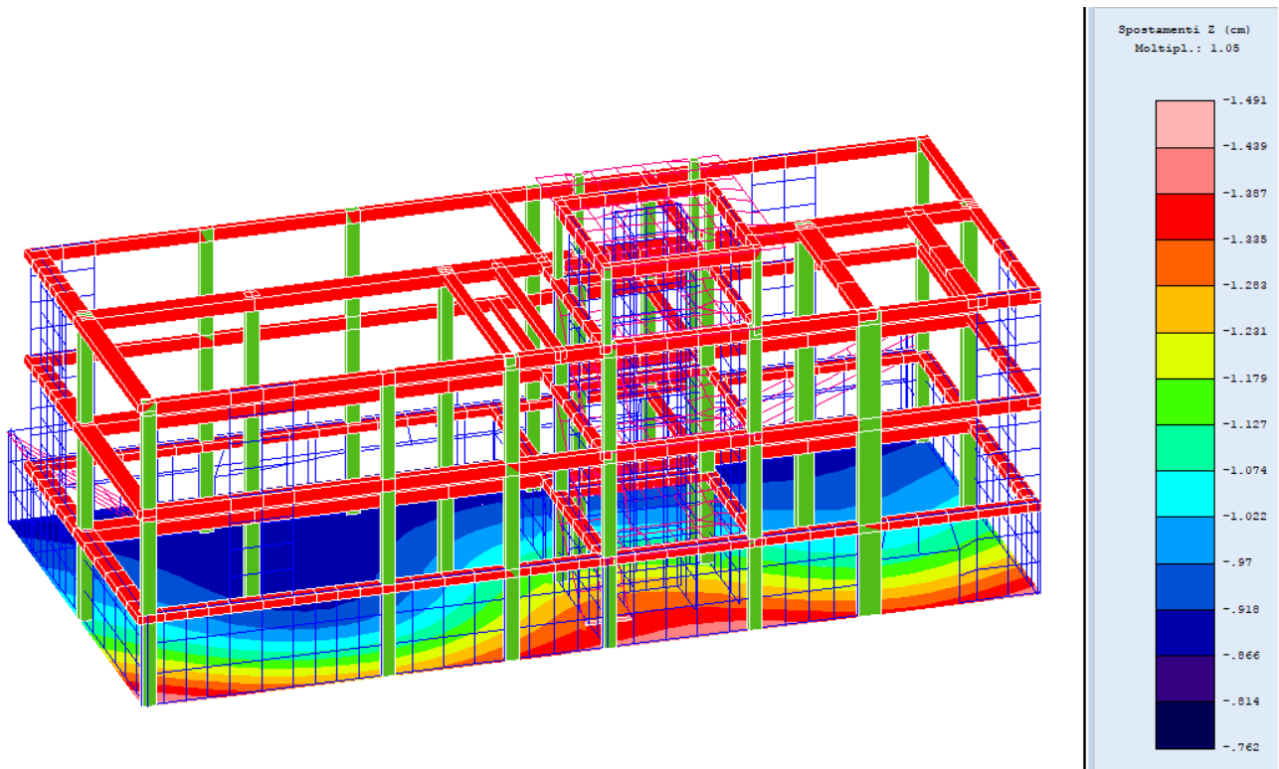


Fig.16-vista n.2\_ Spostamenti z\_Corpo A  
**CORPO B (II FASE)**

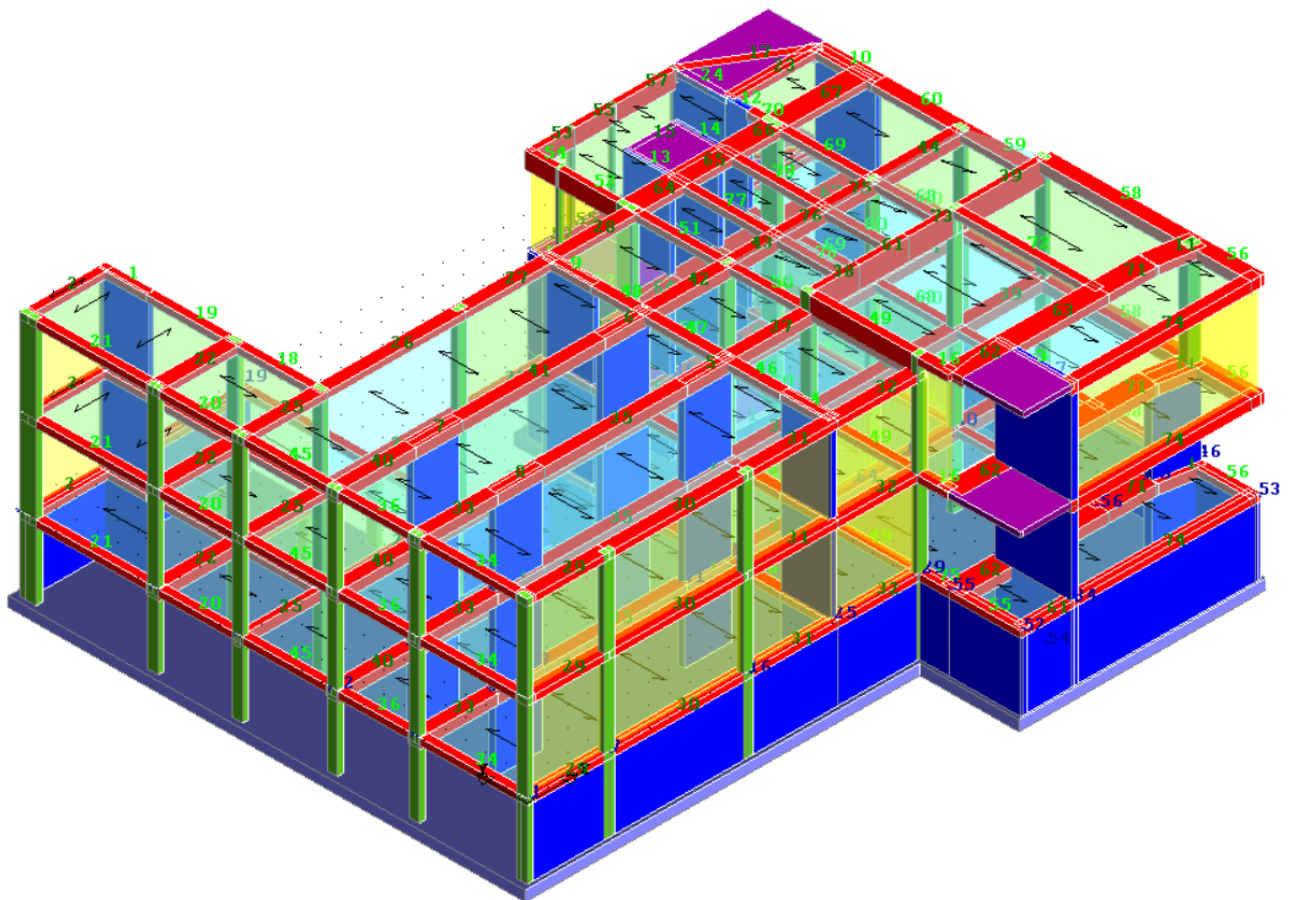


Fig.17-vista n.1\_ 3D\_Corpo B

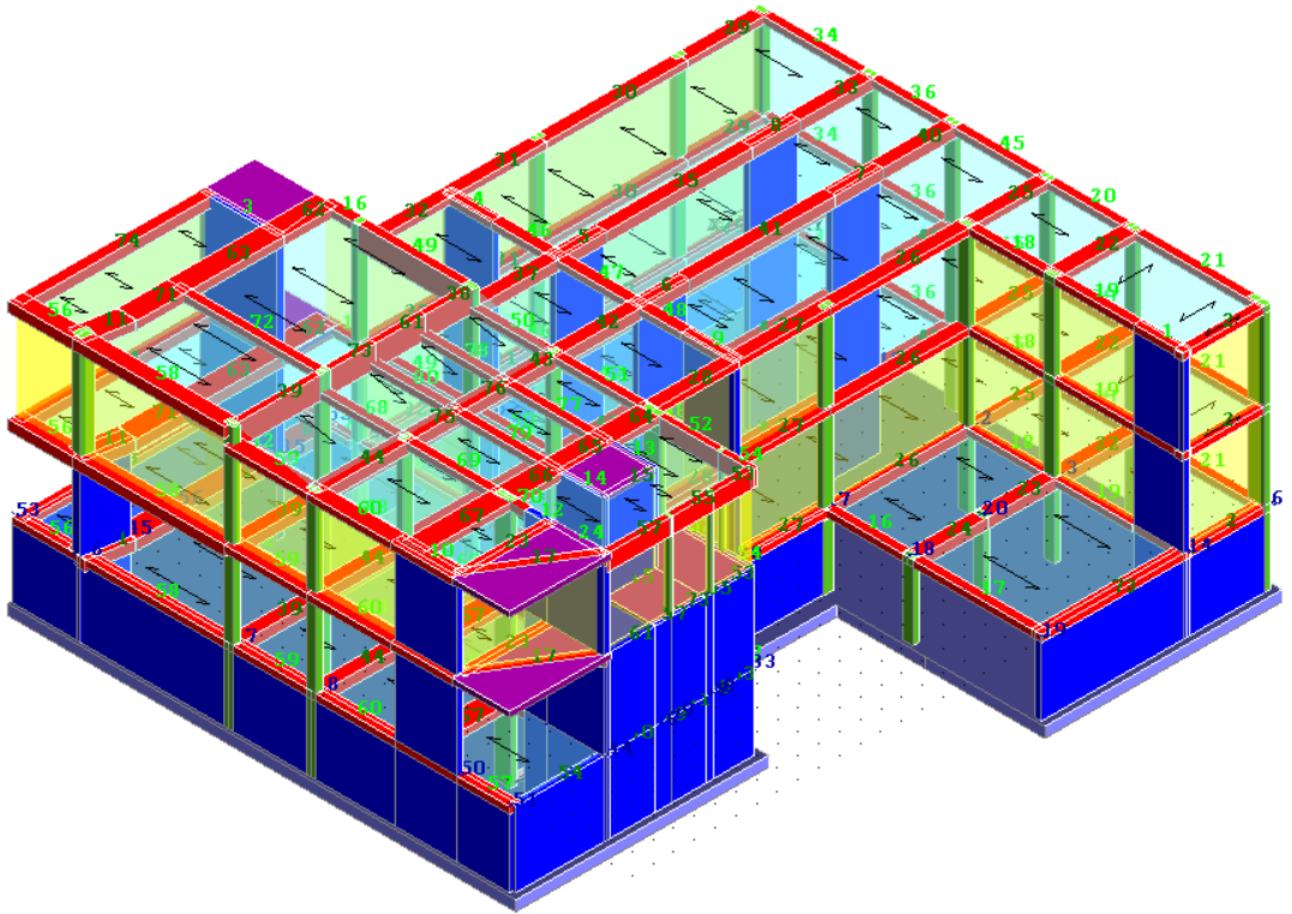


Fig.18-vista n.2\_3D\_Corpo B

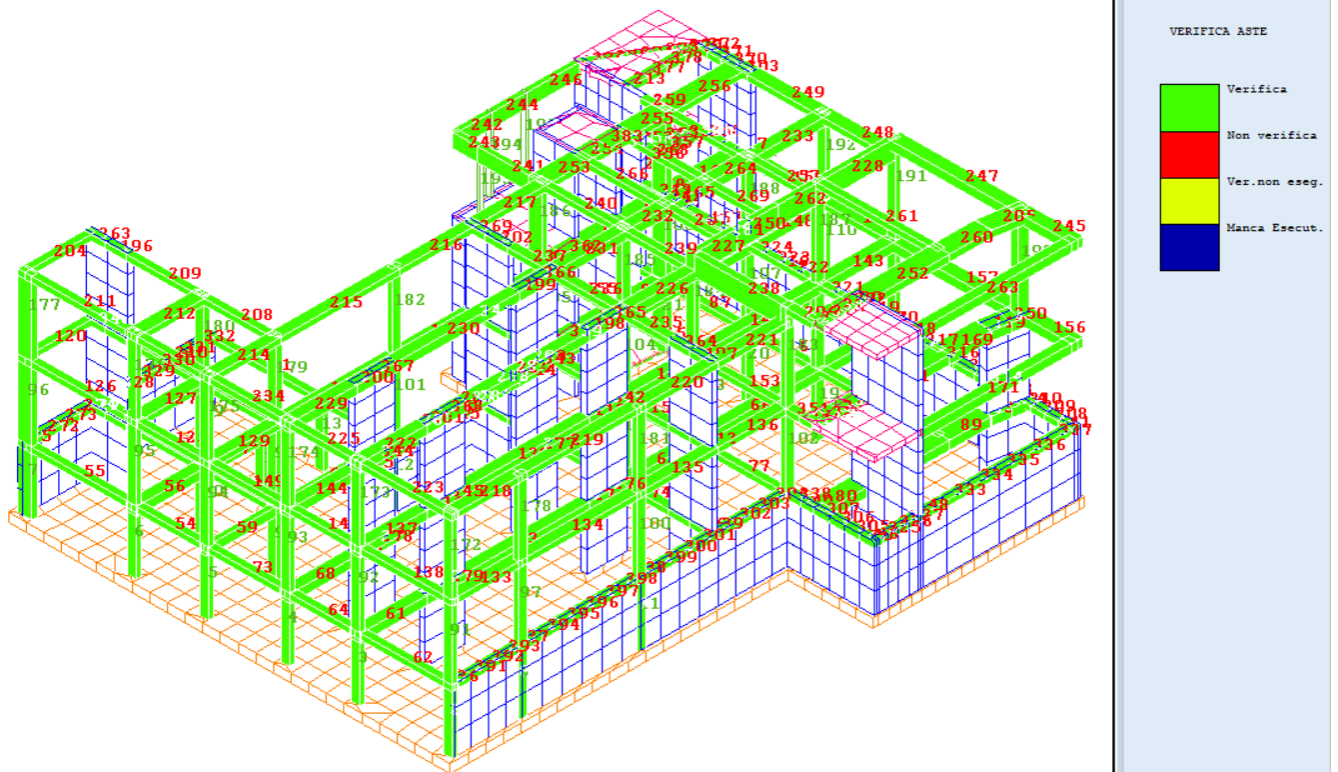


Fig.19-vista n.1\_Verifica aste in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo B

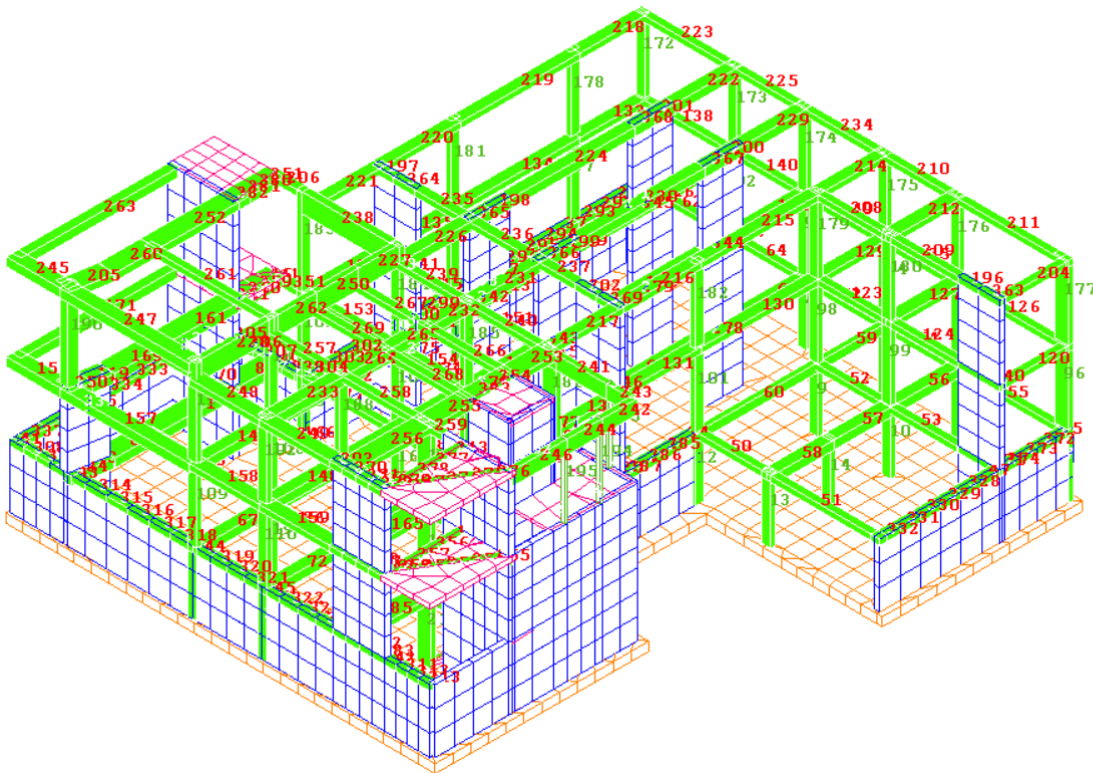


Fig.20-vista n.2\_Verifica aste in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo B

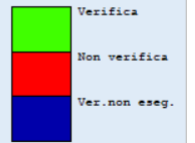
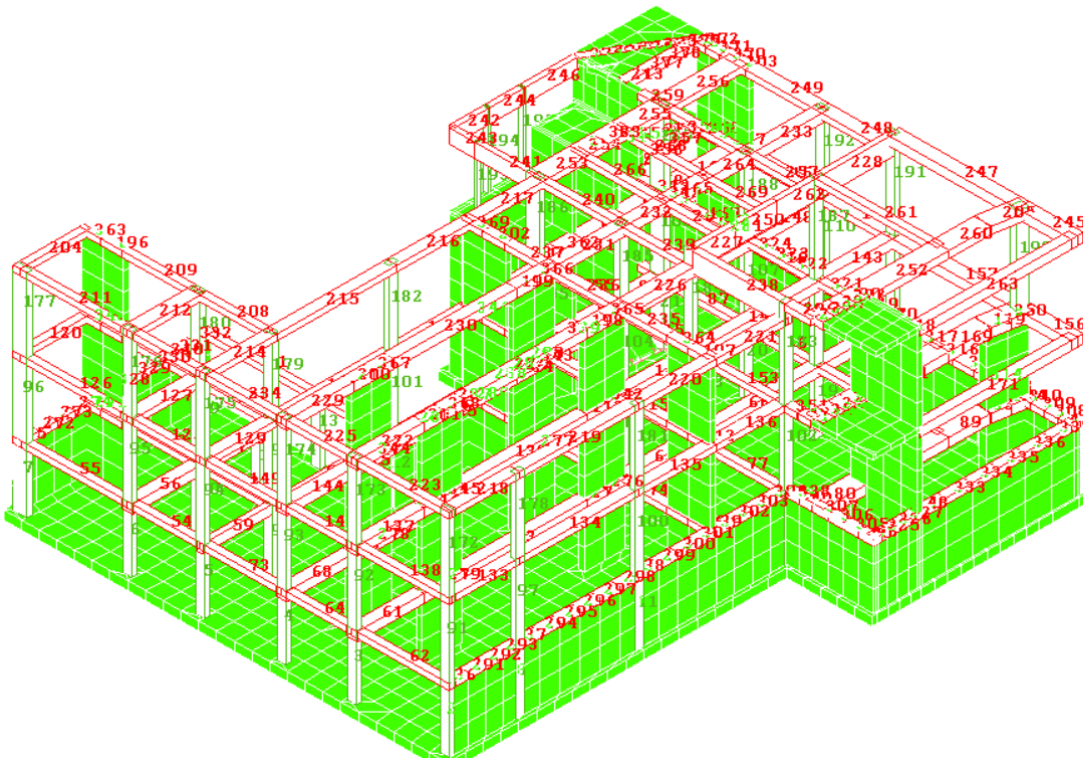


Fig.21-vista n.1\_Verifica shell in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo B

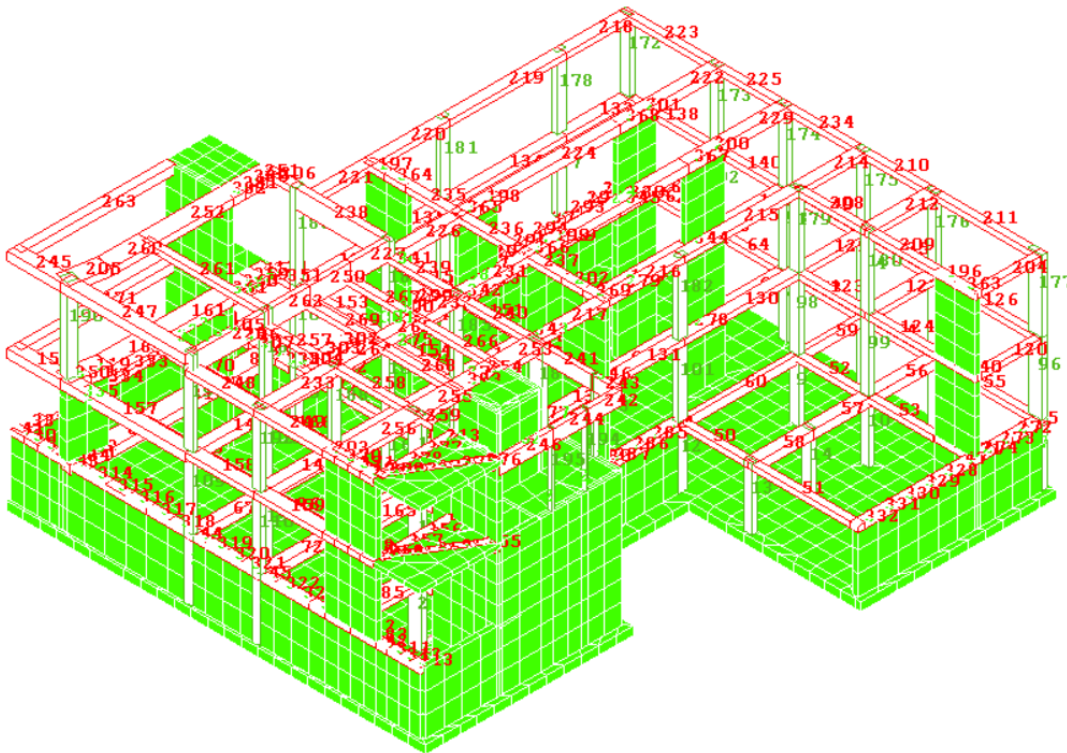


Fig.22-vista n.2\_ Verifica shell in c.a. agli SLU-SLE\_Corpo B

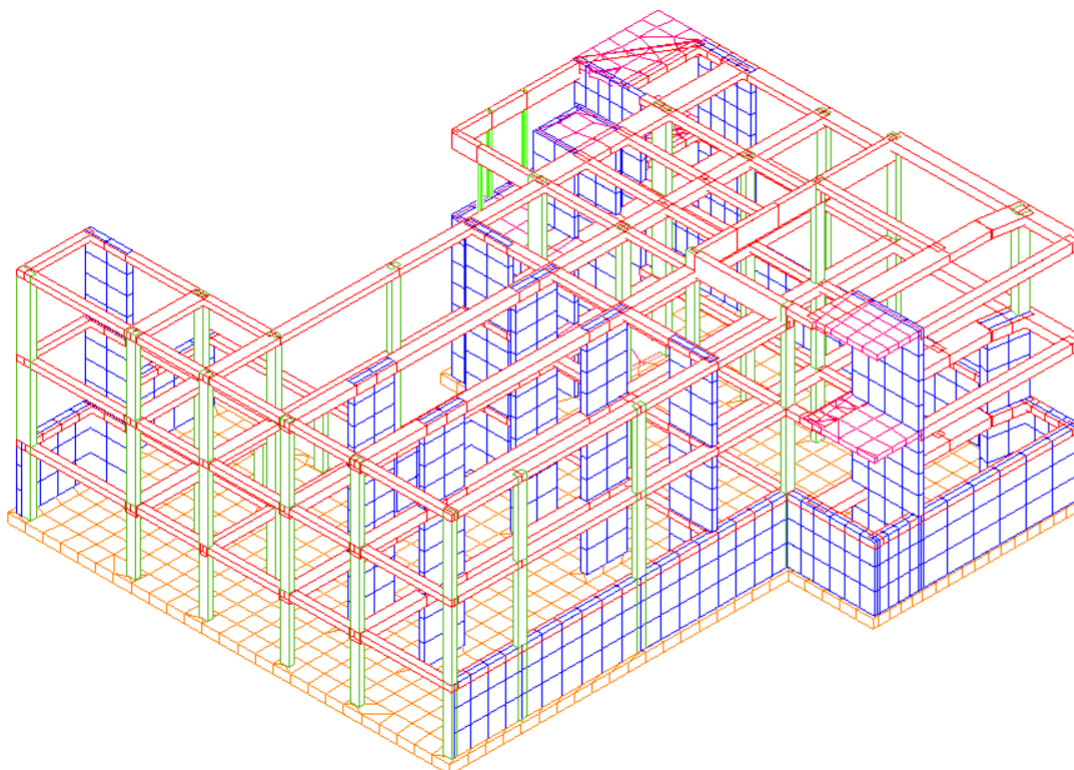


Fig.23-vista n.1\_ Verifica aste in acciaio agli SLU-SLE\_Corpo B

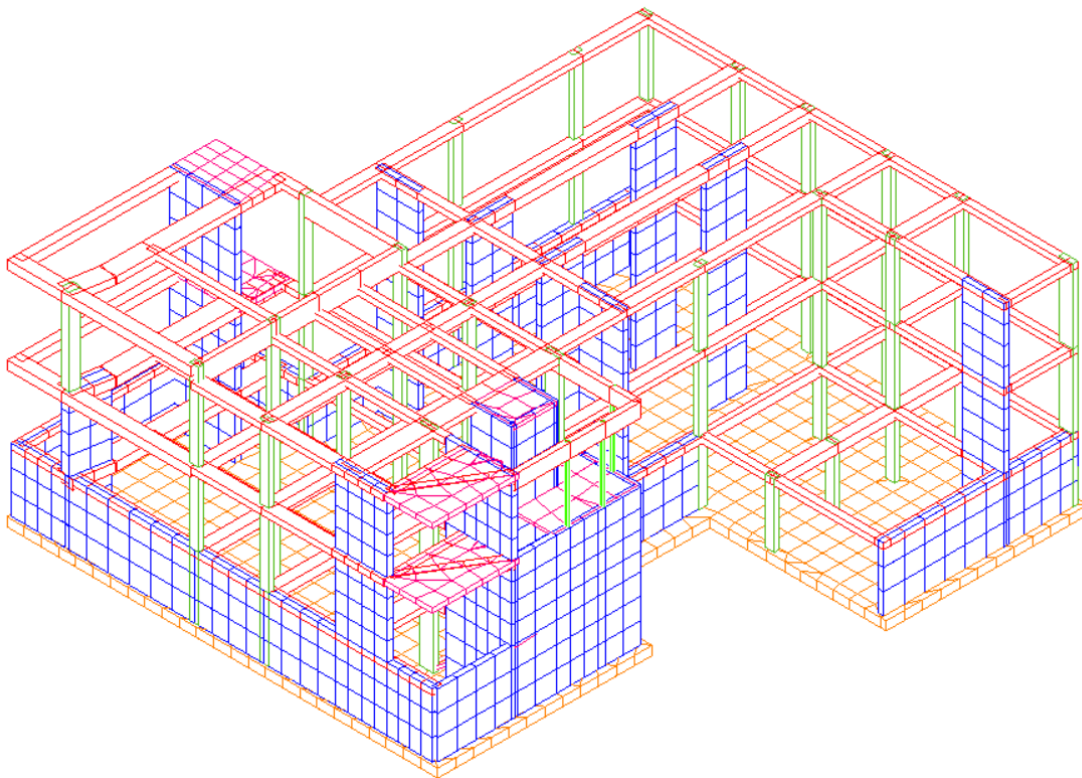


Fig.24-vista n.2\_ Verifica aste in acciaio agli SLU-SLE \_Corpo B

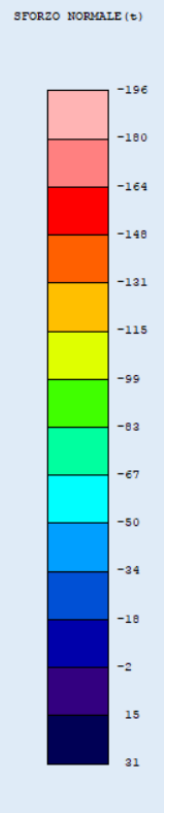
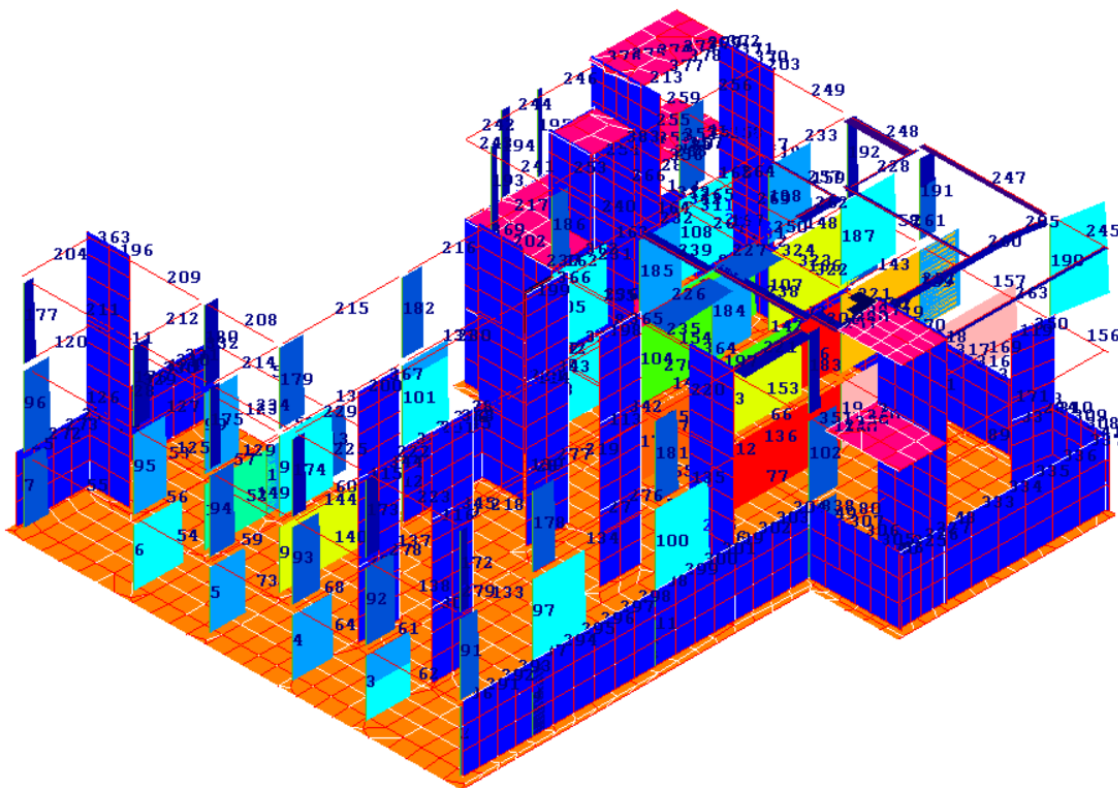
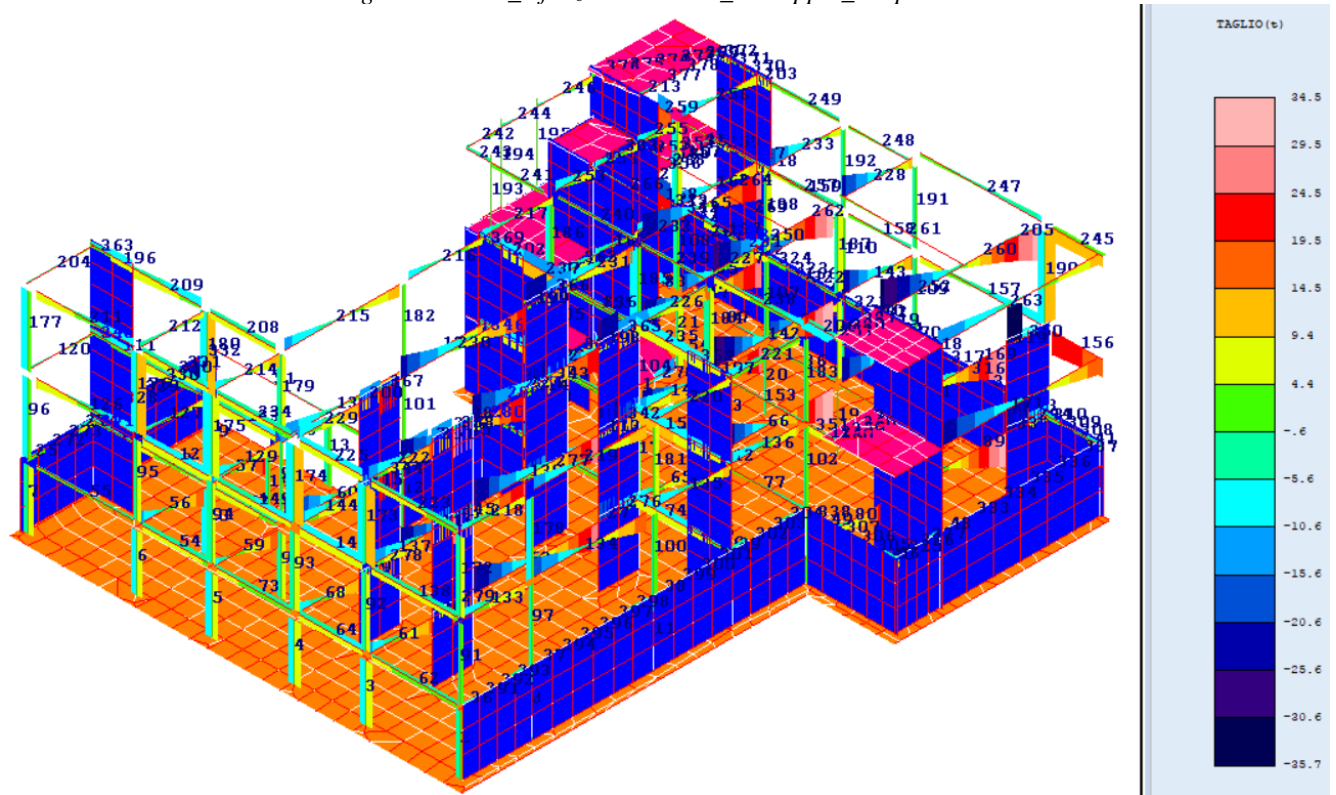
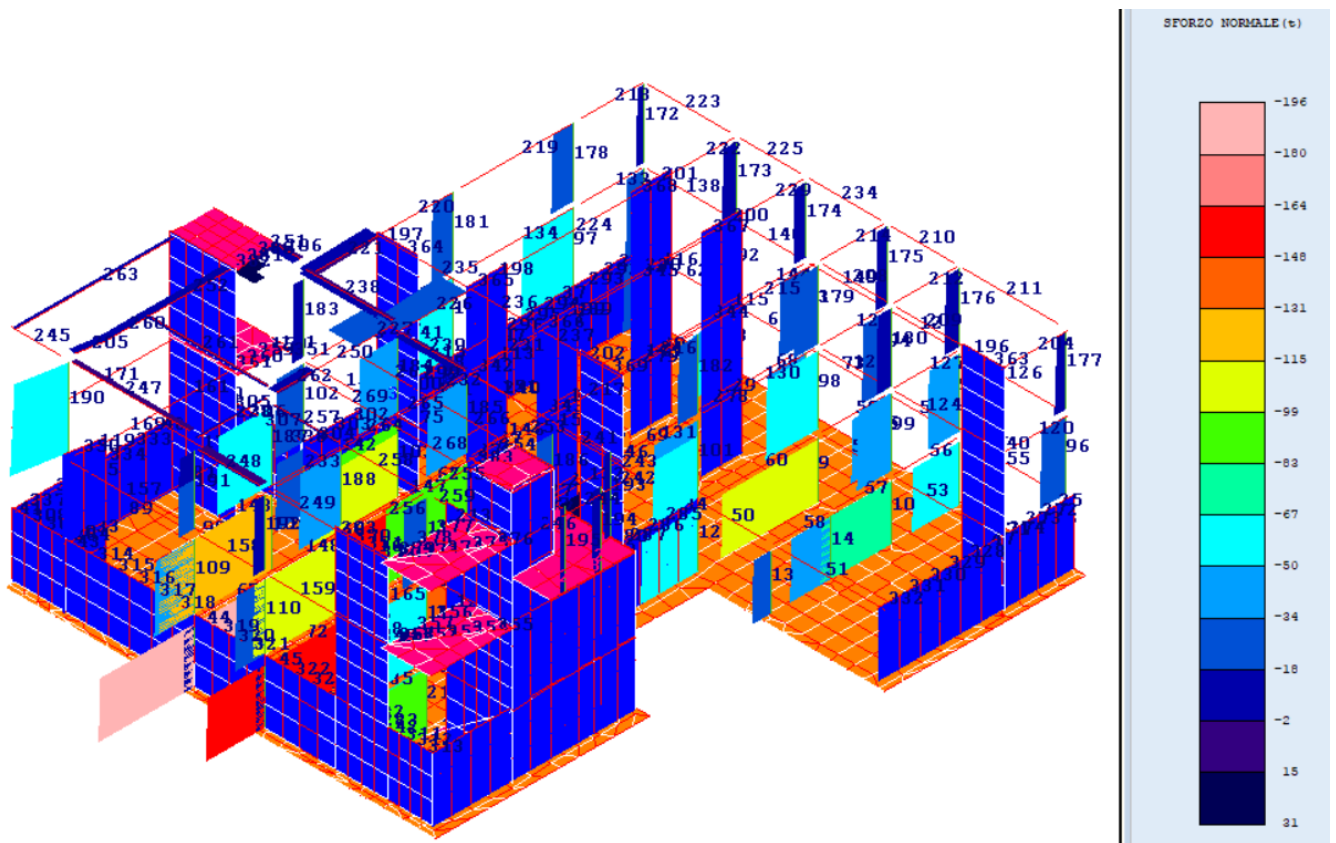


Fig.25-vista n.1\_ Sforzo Normale N\_inviluppo \_Corpo B



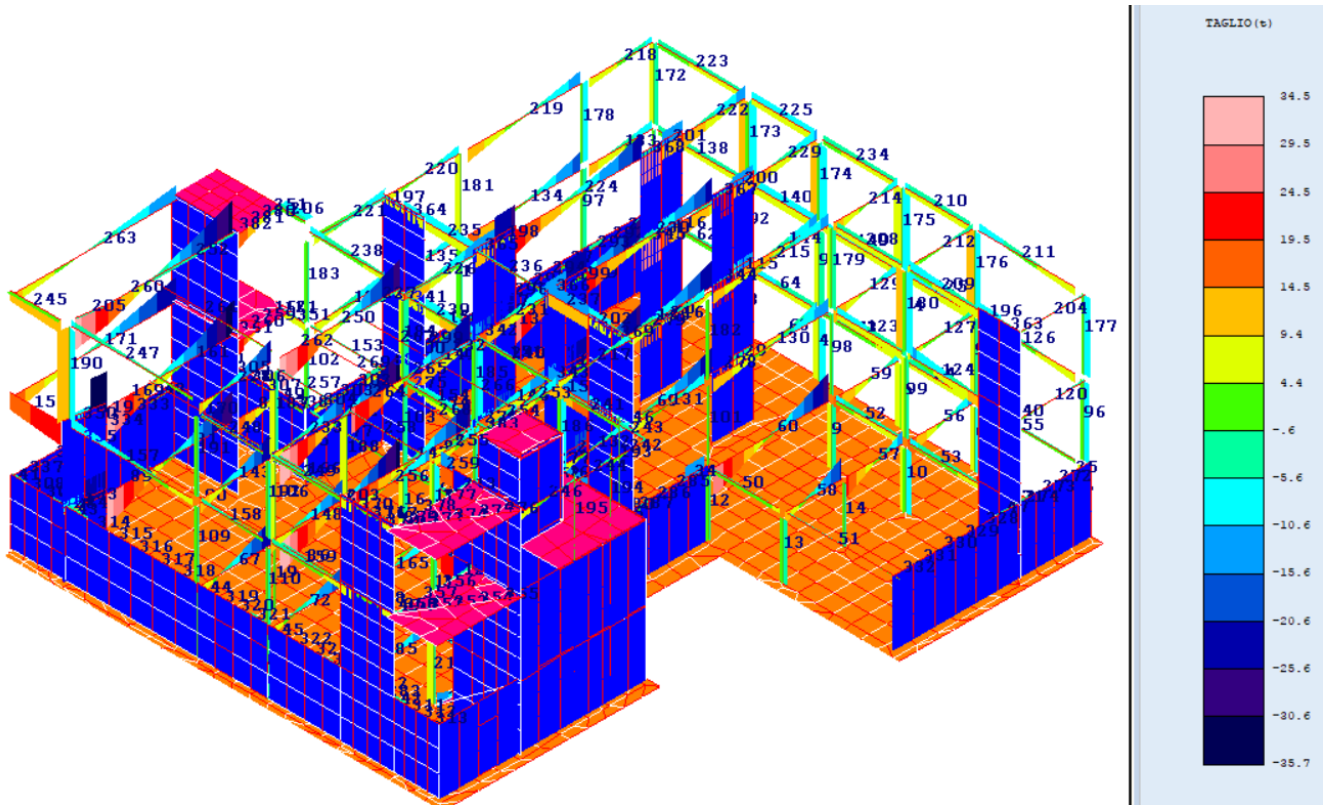


Fig.28-vista n.2\_ Sforzo di Taglio Tx-Ty\_inviluppo \_Corpo B

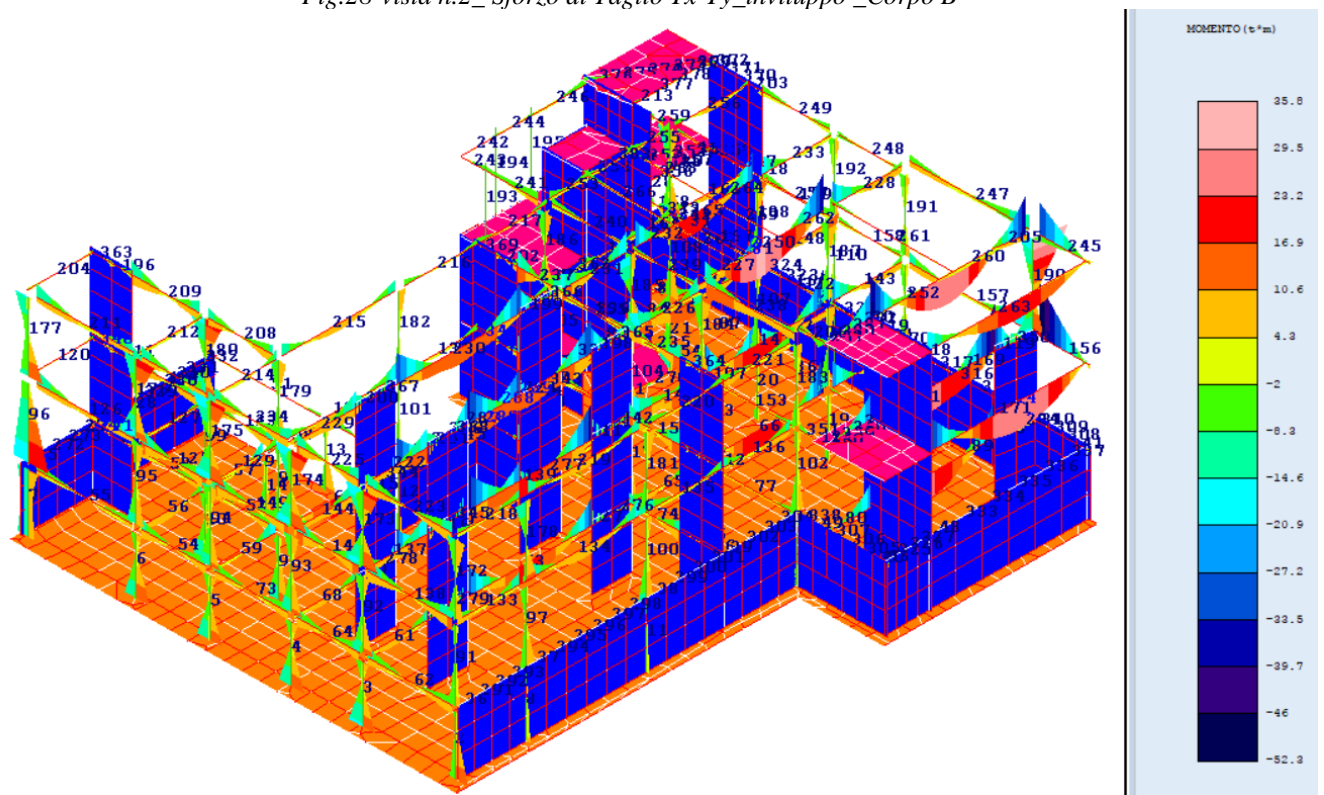


Fig.29-vista n.1\_ Sforzo Momento Mx-My\_inviluppo \_Corpo B

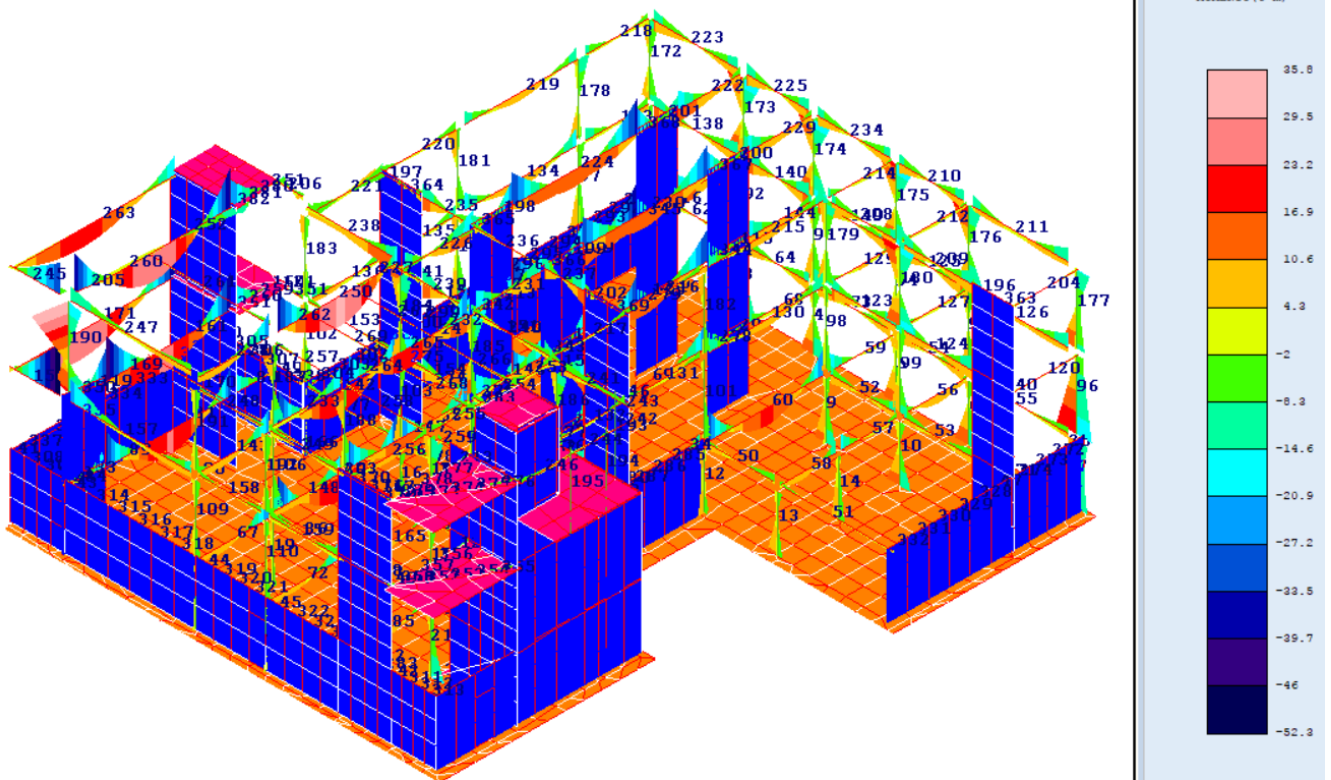


Fig.30-vista n.2\_ Sforzo Momento Mx-My\_involuppo \_Corpo B

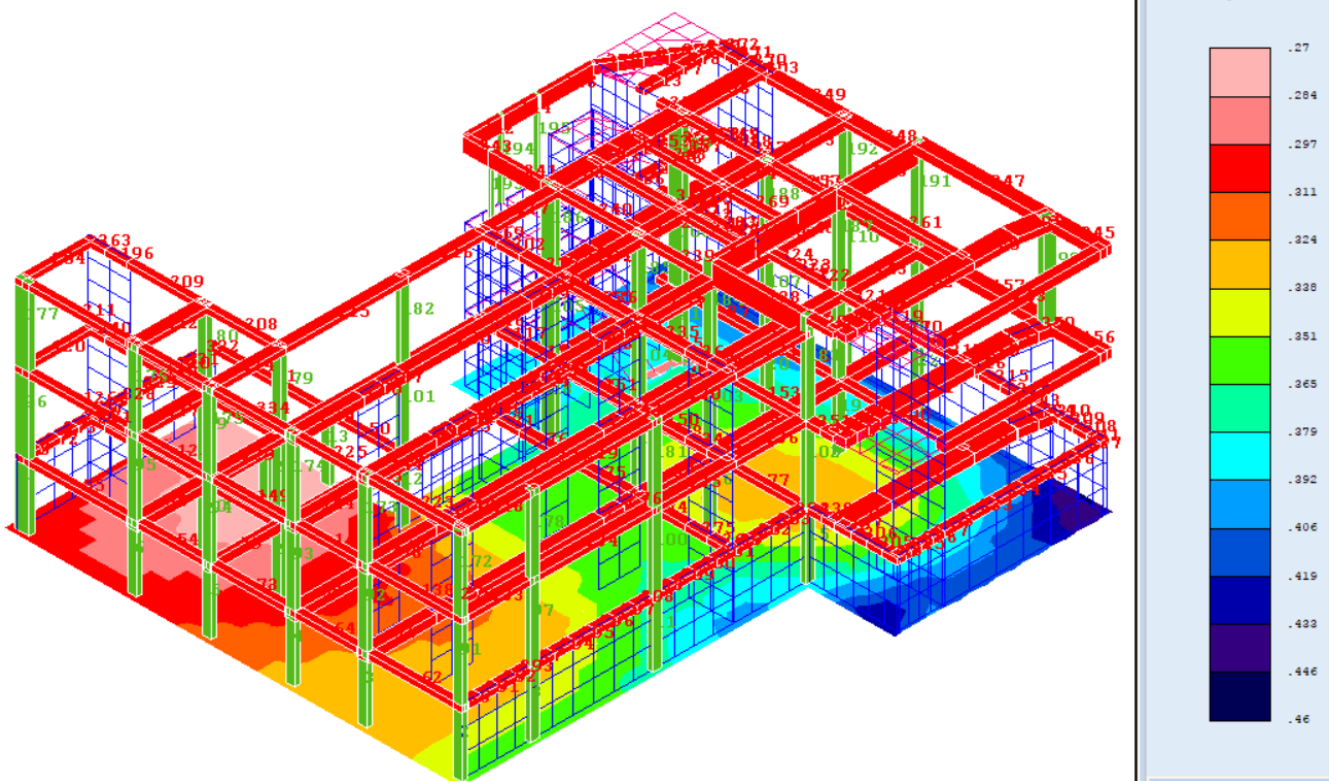


Fig.31-vista n.1\_ Portanza\_Corpo B

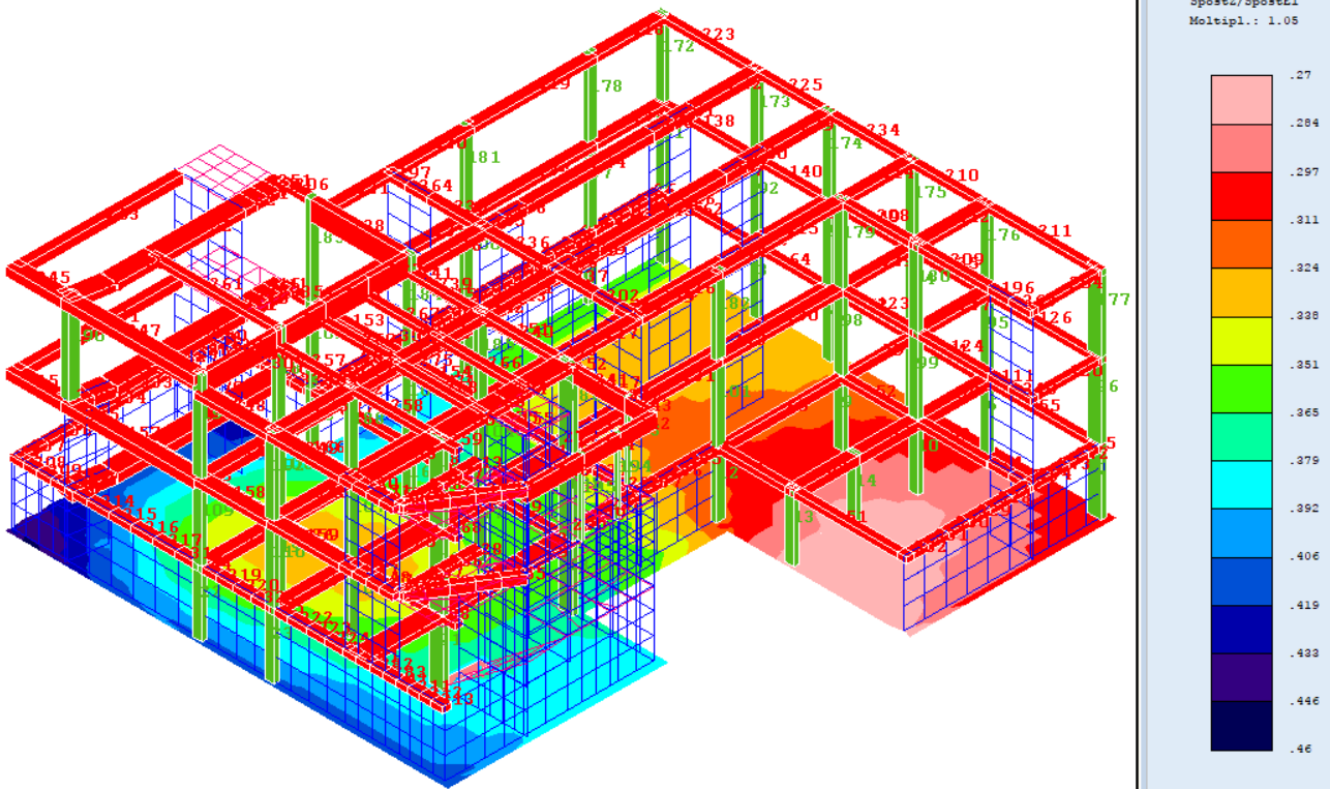


Fig.32-vista n.2\_Portanza\_Corpo B

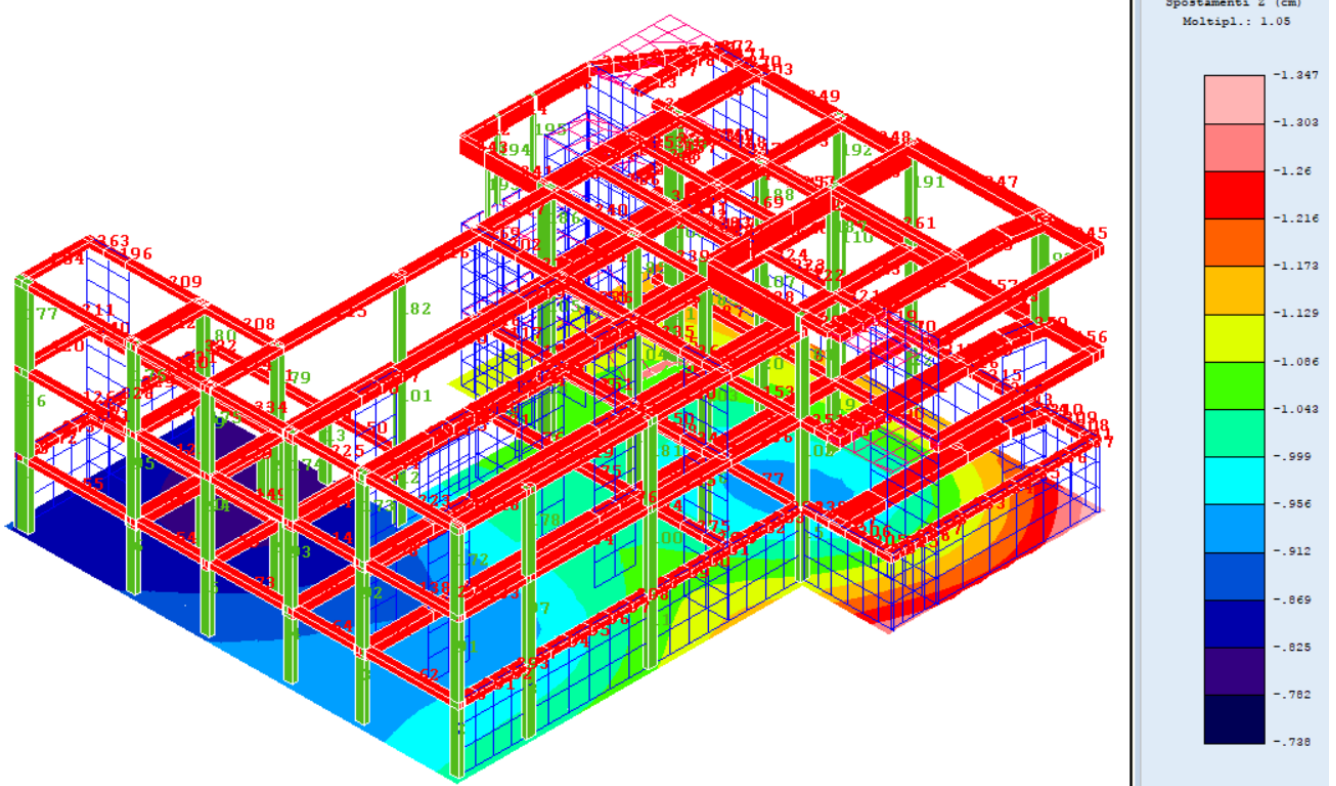


Fig.33-vista n.1\_Spostamenti z\_Corpo B

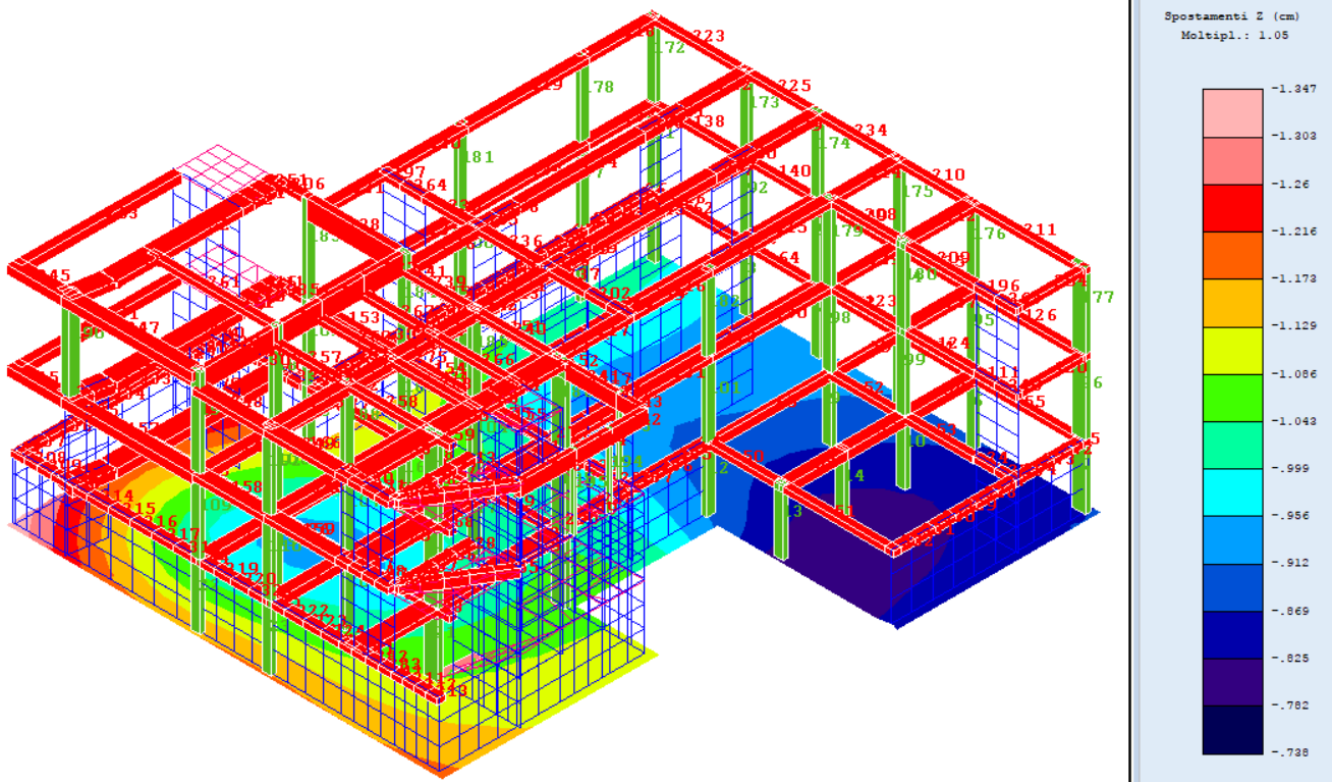


Fig.34-vista n.2\_Spostamenti z\_Corpo B

## PARATIA

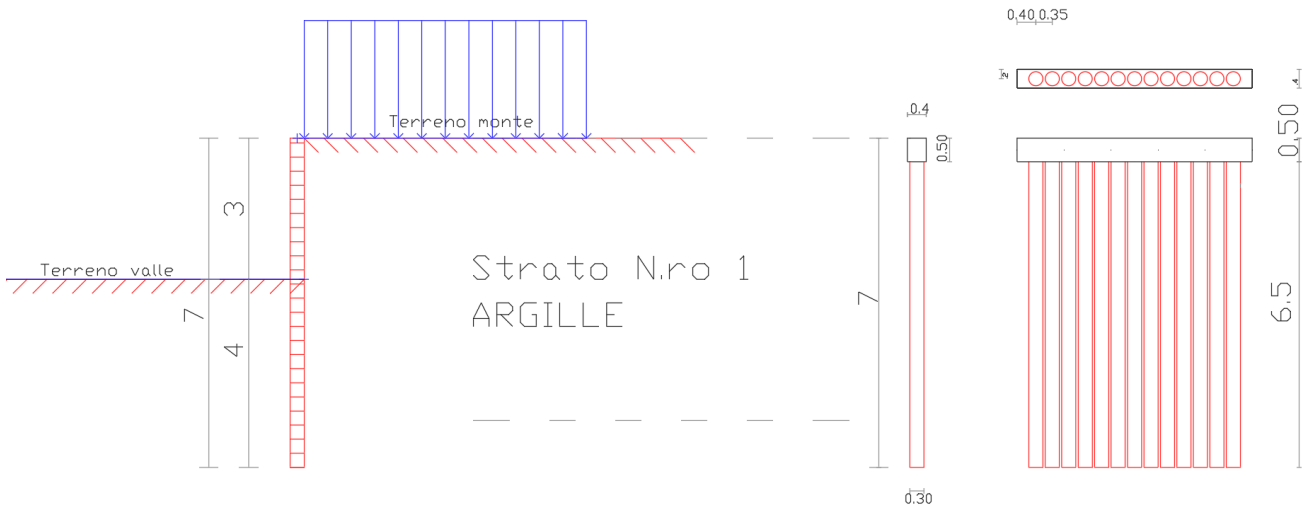


Fig.35-Paratia\_Corpo B

## DIAGRAMMI PRESSIONI E SOLLECITAZIONI PARATIA

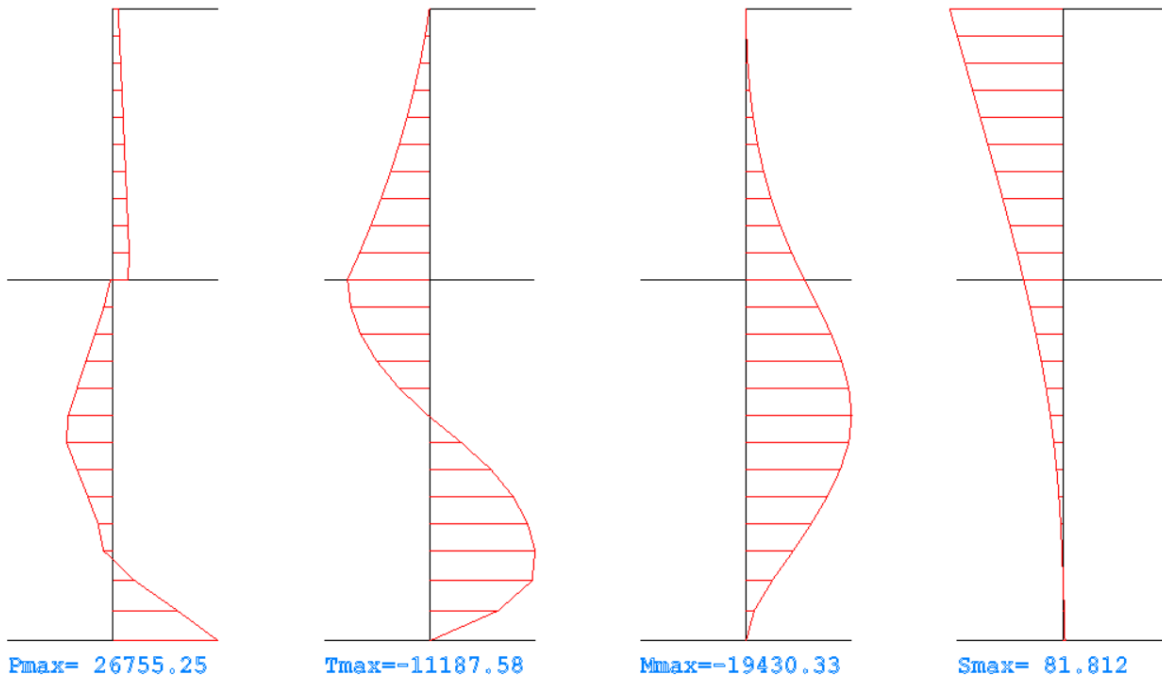


Fig.36-Diagrammi Paratia\_Corpo B

### SCALA ESTERNA

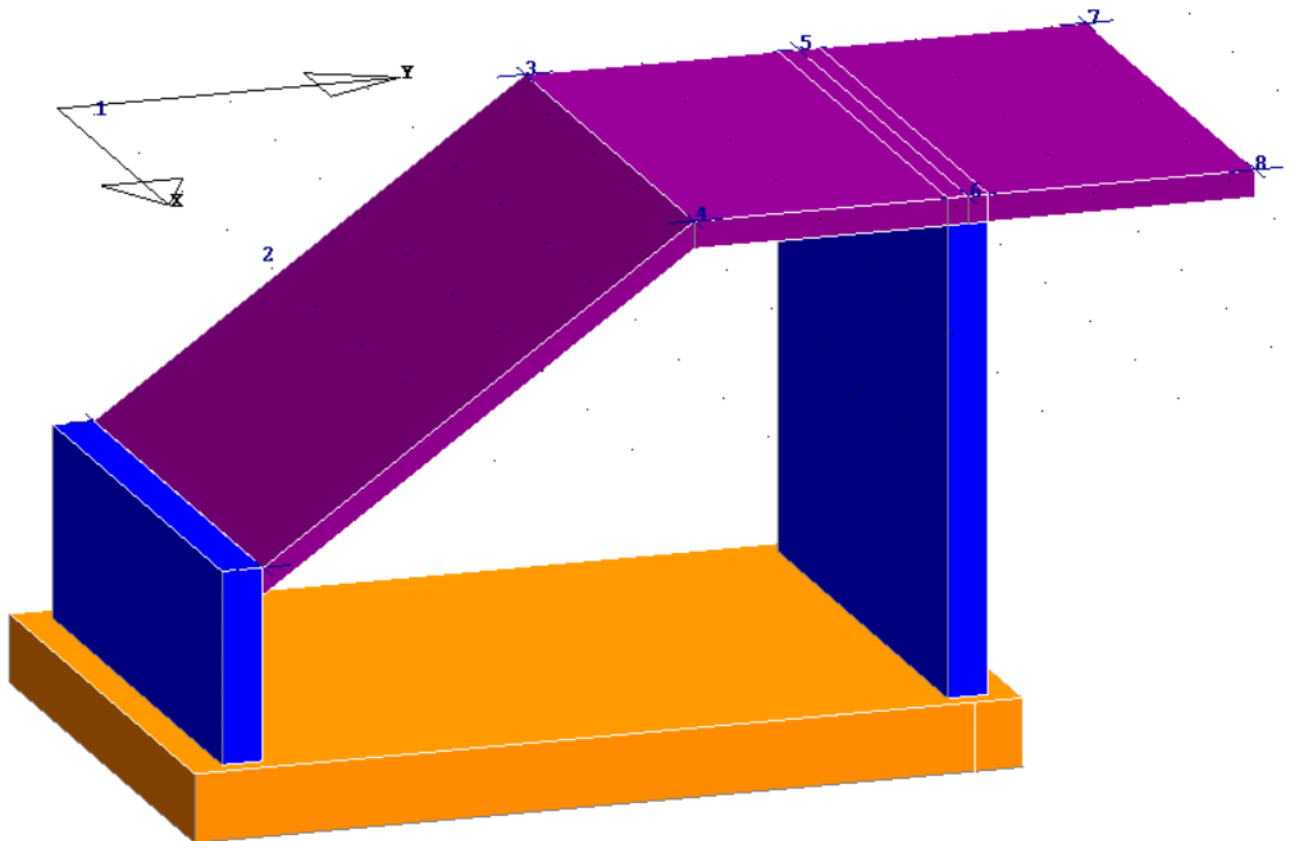


Fig.37-Vista 3D\_Scala Esterna

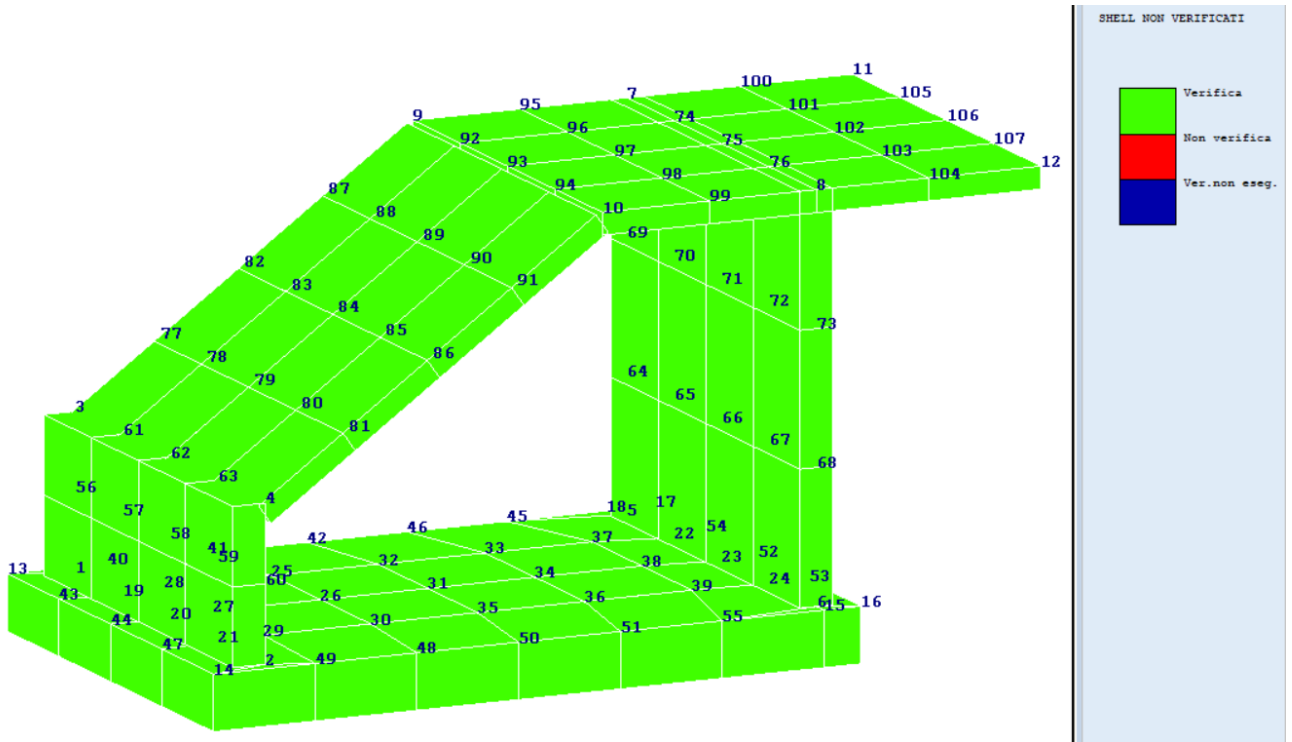


Fig.38-Verifica shell in c.a.\_Scala Esterna

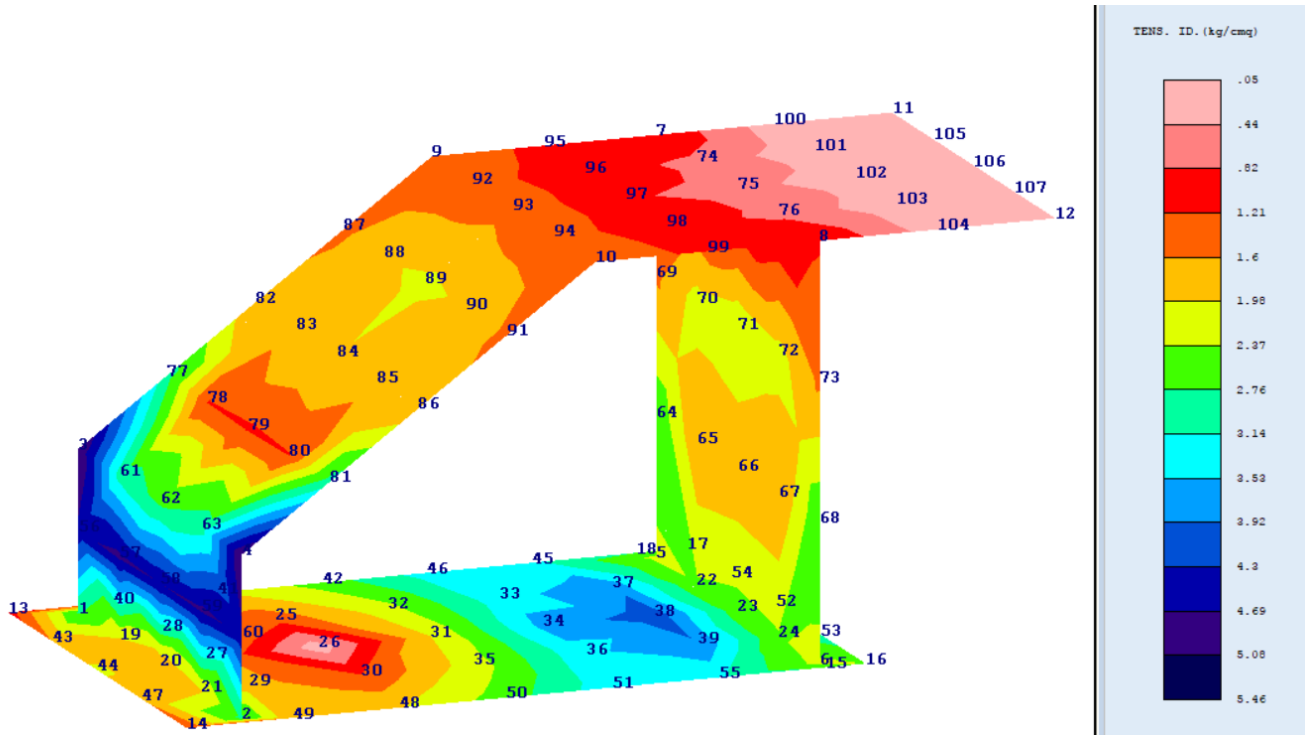


Fig.39-Stato tensionale shell\_Scala Esterna

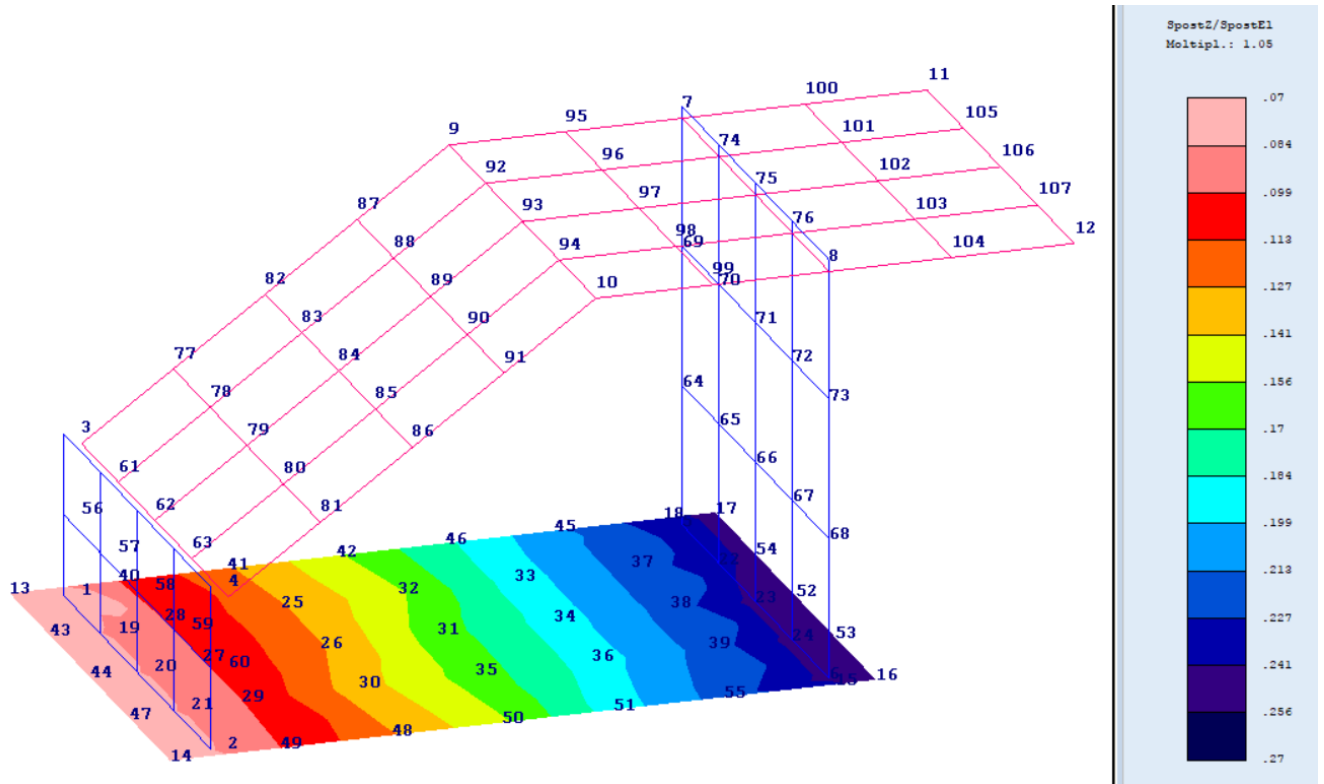


Fig.40-Verifica portanzal\_Scala Esterna

### **Informazioni sull'elaborazione**

Il software è dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato;
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate;
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilità o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento;
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata;
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti;
- Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all'autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

### **Giudizio motivato di accettabilità**

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, è stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del **CDSWin**, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si è potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si può quindi affermare che il calcolo è andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato è risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.