

## COMMITTENTE



Direzione Lavori Pubblici - Manutenzioni

Ufficio Manutenzione Straordinaria e  
Adeguamento Patrimonio Edilizio e Sportivo

## DESCRIZIONE

**FUTURA****LA SCUOLA  
PER L'ITALIA DI DOMANI**Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEUMinistero dell'Istruzione  
e del MeritoItaliadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA**

Missione 4: Istruzione e Ricerca - Componente 1: Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università - Investimento 1.1: "Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia". **"Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore - Terni"**,

Finanziato dall'Unione europea "NextGenerationUE".

**CUP: F45E22000020006 - CIG 9722085657**

## PROGETTO ESECUTIVO

**ELABORATO RS06 - RELAZIONE SINTETICA SUGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL  
PROGETTO**

## RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROFESSIONISTI

**ARCHITETTO MATTEO ROMANELLI** (Mandatario)

Corso del Popolo 24, Terni

mail. [matteoromanelli@duepuntiarchitetti.it](mailto:matteoromanelli@duepuntiarchitetti.it)**PROGETTO ARCHITETTONICO**

Arch. Francesco Nicolai (Mandante)

Arch. Moira Buzzicotti (Mandante)

Ing. Emma Vagaggini (Mandante)

**PROGETTO IMPIANTI**

Ing. Valentina Adornato (Mandante)

**PROGETTO STRUTTURE**

Ing. Giorgio Capperio (Mandante)

**COORDINAMENTO SICUREZZA PROGETTAZIONE**

Geom. Andrea Bassetti (Mandante)

**GEOLOGO**

Dott. Geologo Stefano Liti (Mandante)



## RUP

Geom. *Stefano Fredduzzi*

## DATA

Aprile 2023

## SCALA

## REVISIONE

N	DATA	DESCRIZIONE	VERIFICATO	SCALA

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

## **INDICE**

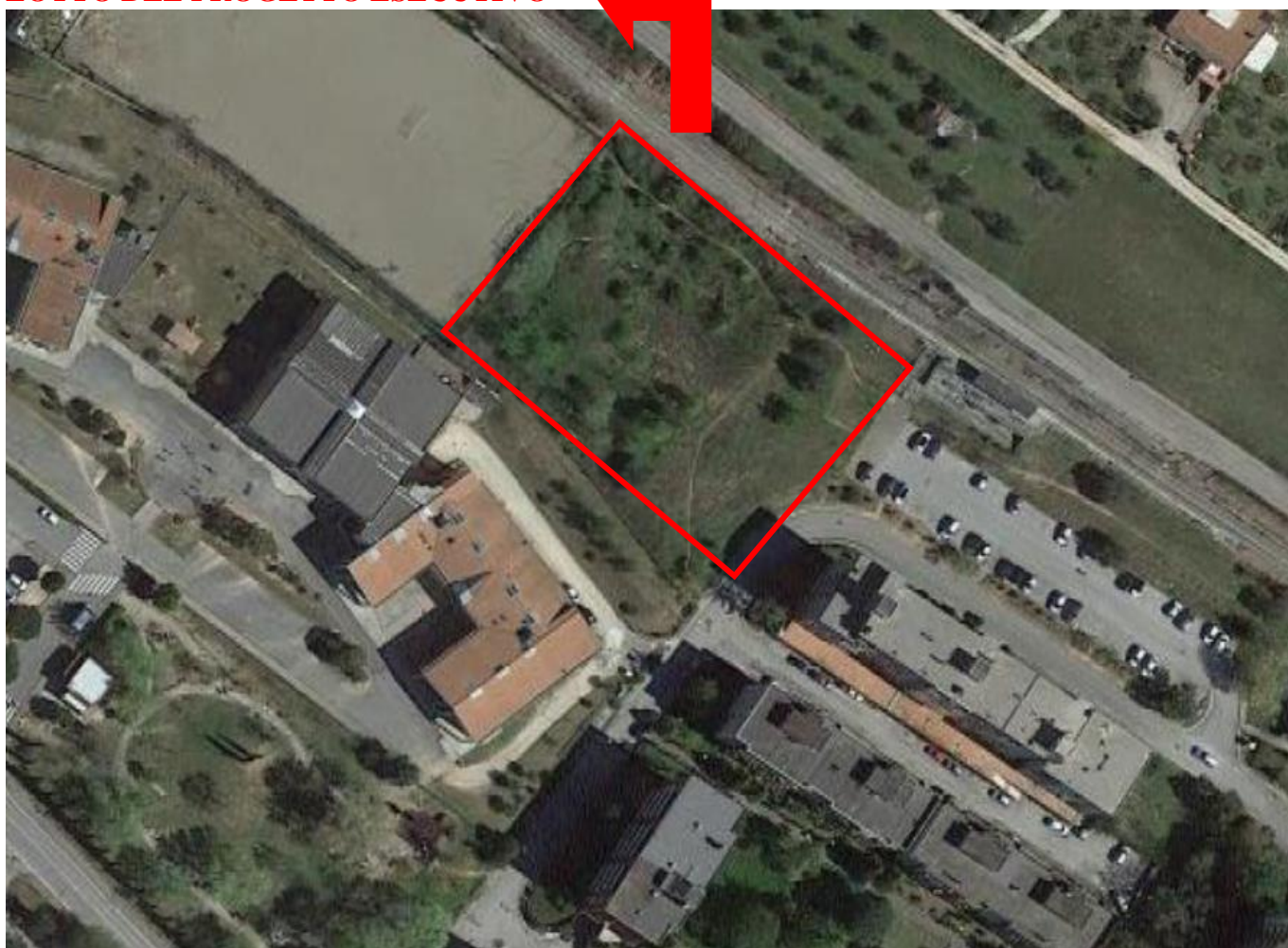
INDICE .....	2
RELAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE (D.M. 17.01.2018 Par. 10.2).....	3
Contesto edilizio e caratteristiche del sito .....	3
Normativa di riferimento.....	3
Caratteristiche Generali dell’Opera.....	4
Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento .....	4
Materiali utilizzati .....	7
Criteri generali di progettazione e modellazione .....	10
Carichi e Sovraccarichi Verticali di Progetto.....	11
Condizioni di carico e combinazione delle azioni.....	12
Condizioni elementari di carico .....	12
Combinazioni di carico .....	12
Metodi di analisi e criteri di verifica .....	18
Programma di calcolo e modellazione della struttura .....	19
Terreno di Fondazione.....	21
Pressioni massime inviluppo SLU/SLD/SLV .....	23
Tipo di analisi svolta e schemi di carico base considerati.....	23
Configurazioni deformate.....	24
Diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni .....	26
Esame dei risultati del calcolo ed affidabilità del codice di calcolo .....	29
Validazione dei codici .....	31

## **RELAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO** **STRUTTURALE (D.M. 17.01.2018 Par. 10.2)**

### **Contesto edilizio e caratteristiche del sito**

La seguente relazione si riferisce al PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO ASILO NIDO A CAMPOMAGGIORE – TERNI, de eseguirsi nel Comune di Terni (TR), in attuazione del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA, Missione 4, Componente 1, Investimento 1.1, CUP: F45E22000020006 – CIG 9722085657.

### **LOTTO DEL PROGETTO ESECUTIVO**



### **Normativa di riferimento**

I calcoli sono stati eseguiti in accordo alle seguenti disposizioni normative tecniche:

- Legge n° 1086 del 05/11/1971: “Norme tecniche per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

- Legge n° 64 del 02/02/1974: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).**
- **Circolare Ministeriale 21 Gennaio 2019, n. 7.**

## Caratteristiche Generali dell'Opera

Il fabbricato destinato ad uso scolastico nella fattispecie ad asilo è costituito da un piano fuoriterza per una superficie di impronta di circa 575 m<sup>2</sup>, coperto con copertura a falde inclinate con altezza massima al colmo pari a 5.50 m dal piano campagna esistente.

La parte strutturale del nuovo asilo nido di Campomaggiore è progettata, seguendo le indicazioni contenute nella Scheda Tecnica di Progetto posta a base di gara dalla Stazione Appaltante. Le strutture in elevazione sono costituite da telai perimetrali in c.a. e la copertura a due falde è realizzata in legno lamellare con una trave di colmo centrale in legno lamellare che insiste su un allimento di pilastri centrali e due travi di bordo in c.a. In direzione trasversale si dispongono i travetti in legno lamellare su cui viene tessuto il tavolato strutturale e i successivi strati di finitura. Le fondazioni sono di tipo diretto a forma di “T rovescia” e sono intestate ad una profondità di circa 2.00 m, che garantisce, stando a quanto riportato nella relazione geologica, il raggiungimento di un piano di posa con caratteristiche di resistenza compatibili con la scelta di tale tipologia di fondazione.

## Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento

Si è prevista una struttura di elevazione in c.a. con calcestruzzo di classe C25/30 e classe di esposizione XC1, costituita da una serie di telai perimetrali, comprendenti pilastri di sezione 30 x 50 cm e una trave di bordo di base 30 cm ed altezza variabile avente dimensione minima 50 cm e massima 57.5 cm al fine di seguire l'andamento della pendenza del tetto di circa 14°. La struttura di copertura è in legno e comprende una serie di n°4 travi di colmo centrali in legno lamellare di base 14 cm ed altezza 84 cm, disposte in semplice appoggio su una pilastrata centrale in c.a. costituita da 3 pilastri in c.a. di sezione 50 x 30 cm. Alle estremità del fabbricato la trave di colmo in legno si poggia su mensole in c.a. previste sui pilastri corrispondenti del telaio di bordo. La copertura lignea è completata da una serie di travetti di sezione 12 cm x 28 cm di altezza e 12 cm x 36 cm di altezza che si poggiano su un'estremità alla trave di colmo e sull'altra alle travi in c.a. del telaio spaziale perimetrale. La necessità di prevedere due tipologie di travetto nasce dall'articolazione planimetrica del fabbricato che prevede luci per i travetti stessi estremamente differenti tra loro (max 10.20 m e min 1.62 m), quindi al fine di ottimizzare gli interassi e soddisfare le verifiche di sicurezza sotto il profilo della resistenza e della deformabilità sono stati differenziati per campi le due sezioni tipologiche previste e gli interassi delle stesse, quest'ultimi previsti

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Capperio C.so G. Garibaldi, snc CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.capperio@tin.it">giorgio.capperio@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 4 di 32
---------------	--	-----------------



Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

a 0.645 m per le luci maggiori e 0.705 m per quelle inferiori. A completamento della copertura si dispone un tavolato in legno massiccio di spessore 3 cm poggiante sui travetti.

Sui lati lunghi del fabbricato è previsto uno sporto di gronda in c.a. collegato alle travi di bordo trapezoidali, per un aggetto di 0.52 m e sezione di altezza variabile 21,3 cm all’incastro sulla trave e 8.3 cm all’estremità.

Seguendo le richieste fornite dalla Stazione Appaltante la copertura in legno è stata progettata adottando legno di abete del tipo lamellare, di classe GL28h per le travi centrali di colmo di sezione 14 x 84 h cm e di classe GL24h per i travetti di orditura secondaria paralleli alla pendenza delle due falde.

Per tutte le strutture in legno (trave di colmo, travetti secondari e tavolato) all’interno del nuovo asilo nido di Campomaggiore è stato previsto il trattamento ignifugo.

Le travi di colmo vengono fissate ai pilastri in c.a. tramite delle piastre zancate in acciaio costituite da profili commerciali UPN 140 realizzati ad hoc per accogliere la trave principale lignea, mentre l’orditura secondaria è stata fissata sul cordolo perimetrale in c.a. e sulla trave di colmo con l’ausilio di staffe di ancoraggio a scomparsa tipiche delle strutture in legno lamellare, come riportato negli elaborati tecnici.

Su tutte le aperture (finestre e portefinestre) presenti sulle tamponature esterne sono stati previsti degli architravi in c.a. di sezione 16.5 x 25 h cm adeguatamente armati.

Lungo il perimetro esterno dell’edificio verrà realizzata una tamponatura con un pacchetto del tipo “a cassetta”, motivo per il quale si è resa necessaria la previsione di un sistema di antiribaltamento degli elementi laterizi. Mediante tale sistema si solidarizzano i pannelli murari ai telai di c.a. tramite l’apposizione di reti in FRCM, sulla cornice a cavallo tra telaio e tamponatura e sull’intero pannello murario tramite un trattamento diffuso prevedente l’applicazione di alternanze di matrici inorganiche con interposto il tessuto di rete FRCM. Il collegamento viene garantito tramite l’ausilio di connessioni a fiocco in fibra impregnati con resine che saranno stuccate e sfioccate (previa apertura a raggiera dei fili) con la stessa malta impiegata quale matrice del sistema FRCM. Per i dettagli dell’intervento si vedano i particolari contenuti nell’elaborato grafico.

All’ingresso della scuola, dove è presente il portico in aggetto, sono stati studiati dei telai atti a sostenere la tamponatura perimetrale, costituiti da profilati scatolari 150x150x4 mm in acciaio S275.

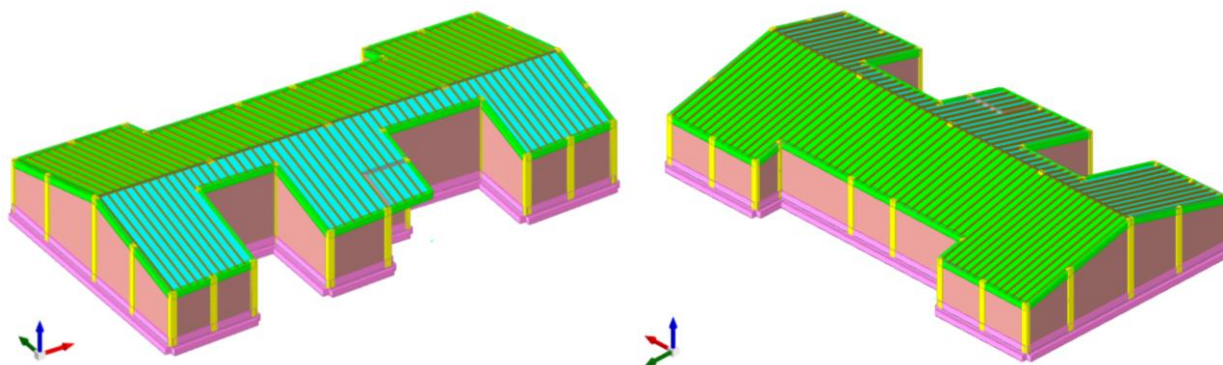
Per le strutture di fondazioni in c.a., sono stati considerati i contenuti degli studi geologici e dei sondaggi precedentemente descritti, si è quindi, considerato che da una profondità di 2.00 m dall’attuale p.c. il terreno sottostante mostra caratteristiche di resistenza adeguate a prevedere fondazioni di tipo diretto, considerata anche la limitata entità dei carichi trasmessi da un fabbricato avente un’elevazione di un unico piano a copertura lignea.

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Capperio C.so G. Garibaldi, snc CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.capperio@tin.it">giorgio.capperio@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 5 di 32
---------------	--	-----------------

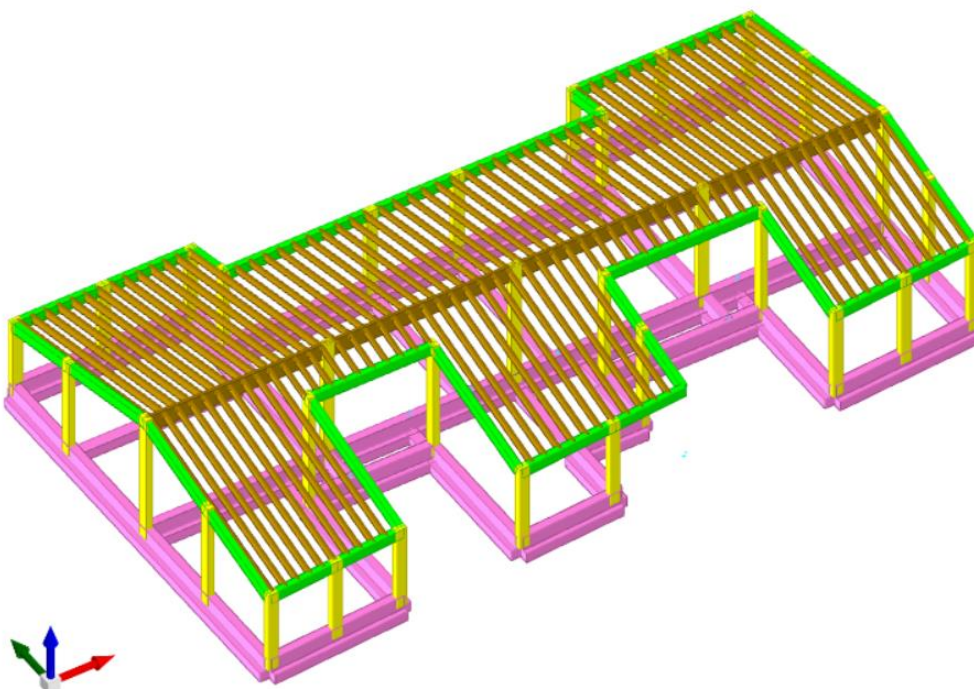
Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

Sono state quindi previste travi rovesce in c.a. con calcestruzzo C25/30 e classe di esposizione XC2, sotto i telati perimetrali dell'elevazione ed in corrispondenza della pilastrata centrale disposta sotto la trave di colmo. Si è prevista per tali travi una sezione a T rovescia con base inferiore 90 cm ed altezza della suola 50 cm ed anima di base 40 cm e altezza 70 cm, per un'altezza complessiva di 1.20 m. Sono state inoltre previste delle travi di collegamento tra le varie travi di fondazione sia in direzione trasversale che in direzione longitudinali, di base 55 cm ed altezza 50 cm, viaggianti alla quota inferiore della suola delle travi rovesce principali, al fine di creare un grigliato di fondazione spaziale efficace sotto l'effetto dell'azione sismica. Si prevede che tutte le strutture di fondazione siano poggiate su un getto di calcestruzzo magro C12/15 di spessore 10 cm e sbordante lateralmente 10 cm rispetto al filo delle stesse. Per realizzare le fondazioni è stato previsto uno scavo di sbancamento con altezza variabile in base alle quote altimetriche del piano di campagna, con una media pari a 2,60 metri, considerando che il rilievo del terreno esistente sull'impronta del fabbricato presenta un dislivello di circa 1.20 m e che il piano fondazione dovrà essere approfondito fino a quota -2.00 m dal punto più depresso del piano campagna. Previa realizzazione delle opere di fondazione illustrate in maniera approfondita negli elaborati tecnici e nelle tavole strutturali allegate, si dovrà eseguire un riempimento dello scavo di sbancamento da quota imposta della fondazione posta a -2.00 m a quota -0.70 dal piano interno finito dell'edificio, per un'altezza quindi di circa 1.30 m. Analogamente dovrà essere riempito lo scavo lato esterno fabbricato fino alla quota di sistemazione esterna per un'altezza di circa 1.95 m. Per i rinterri si prevede per la metà inferiore, l'utilizzo di materiali inerti di recupero e per la rimanente parte più superficiale, l'utilizzo di materiali scevri da sostanze organiche con pezzatura mista fino a 100 mm. Comunque si prevede la compattazione mediante rullatura di tutti i materiali utilizzati per i rinterri in maniera da ottenere un piano di appoggio compatto.

Internamente al fabbricato sopra il rinterro si prevede una soletta di spessore 10 cm di appoggio degli Igloo del solaio areato, in calcestruzzo di classe C25/30 armata con rete f6/20x20 cm, solidarizzata alla nervatura superiore della trave rovescia tramite un'armatura fuoriuscente dalla trave di fondazione e ripiegata internamente alla soletta, costituita da una barra f8/50 cm. Su tutto il perimetro esterno della fondazione verrà gettata una parete in c.a., in continuità con la fondazione stessa, di altezza 0.68 m e spessore 12 cm, avente la funzione di contenere il terreno di riempimento che sarà disposto sul lato esterno dello scavo a ridosso dell'impronta del fabbricato.



Viste 3d del modello di calcolo



Vista 3d del modello di calcolo senza solaio di copertura e senza tamponature

## Materiali utilizzati

(ai sensi dell'art. 65 del D.P.R. 06-06-2001 n. 380 e delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 17 gennaio 2018)

I materiali utilizzati per le strutture dell'edificio in oggetto sono:

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ (tensione di snervamento) $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ (tensione di rottura) $\sigma_{adm} = 255 \text{ N/mm}^2$ Allungamento $(Agt)_k \geq 7,5 \%$ Diametro del mandrino $\phi < 12 \text{ mm}$ 4 $\phi$ $12 < \phi \leq 16 \text{ mm}$ 5 $\phi$ $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$ 8 $\phi$ $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$ 10 $\phi$
Magrone: classe C12/15	$R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$
CALCESTRUZZO:	- Cemento: tipo CEM II/A-LL 42,5 R conforme a UNI EN 197/1 - Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme a UNI EN 12620 - Acqua: conforme a UNI EN 1008 - Additivi: conforme a UNI 7101
Calcestruzzo per fondazioni (TRAVI E SOLETTA CONTROTERRA): classe C25/30 <ul style="list-style-type: none"> <li>- rapporto acqua/cemento max 0,60</li> <li>- slumpS4</li> <li>- max dimensione aggregato 20 mm</li> <li>- copriferro c = 35 mm</li> <li>- classe di esposizione XC2</li> </ul>	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
Calcestruzzo per elevazioni (PILASTRI, TRAVI IN ELEVAZIONE, ELEVAZIONE MURI): classe C25/30 <ul style="list-style-type: none"> <li>- rapporto acqua/cemento max 0,60</li> <li>- slumpS4</li> <li>- max dimensione aggregato 20 mm</li> <li>- copriferro c = 35 mm</li> <li>- classe di esposizione XC1</li> </ul>	$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$
ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA Norma armonizzate della serie UNI EN 10025 per i laminati, UNI EN 10210 per i tubi senza saldatura ed UNI EN 10219-1 per i tubi saldati	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$ $G = E / (2 \cdot (1 - \nu)) \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0,3$ $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$



Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

ACCIAI Laminati a caldo con profili a sezione aperta ( <b>per piastre di attacco travi in legno UPN140</b> ): S275 (ex Fe430)	$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica a snervamento) per $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica a rottura)
ACCIAI Laminati a caldo per profili a sezione chiusa ( <b>per scatolari 150x150x4</b> ): S275 (ex Fe430)	$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica a snervamento) per $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica a rottura)
TRATTAMENTO SUPERFICIALE	Zincatura a caldo.
BULLONI Conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968, devono appartenere alle classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001	Vite Classe 8.8 (ad alta resistenza) $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ Dado Classe 8 (ad alta resistenza)
SALDATURA La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001	Saldatura a completa penetrazione classe 1
LEGNO LAMELLARE INCOLLATO ( <b>per travi 14x84, per travetti 12x28 e per travetti 12x36</b> ): Classe GL24h	$f_{m,k} = 240 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per flessione) $f_{c,0,k} = 210 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre) $f_{c,90,k} = 25 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre) $f_{t,0,k} = 140 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre) $f_{t,90,k} = 5 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre) $f_{v,k} = 25 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per taglio) $E = 110000 \text{ daN/cm}^2$
LEGNO PER TAVOLATO - Classe C24 (legno massiccio di conifera)	$f_{m,k} = 240 \text{ daN/cm}^2$ (resistenza caratteristica per flessione)

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” approvate con D.M. 17 gennaio 2018. È onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

## Criteri generali di progettazione e modellazione

Il metodo di calcolo adottato per le verifiche di sicurezza è quello semiprobabilistico agli Stati Limite secondo le indicazioni del – D. Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni. Nella presente relazione le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e le verifiche geotecniche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU), e degli stati limite di esercizio (SLE), sono state eseguite adottando l'Approccio 2 impiegando un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma F$  riportati nella colonna A1 della tabella 2.6.I della N.T.C. 2018. Le pressioni limite per le travi a T rovescia di fondazione sono state determinate utilizzando il metodo di Vesic.

Il Comune di Terni (TR) è classificato in zona sismica 2.

Il metodo di calcolo utilizzato è quello degli stati limite, secondo le indicazioni del – D. Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto applicando il metodo dell'analisi dinamica, utilizzando i seguenti parametri:

Lat. = 42,591695°

Long. = 12,606467°;

ag/g = 0,1848 m/s<sup>2</sup>;

$F_0 = 2,47$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale);

$T_{c*} = 0,324$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale);

VITA NOMINALE:  $V_N$  (in anni)  $\geq 50$ . TIPO DI COSTRUZIONE 2 Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari;

Tipo di costruzione: 2 (costruzioni con livelli ordinari di sicurezza)

CLASSE D'USO: Classe III;

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA:

$V_R = V_N \times C_U$  Per la classe d'uso II il coefficiente  $C_U$  vale 1,5 quindi  $V_R = 50 \times 1,5 = 75$ .

Categoria Suolo B;

Categoria topografica T1;

Classe di duttilità: CD "B"

Regolarità in pianta: NO;

Regolarità in elevazione: NO;

Tipologia edificio: Struttura a telaio di un piano;

Coefficiente di comportamento SLV  $q = 2,52$ ;

Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ ) = 1,00;

La resistenza all'azione sismica è garantita dalla presenza di un telaio tridimensionale in c.a. ed in c.a./legno, il comportamento strutturale è regolare. La copertura in legno è stata considerata di tipo

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Capperio C.so G. Garibaldi, snc CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.capperio@tin.it">giorgio.capperio@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 10 di 32
---------------	--	------------------

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

deformabile e l'analisi effettuata è di tipo dinamica lineare. E' stato considerato anche l'effetto del sisma verticale.

Le masse partecipanti risultano:

- 99.9% in X, 100% in Y e 97.9 % in Z, maggiori dell'85% richiesto.

Avendo eseguito una modellazione con terreno di fondazione è stata eseguita la verifica della risposta strutturale sismica come indicato al paragrafo 7.2.6 b del D.M. 17/1/2018, che ha dato esito positivo.

Sono state eseguite le verifiche degli spostamenti relativi di interpiano (SLD) nelle due direzioni sotto l'effetto dell'azione sismica combinata che sono risultati inferiori ai valori limite richiesti dalla vigente norma.

## Carichi e Sovraccarichi Verticali di Progetto

Il carico verticale sulle strutture viene determinato sulla base della seguente analisi dei carichi:

– PIANO COPERTURA LATO NORD	CARICO [ daN/m <sup>2</sup> ]
G1 - PESO PROPRIO TAVOLATO SP. 3 CM	18
- STRATO EPS + ISOLANTE RIGIDO	6
- GUAINA IMPERMEABILIZZANTE	5
- TEGOLE PORTOGHESI	43
G2 – PERMANENTI PORTATI	54
Q1 – CARICO VARIABILE qk (Cat. Neve, 195 m s.l.m.)	48
Q1 – CARICO VARIABILE qk (Cat. H1)	50

– PIANO COPERTURA LATO SUD	CARICO [ daN/m <sup>2</sup> ]
G1 - PESO PROPRIO TAVOLATO SP. 3 CM	18
- STRATO EPS + ISOLANTE RIGIDO	6
- GUAINA IMPERMEABILIZZANTE	5
- TEGOLE PORTOGHESI	43
- FOTOVOLTAICO	15
G2 – PERMANENTI PORTATI	69
Q1 – CARICO VARIABILE qk (Cat. Neve, 195 m s.l.m.)	48
Q1 – CARICO VARIABILE qk (Cat. H1)	50

Per il calcolo del peso proprio delle travi, dei cordoli e dei pilastri si sono utilizzati per il calcestruzzo e per l'acciaio i seguenti pesi unitari:

- calcestruzzo non armato 24,00 kN/m<sup>3</sup>;
- calcestruzzo armato 25,00 kN/m<sup>3</sup>;
- calcestruzzo alleggerito 14,00 kN/m<sup>3</sup>;

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

- acciaio 78,50 kN/m<sup>3</sup>.  
-legno 3,80 kN/m<sup>3</sup>.

## Condizioni di carico e combinazione delle azioni

### Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**Durata:** descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

**$\psi_0$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_0$ . Il valore è adimensionale.

**$\psi_1$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_1$ . Il valore è adimensionale.

**$\psi_2$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_2$ . Il valore è adimensionale.

**Con segno:** descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Variabile H	Variabile H	Media	0	0	0	
AT	AT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

### Combinazioni di carico

**Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

**Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

**Pesi:** Pesi strutturali

**Port.:** Permanenti portati

**Neve:** Neve

**Variabile H:** Variabile H

**Variabile C:** Variabile C

**AT:** AT

**X SLD:** Sisma X SLD

**Y SLD:** Sisma Y SLD

**Z SLD:** Sisma Z SLD

**EySx SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD

**ExSy SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD

**Tr x SLD:** Terreno sisma X SLD

**Tr y SLD:** Terreno sisma Y SLD

**Tr z SLD:** Terreno sisma Z SLD

**SLV X:** Sisma X SLV

**SLV Y:** Sisma Y SLV

**SLV Z:** Sisma Z SLV

**EySx SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV

**ExSy SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV

**Tr sLV X:** Terreno sisma X SLV

**Tr sLV Y:** Terreno sisma Y SLV

**Tr sLV Z:** Terreno sisma Z SLV

**Rig Ux:** Rig Ux

**Rig Uy:** Rig Uy

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Cappero C.so G. Garibaldi, snC CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.cappero@tin.it">giorgio.cappero@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 12 di 32
---------------	---	------------------



Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

#### Rig Rz: Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

#### Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0.75	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	1.5	0	0
5	SLU 5	1	1.5	0	0	0
6	SLU 6	1	1.5	0	1.5	0
7	SLU 7	1	1.5	0.75	1.5	0
8	SLU 8	1	1.5	1.5	0	0
9	SLU 9	1.3	0.8	0	0	0
10	SLU 10	1.3	0.8	0	1.5	0
11	SLU 11	1.3	0.8	0.75	1.5	0
12	SLU 12	1.3	0.8	1.5	0	0
13	SLU 13	1.3	1.5	0	0	0
14	SLU 14	1.3	1.5	0	1.5	0
15	SLU 15	1.3	1.5	0.75	1.5	0
16	SLU 16	1.3	1.5	1.5	0	0

#### Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0.5	1	0
4	SLE RA 4	1	1	1	0	0

#### Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0.2	0	0

#### Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0

#### Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT
------	------------	------	-------	------	-------------	----

#### Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	X SLO	Y SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	0	-1	-0.3
2	SLO 2	1	1	0	0	0	-1	-0.3
3	SLO 3	1	1	0	0	0	-1	-0.3
4	SLO 4	1	1	0	0	0	-1	-0.3
5	SLO 5	1	1	0	0	0	-1	0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	0	-1	0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	0	-1	0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	0	-1	0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	0	-0.3	-1
10	SLO 10	1	1	0	0	0	-0.3	-1
11	SLO 11	1	1	0	0	0	-0.3	-1
12	SLO 12	1	1	0	0	0	-0.3	-1
13	SLO 13	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
14	SLO 14	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
15	SLO 15	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
16	SLO 16	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
17	SLO 17	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
18	SLO 18	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
19	SLO 19	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
20	SLO 20	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
21	SLO 21	1	1	0	0	0	-0.3	1
22	SLO 22	1	1	0	0	0	-0.3	1
23	SLO 23	1	1	0	0	0	-0.3	1
24	SLO 24	1	1	0	0	0	-0.3	1
25	SLO 25	1	1	0	0	0	0.3	-1
26	SLO 26	1	1	0	0	0	0.3	-1
27	SLO 27	1	1	0	0	0	0.3	-1
28	SLO 28	1	1	0	0	0	0.3	-1
29	SLO 29	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
30	SLO 30	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
31	SLO 31	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
32	SLO 32	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
33	SLO 33	1	1	0	0	0	0.3	0.3
34	SLO 34	1	1	0	0	0	0.3	0.3

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	X SLO	Y SLO
35	SLO 35	1	1	0	0	0	0.3	0.3
36	SLO 36	1	1	0	0	0	0.3	0.3
37	SLO 37	1	1	0	0	0	0.3	1
38	SLO 38	1	1	0	0	0	0.3	1
39	SLO 39	1	1	0	0	0	0.3	1
40	SLO 40	1	1	0	0	0	0.3	1
41	SLO 41	1	1	0	0	0	1	-0.3
42	SLO 42	1	1	0	0	0	1	-0.3
43	SLO 43	1	1	0	0	0	1	-0.3
44	SLO 44	1	1	0	0	0	1	-0.3
45	SLO 45	1	1	0	0	0	1	0.3
46	SLO 46	1	1	0	0	0	1	0.3
47	SLO 47	1	1	0	0	0	1	0.3
48	SLO 48	1	1	0	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	-1	0.3	-1	-0.3	-0.3
2	SLO 2	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-0.3
3	SLO 3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3	0.3
4	SLO 4	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	0.3
5	SLO 5	-0.3	-1	0.3	-1	0.3	-0.3
6	SLO 6	-0.3	1	-0.3	-1	0.3	-0.3
7	SLO 7	0.3	-1	0.3	-1	0.3	0.3
8	SLO 8	0.3	1	-0.3	-1	0.3	0.3
9	SLO 9	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3
10	SLO 10	-0.3	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
11	SLO 11	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3
12	SLO 12	0.3	0.3	-1	-0.3	-1	0.3
13	SLO 13	-1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	-1
14	SLO 14	-1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-1
15	SLO 15	1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	1
16	SLO 16	1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	1
17	SLO 17	-1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-1
18	SLO 18	-1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-1
19	SLO 19	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	1
20	SLO 20	1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	1
21	SLO 21	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3
22	SLO 22	-0.3	0.3	-1	-0.3	1	-0.3
23	SLO 23	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3
24	SLO 24	0.3	0.3	-1	-0.3	1	0.3
25	SLO 25	-0.3	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
26	SLO 26	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3
27	SLO 27	0.3	-0.3	1	0.3	-1	0.3
28	SLO 28	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3
29	SLO 29	-1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-1
30	SLO 30	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1
31	SLO 31	1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	1
32	SLO 32	1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1
33	SLO 33	-1	-0.3	0.3	0.3	0.3	-1
34	SLO 34	-1	0.3	-0.3	0.3	0.3	-1
35	SLO 35	1	-0.3	0.3	0.3	0.3	1
36	SLO 36	1	0.3	-0.3	0.3	0.3	1
37	SLO 37	-0.3	-0.3	1	0.3	1	-0.3
38	SLO 38	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3
39	SLO 39	0.3	-0.3	1	0.3	1	0.3
40	SLO 40	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3
41	SLO 41	-0.3	-1	0.3	1	-0.3	-0.3
42	SLO 42	-0.3	1	-0.3	1	-0.3	-0.3
43	SLO 43	0.3	-1	0.3	1	-0.3	0.3
44	SLO 44	0.3	1	-0.3	1	-0.3	0.3
45	SLO 45	-0.3	-1	0.3	1	0.3	-0.3
46	SLO 46	-0.3	1	-0.3	1	0.3	-0.3
47	SLO 47	0.3	-1	0.3	1	0.3	0.3
48	SLO 48	0.3	1	-0.3	1	0.3	0.3

## Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	X SLD	Y SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0	0	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0	0	0	-1	-0.3
4	SLD 4	1	1	0	0	0	-1	-0.3
5	SLD 5	1	1	0	0	0	-1	0.3
6	SLD 6	1	1	0	0	0	-1	0.3
7	SLD 7	1	1	0	0	0	-1	0.3
8	SLD 8	1	1	0	0	0	-1	0.3
9	SLD 9	1	1	0	0	0	-0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0	0	0	-0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0	0	0	-0.3	-1
12	SLD 12	1	1	0	0	0	-0.3	-1
13	SLD 13	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
14	SLD 14	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
15	SLD 15	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
16	SLD 16	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
17	SLD 17	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
18	SLD 18	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
19	SLD 19	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
20	SLD 20	1	1	0	0	0	-0.3	0.3

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	X SLD	Y SLD
21	SLD 21	1	1	0	0	0	-0.3	1
22	SLD 22	1	1	0	0	0	-0.3	1
23	SLD 23	1	1	0	0	0	-0.3	1
24	SLD 24	1	1	0	0	0	-0.3	1
25	SLD 25	1	1	0	0	0	0.3	-1
26	SLD 26	1	1	0	0	0	0.3	-1
27	SLD 27	1	1	0	0	0	0.3	-1
28	SLD 28	1	1	0	0	0	0.3	-1
29	SLD 29	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
30	SLD 30	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
31	SLD 31	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
32	SLD 32	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
33	SLD 33	1	1	0	0	0	0.3	0.3
34	SLD 34	1	1	0	0	0	0.3	0.3
35	SLD 35	1	1	0	0	0	0.3	0.3
36	SLD 36	1	1	0	0	0	0.3	0.3
37	SLD 37	1	1	0	0	0	0.3	1
38	SLD 38	1	1	0	0	0	0.3	1
39	SLD 39	1	1	0	0	0	0.3	1
40	SLD 40	1	1	0	0	0	0.3	1
41	SLD 41	1	1	0	0	0	1	-0.3
42	SLD 42	1	1	0	0	0	1	-0.3
43	SLD 43	1	1	0	0	0	1	-0.3
44	SLD 44	1	1	0	0	0	1	-0.3
45	SLD 45	1	1	0	0	0	1	0.3
46	SLD 46	1	1	0	0	0	1	0.3
47	SLD 47	1	1	0	0	0	1	0.3
48	SLD 48	1	1	0	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	-1	0.3	-1	-0.3	-0.3
2	SLD 2	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-0.3
3	SLD 3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3	0.3
4	SLD 4	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	0.3
5	SLD 5	-0.3	-1	0.3	-1	0.3	-0.3
6	SLD 6	-0.3	1	-0.3	-1	0.3	-0.3
7	SLD 7	0.3	-1	0.3	-1	0.3	0.3
8	SLD 8	0.3	1	-0.3	-1	0.3	0.3
9	SLD 9	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3
10	SLD 10	-0.3	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
11	SLD 11	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3
12	SLD 12	0.3	0.3	-1	-0.3	-1	0.3
13	SLD 13	-1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	-1
14	SLD 14	-1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-1
15	SLD 15	1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	1
16	SLD 16	1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	1
17	SLD 17	-1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-1
18	SLD 18	-1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-1
19	SLD 19	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	1
20	SLD 20	1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	1
21	SLD 21	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3
22	SLD 22	-0.3	0.3	-1	-0.3	1	-0.3
23	SLD 23	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3
24	SLD 24	0.3	0.3	-1	-0.3	1	0.3
25	SLD 25	-0.3	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
26	SLD 26	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3
27	SLD 27	0.3	-0.3	1	0.3	-1	0.3
28	SLD 28	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3
29	SLD 29	-1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-1
30	SLD 30	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1
31	SLD 31	1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	1
32	SLD 32	1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1
33	SLD 33	-1	-0.3	0.3	0.3	0.3	-1
34	SLD 34	-1	0.3	-0.3	0.3	0.3	-1
35	SLD 35	1	-0.3	0.3	0.3	0.3	1
36	SLD 36	1	0.3	-0.3	0.3	0.3	1
37	SLD 37	-0.3	-0.3	1	0.3	1	-0.3
38	SLD 38	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3
39	SLD 39	0.3	-0.3	1	0.3	1	0.3
40	SLD 40	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3
41	SLD 41	-0.3	-1	0.3	1	-0.3	-0.3
42	SLD 42	-0.3	1	-0.3	1	-0.3	-0.3
43	SLD 43	0.3	-1	0.3	1	-0.3	0.3
44	SLD 44	0.3	1	-0.3	1	-0.3	0.3
45	SLD 45	-0.3	-1	0.3	1	0.3	-0.3
46	SLD 46	-0.3	1	-0.3	1	0.3	-0.3
47	SLD 47	0.3	-1	0.3	1	0.3	0.3
48	SLD 48	0.3	1	-0.3	1	0.3	0.3

## Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	SLV X	SLV Y
1	SLV 1	1	1	0	0	0	-1	-0.3
2	SLV 2	1	1	0	0	0	-1	-0.3
3	SLV 3	1	1	0	0	0	-1	-0.3
4	SLV 4	1	1	0	0	0	-1	-0.3
5	SLV 5	1	1	0	0	0	-1	0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	-1	0.3

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	SLV X	SLV Y
7	SLV 7	1	1	0	0	0	-1	0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	-1	0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	-0.3	-1
10	SLV 10	1	1	0	0	0	-0.3	-1
11	SLV 11	1	1	0	0	0	-0.3	-1
12	SLV 12	1	1	0	0	0	-0.3	-1
13	SLV 13	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
14	SLV 14	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
15	SLV 15	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
16	SLV 16	1	1	0	0	0	-0.3	-0.3
17	SLV 17	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
18	SLV 18	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
19	SLV 19	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
20	SLV 20	1	1	0	0	0	-0.3	0.3
21	SLV 21	1	1	0	0	0	-0.3	1
22	SLV 22	1	1	0	0	0	-0.3	1
23	SLV 23	1	1	0	0	0	-0.3	1
24	SLV 24	1	1	0	0	0	-0.3	1
25	SLV 25	1	1	0	0	0	0.3	-1
26	SLV 26	1	1	0	0	0	0.3	-1
27	SLV 27	1	1	0	0	0	0.3	-1
28	SLV 28	1	1	0	0	0	0.3	-1
29	SLV 29	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
30	SLV 30	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
31	SLV 31	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
32	SLV 32	1	1	0	0	0	0.3	-0.3
33	SLV 33	1	1	0	0	0	0.3	0.3
34	SLV 34	1	1	0	0	0	0.3	0.3
35	SLV 35	1	1	0	0	0	0.3	0.3
36	SLV 36	1	1	0	0	0	0.3	0.3
37	SLV 37	1	1	0	0	0	0.3	1
38	SLV 38	1	1	0	0	0	0.3	1
39	SLV 39	1	1	0	0	0	0.3	1
40	SLV 40	1	1	0	0	0	0.3	1
41	SLV 41	1	1	0	0	0	1	-0.3
42	SLV 42	1	1	0	0	0	1	-0.3
43	SLV 43	1	1	0	0	0	1	-0.3
44	SLV 44	1	1	0	0	0	1	-0.3
45	SLV 45	1	1	0	0	0	1	0.3
46	SLV 46	1	1	0	0	0	1	0.3
47	SLV 47	1	1	0	0	0	1	0.3
48	SLV 48	1	1	0	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	-0.3	-1	0.3	-1	-0.3	-0.3
2	SLV 2	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-0.3
3	SLV 3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3	0.3
4	SLV 4	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	0.3
5	SLV 5	-0.3	-1	0.3	-1	0.3	-0.3
6	SLV 6	-0.3	1	-0.3	-1	0.3	-0.3
7	SLV 7	0.3	-1	0.3	-1	0.3	0.3
8	SLV 8	0.3	1	-0.3	-1	0.3	0.3
9	SLV 9	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3
10	SLV 10	-0.3	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
11	SLV 11	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3
12	SLV 12	0.3	0.3	-1	-0.3	-1	0.3
13	SLV 13	-1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	-1
14	SLV 14	-1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-1
15	SLV 15	1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	1
16	SLV 16	1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	1
17	SLV 17	-1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-1
18	SLV 18	-1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-1
19	SLV 19	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	1
20	SLV 20	1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	1
21	SLV 21	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3
22	SLV 22	-0.3	0.3	-1	-0.3	1	-0.3
23	SLV 23	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3
24	SLV 24	0.3	0.3	-1	-0.3	1	0.3
25	SLV 25	-0.3	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
26	SLV 26	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3
27	SLV 27	0.3	-0.3	1	0.3	-1	0.3
28	SLV 28	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3
29	SLV 29	-1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-1
30	SLV 30	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1
31	SLV 31	1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	1
32	SLV 32	1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1
33	SLV 33	-1	-0.3	0.3	0.3	0.3	-1
34	SLV 34	-1	0.3	-0.3	0.3	0.3	-1
35	SLV 35	1	-0.3	0.3	0.3	0.3	1
36	SLV 36	1	0.3	-0.3	0.3	0.3	1
37	SLV 37	-0.3	-0.3	1	0.3	1	-0.3
38	SLV 38	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3
39	SLV 39	0.3	-0.3	1	0.3	1	0.3
40	SLV 40	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3
41	SLV 41	-0.3	-1	0.3	1	-0.3	-0.3
42	SLV 42	-0.3	1	-0.3	1	-0.3	-0.3
43	SLV 43	0.3	-1	0.3	1	-0.3	0.3
44	SLV 44	0.3	1	-0.3	1	-0.3	0.3
45	SLV 45	-0.3	-1	0.3	1	0.3	-0.3
46	SLV 46	-0.3	1	-0.3	1	0.3	-0.3



Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
47	SLV 47	0.3	-1	0.3	1	0.3	0.3
48	SLV 48	0.3	1	-0.3	1	0.3	0.3

### Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile H	ΔT	SLV X	SLV Y
1	SLV FO 1	1	1	0	0	0	-1.1	-0.33
2	SLV FO 2	1	1	0	0	0	-1.1	-0.33
3	SLV FO 3	1	1	0	0	0	-1.1	-0.33
4	SLV FO 4	1	1	0	0	0	-1.1	-0.33
5	SLV FO 5	1	1	0	0	0	-1.1	0.33
6	SLV FO 6	1	1	0	0	0	-1.1	0.33
7	SLV FO 7	1	1	0	0	0	-1.1	0.33
8	SLV FO 8	1	1	0	0	0	-1.1	0.33
9	SLV FO 9	1	1	0	0	0	-0.33	-1.1
10	SLV FO 10	1	1	0	0	0	-0.33	-1.1
11	SLV FO 11	1	1	0	0	0	-0.33	-1.1
12	SLV FO 12	1	1	0	0	0	-0.33	-1.1
13	SLV FO 13	1	1	0	0	0	-0.33	-0.33
14	SLV FO 14	1	1	0	0	0	-0.33	-0.33
15	SLV FO 15	1	1	0	0	0	-0.33	-0.33
16	SLV FO 16	1	1	0	0	0	-0.33	-0.33
17	SLV FO 17	1	1	0	0	0	-0.33	0.33
18	SLV FO 18	1	1	0	0	0	-0.33	0.33
19	SLV FO 19	1	1	0	0	0	-0.33	0.33
20	SLV FO 20	1	1	0	0	0	-0.33	0.33
21	SLV FO 21	1	1	0	0	0	-0.33	1.1
22	SLV FO 22	1	1	0	0	0	-0.33	1.1
23	SLV FO 23	1	1	0	0	0	-0.33	1.1
24	SLV FO 24	1	1	0	0	0	-0.33	1.1
25	SLV FO 25	1	1	0	0	0	0.33	-1.1
26	SLV FO 26	1	1	0	0	0	0.33	-1.1
27	SLV FO 27	1	1	0	0	0	0.33	-1.1
28	SLV FO 28	1	1	0	0	0	0.33	-1.1
29	SLV FO 29	1	1	0	0	0	0.33	-0.33
30	SLV FO 30	1	1	0	0	0	0.33	-0.33
31	SLV FO 31	1	1	0	0	0	0.33	-0.33
32	SLV FO 32	1	1	0	0	0	0.33	-0.33
33	SLV FO 33	1	1	0	0	0	0.33	0.33
34	SLV FO 34	1	1	0	0	0	0.33	0.33
35	SLV FO 35	1	1	0	0	0	0.33	0.33
36	SLV FO 36	1	1	0	0	0	0.33	0.33
37	SLV FO 37	1	1	0	0	0	0.33	1.1
38	SLV FO 38	1	1	0	0	0	0.33	1.1
39	SLV FO 39	1	1	0	0	0	0.33	1.1
40	SLV FO 40	1	1	0	0	0	0.33	1.1
41	SLV FO 41	1	1	0	0	0	1.1	-0.33
42	SLV FO 42	1	1	0	0	0	1.1	-0.33
43	SLV FO 43	1	1	0	0	0	1.1	-0.33
44	SLV FO 44	1	1	0	0	0	1.1	-0.33
45	SLV FO 45	1	1	0	0	0	1.1	0.33
46	SLV FO 46	1	1	0	0	0	1.1	0.33
47	SLV FO 47	1	1	0	0	0	1.1	0.33
48	SLV FO 48	1	1	0	0	0	1.1	0.33

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV FO 1	-0.33	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	-0.33
2	SLV FO 2	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	-0.33
3	SLV FO 3	0.33	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0.33
4	SLV FO 4	0.33	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0.33
5	SLV FO 5	-0.33	-1.1	0.33	-1.1	0.33	-0.33
6	SLV FO 6	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0.33	-0.33
7	SLV FO 7	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0.33
8	SLV FO 8	0.33	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0.33
9	SLV FO 9	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	-0.33
10	SLV FO 10	-0.33	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	-0.33
11	SLV FO 11	0.33	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0.33
12	SLV FO 12	0.33	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0.33
13	SLV FO 13	-1.1	-0.33	0.33	-0.33	-0.33	-1.1
14	SLV FO 14	-1.1	0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-1.1
15	SLV FO 15	1.1	-0.33	0.33	-0.33	-0.33	1.1
16	SLV FO 16	1.1	0.33	-0.33	-0.33	-0.33	1.1
17	SLV FO 17	-1.1	-0.33	0.33	-0.33	0.33	-1.1
18	SLV FO 18	-1.1	0.33	-0.33	-0.33	0.33	-1.1
19	SLV FO 19	1.1	-0.33	0.33	-0.33	0.33	1.1
20	SLV FO 20	1.1	0.33	-0.33	-0.33	0.33	1.1
21	SLV FO 21	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	1.1	-0.33
22	SLV FO 22	-0.33	0.33	-1.1	-0.33	1.1	-0.33
23	SLV FO 23	0.33	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0.33
24	SLV FO 24	0.33	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0.33
25	SLV FO 25	-0.33	-0.33	1.1	0.33	-1.1	-0.33
26	SLV FO 26	-0.33	0.33	-1.1	0.33	-1.1	-0.33
27	SLV FO 27	0.33	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0.33
28	SLV FO 28	0.33	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0.33
29	SLV FO 29	-1.1	-0.33	0.33	0.33	-0.33	-1.1
30	SLV FO 30	-1.1	0.33	-0.33	0.33	-0.33	-1.1
31	SLV FO 31	1.1	-0.33	0.33	0.33	-0.33	1.1
32	SLV FO 32	1.1	0.33	-0.33	0.33	-0.33	1.1

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
33	SLV FO 33	-1.1	-0.33	0.33	0.33	0.33	-1.1
34	SLV FO 34	-1.1	0.33	-0.33	0.33	0.33	-1.1
35	SLV FO 35	1.1	-0.33	0.33	0.33	0.33	1.1
36	SLV FO 36	1.1	0.33	-0.33	0.33	0.33	1.1
37	SLV FO 37	-0.33	-0.33	1.1	0.33	1.1	-0.33
38	SLV FO 38	-0.33	0.33	-1.1	0.33	1.1	-0.33
39	SLV FO 39	0.33	-0.33	1.1	0.33	1.1	0.33
40	SLV FO 40	0.33	0.33	-1.1	0.33	1.1	0.33
41	SLV FO 41	-0.33	-1.1	0.33	1.1	-0.33	-0.33
42	SLV FO 42	-0.33	1.1	-0.33	1.1	-0.33	-0.33
43	SLV FO 43	0.33	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0.33
44	SLV FO 44	0.33	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0.33
45	SLV FO 45	-0.33	-1.1	0.33	1.1	0.33	-0.33
46	SLV FO 46	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0.33	-0.33
47	SLV FO 47	0.33	-1.1	0.33	1.1	0.33	0.33
48	SLV FO 48	0.33	1.1	-0.33	1.1	0.33	0.33

#### Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

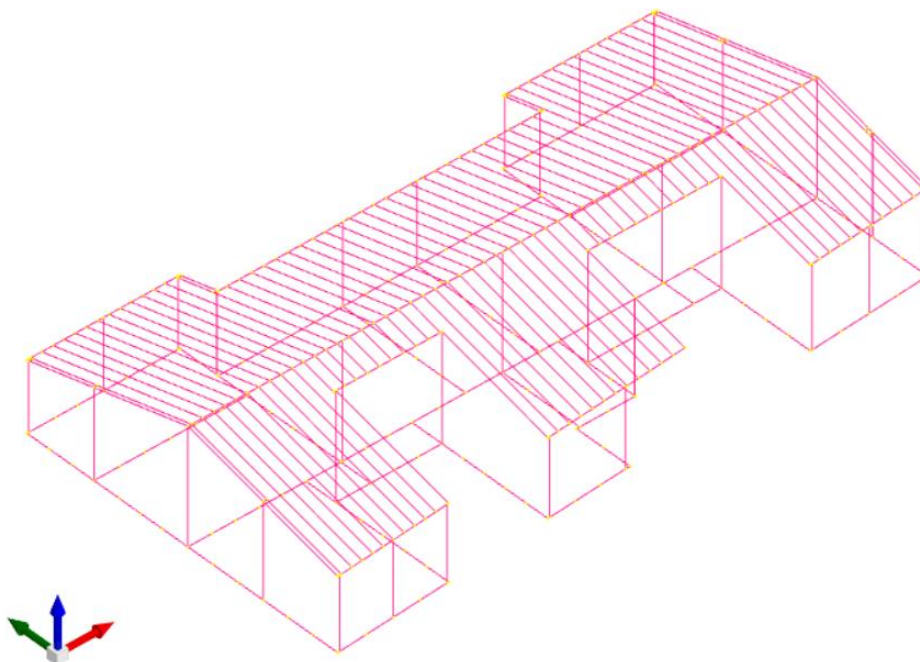
## Metodi di analisi e criteri di verifica

Le caratteristiche di sollecitazione e gli spostamenti della struttura in esame sono stati determinati mediante modellazione strutturale spaziale con il programma di calcolo basato sul metodo degli elementi finiti SISMICAD 12.21 della Concrete S.r.l., licenza n. 5954544.

Le strutture in oggetto constano di un telaio spaziale in c.a. e legno. La copertura in legno è stata considerata di tipo deformabile. La fondazione, costituita da un graticcio di travi superficiali a T rovescia, è stata modellata insieme alla struttura in elevazione.

Alla struttura sono applicati i carichi con distribuzione tale da creare le massime sollecitazioni nei vari elementi considerando la probabilità di contestuale presenza dei valori sollecitanti massimi. Nell’ottica della nuova normativa in materia di costruzioni in zona sismica, occorre procedere con il metodo degli “stati limite”. Sono definiti “Stati limite” (SL) le condizioni oltre le quali la struttura o una sua parte non soddisfa più i requisiti di comportamento per le quali è destinata e progettata. Lo SLU (limite ultimo) rappresenta il limite oltre il quale si ha una situazione di pericolo per la resistenza della struttura, che può portare al collasso o a cedimenti strutturali che possono generare pericolo per persone e cose che si trovano nell’edificio o negli spazi circostanti. Si può quindi avere la perdita di stabilità della struttura, la trasformazione della struttura in un cinematismo per l’apertura di cerniere plastiche, ecc. Gli SLE (stati limite di esercizio) rappresentano invece il limite oltre il quale si crea una condizione non ottimale per l’utilizzo della struttura, che al massimo può impedirne il funzionamento; l’integrità strutturale non viene quindi intaccata, ma non può comunque garantire la funzione per la quale è stata costruita. L’analisi viene quindi effettuata secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite che associa a grandezze statistiche dei coefficienti parziali di sicurezza deterministici. La struttura è stata considerata in classe di duttilità CD “B”, il fattore di comportamento utilizzato è  $q=2,52$ .

Nella successiva Relazione di Calcolo vengono descritte tutte le caratteristiche del codice di calcolo e le convenzioni utilizzate.



Modello di calcolo a “fil di ferro”

## Programma di calcolo e modellazione della struttura

### Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

### Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.21

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.21

Identificatore licenza: SW-5954544

Intestatario della licenza: CAPPERO DOTT. ING. GIORGIO

Versione regolarmente licenziata

### Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

#### **Verifiche delle membrature in cemento armato**

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare, il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione. A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

#### **Verifiche delle membrature in acciaio**

Le verifiche delle membrature in acciaio (solo per utenti Sismicad acciaio) possono essere condotte secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 3. Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità. Queste ultime possono interessare superelementi cioè membrature composte di più aste. Le verifiche tengono conto, ove richiesto, della distinzione delle condizioni di carico in normali o eccezionali (I e II) previste dalle normative adottate.

#### **Verifiche delle membrature in legno**

Le verifiche delle aste in legno possono essere condotte con il metodo alle tensioni ammissibili nello spirito delle DIN 1052 o con il metodo agli stati limiti secondo D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 5.

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Cappero C.so G. Garibaldi, snC CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.cappero@tin.it">giorgio.cappero@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 20 di 32
---------------	---	------------------



Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

### Verifiche delle murature

Per le murature è prevista la verifica a schiacciamento eccentrico secondo il metodo delle tensioni ammissibili o agli stati limite ai sensi del D.M. LL.PP. 20-11-87. In presenza di sisma analizzato secondo il DM 16-1-96 le verifiche possono essere condotte sulla base della Circ. LL.PP. 30-07-81 n.21745 e le direttive tecniche dei D.G.R. Umbria 5180/98 e D.G.R. 2153/98 in attuazione L.61/98. In particolare, vengono svolte le verifiche a taglio, a ribaltamento ed a pressoflessione sia nel piano ortogonale che nel piano del maschio. Vengono inoltre evidenziati a richiesta i coefficienti richiesti dalla L.61/98. La verifica a taglio viene condotta utilizzando un solutore POR per i maschi compresi tra due piani orizzontali dichiarati infinitamente rigidi in sede in input dei livelli. I carichi verticali si pensano centrati e le variazioni di sforzo normale dovute alle azioni sismiche sono prese in conto a scelta dell'utente. Nel caso si utilizzi un modello non lineare (ad esempio per la presenza di tiranti o di fondazioni non reagenti al sollevamento) i carichi verticali comprendono sempre anche il contributo delle azioni sismiche. Le azioni orizzontali prese in conto sono per ogni piano la somma delle forze sismiche agenti al di sopra del piano. Ai fini della verifica POR la analisi del modello agli elementi finiti ha il solo scopo di determinare lo sforzo normale nei maschi murari. Gli effetti delle azioni orizzontali infatti vanno valutati con diverso solutore (POR). Ai maschi che non sono compresi tra piani rigidi e quindi anche ai maschi che sostengono le falde non può essere applicato un solutore POR. Per questi maschi le verifiche a taglio vengono eseguite, trascurando a favore di sicurezza il contributo della duttilità, a partire dai risultati della analisi elastica forniti dal modello ad elementi finiti. I carichi verticali sono pensati centrati. Sia nel caso lineare che nel non lineare lo sforzo normale ed i tagli si ottengono per ogni combinazione sommando i contributi di tutte le condizioni di carico. In presenza di sisma analizzato secondo il D.M. 16-01-96 le verifiche a taglio, a pressoflessione nel piano e fuori piano e a ribaltamento possono essere eseguite secondo D.M. LL.PP 20-11-87. La analisi sismica può anche essere condotta secondo OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 con analisi statica lineare, analisi dinamica modale o analisi statica non lineare. Le verifiche a taglio, a pressoflessione nel piano e fuori piano vengono condotte nel rispetto della norma con distinzione tra edifici nuovi ed edifici esistenti. Nel caso di analisi elastica le murature sono modellate con elementi bidimensionali (shell); nel caso di analisi statica non lineare le murature sono modellate con un particolare elemento finito monodimensionale a comportamento bilineare elastico perfettamente plastico.

### Terreno di Fondazione

Il sito in oggetto è ubicato in Località Campomaggiore, identificato dal Foglio n.49, Particella n. 1007 del N.C.T. del Comune di Terni. Dalla Relazione geologica redatta dal Dott. Geologo Stefano Liti sono stati estrapolate le caratteristiche geomeccaniche che hanno permesso di effettuare la scelta sulla tipologia delle fondazioni e le verifiche otecniche delle stesse.

Il lotto in questione è ubicato ai bordi della catena Martana in località Campomaggiore. Il paesaggio è caratterizzato da forme collinari con altezze comprese tra i 180 e i 200 m s.l.m degradanti da nord verso sud. Il litotipo affiorante nell'area è rappresentato dai depositi di versanti derivanti dalla disgregazione della catena Martana dati da conglomerati in matrice limosa argillosa.

Pur essendo possibile la circolazione sotterranea dell'acqua, in virtù della presenza di strati argillosi impermeabili, come ipotizzato nella relazione geologica si presume che il livello della falda sia certamente superiore alla profondità di interessamento del progetto, quindi la falda non interessa le opere di fondazione.

Il programma delle indagini è consistito nell'esecuzione di 1 sondaggio geognostico spinto a 30 mt di profondità dal piano campagna, con n. 1 prova di prospezione sismica Down Hole.

L'indagine effettuata ha consentito di ricostruire la stratigrafia locale del sito, che si riporta di seguito.

- **Strato da 0.0m a 2.00 m dal p.c.:** materiale detritico costipato (riporto)
- **Strato da 2.00m a 5.0 m dal p.c:** detrito di falda (ghiaie in scarsa matrice limoso sabbiosa con clasti centimetrici);
- **Strato da 5.00 m a 12.00 m dal p.c.:** sabbie limose con ghiaie;

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Capperio C.so G. Garibaldi, snC CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.capperio@tin.it">giorgio.capperio@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 21 di 32
---------------	--	------------------

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

- **Strato da 12.00 m a 27.00 m dal p.c.:** materiale detritico compatto in matrice limo sabbiosa;
- **Strato da 27.00 m a 30.00 m dal p.c.:** materiale detritico in matrice sabbiosa.

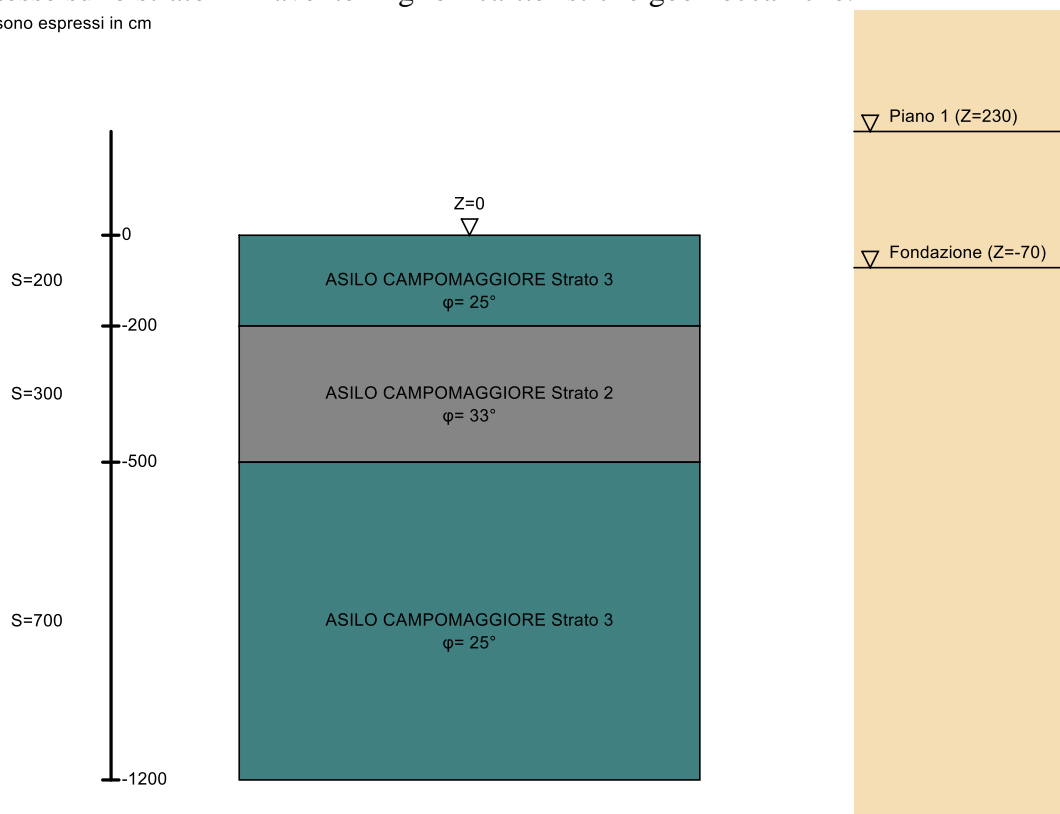
- Caratteristiche geomeccaniche associate:

<i>STRATO</i>	<i>Profondità da p.c.(m)</i>	<i>Angolo d'attrito <math>\phi</math> (°)</i>	<i>Peso di volume (<math>\gamma_d</math> in daN/mc)</i>	<i>Coesione <math>c'</math> (daN/cm<sup>2</sup>)</i>
<i>Strato A (materiale detritico di riporto)</i>	<i>0.00-2.00</i>	<i>22</i>	<i>1850</i>	<i>0.00</i>
<i>Strato B (materiale detritico sciolto)</i>	<i>2.00-5.00</i>	<i>33</i>	<i>1950</i>	<i>0.00</i>
<i>Strato C (sabbie limose con inclusi conglomeratici)</i>	<i>5.00-12.00</i>	<i>25</i>	<i>1850</i>	<i>0.00</i>
<i>Strato D (materiale detritico compatto)</i>	<i>12.00-27.00</i>	<i>28</i>	<i>1850</i>	<i>0.00</i>
<i>Strato E (materiale detritico in matrice sabbioso limosa)</i>	<i>27.00-30.00</i>	<i>28</i>	<i>1850</i>	<i>0.00</i>

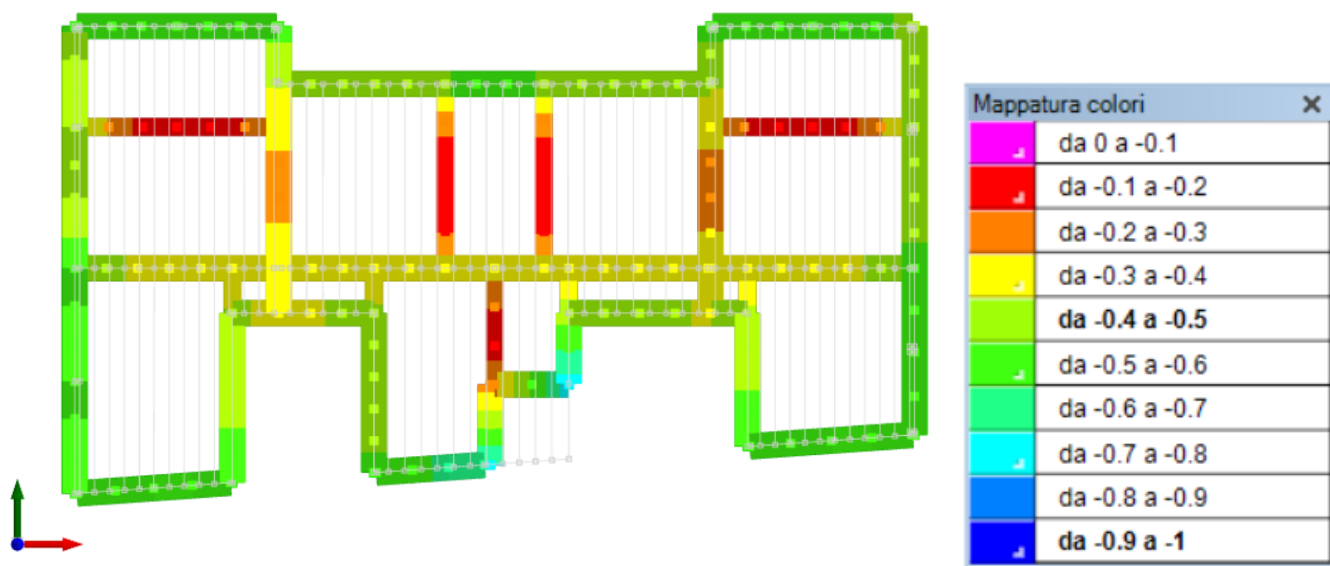
Categoria Suolo B,  $V_{S30} = 360-800$  m/s, Categoria topografica T1.

La scelta delle fondazioni è ricaduta sul tipo superficiale con un graticcio di travi a T rovescia, si è avuta cura di approfondire il piano di posa del magrone a profondità 2.00 m dal piano di campagna al fine di impostare le stesse sullo strato “B” avente migliori caratteristiche geomeccaniche.

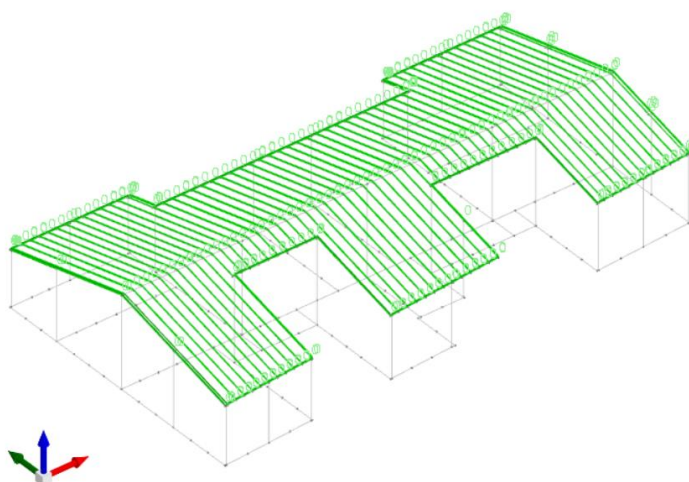
I valori sono espressi in cm



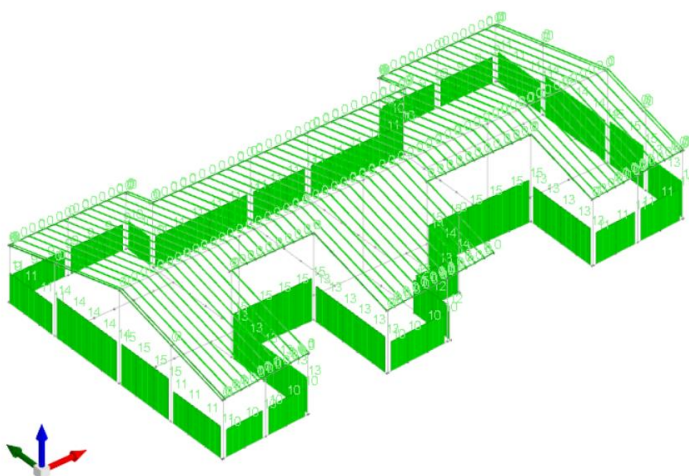
## Pressioni massime involuppo SLU/SLD/SLV/SLVfond



## Tipo di analisi svolta e schemi di carico base considerati

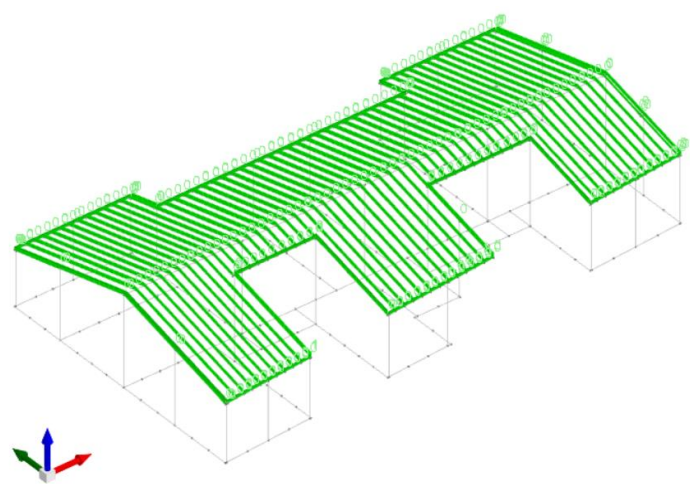


Carichi in Condizione di Carico Pesì Strutturali

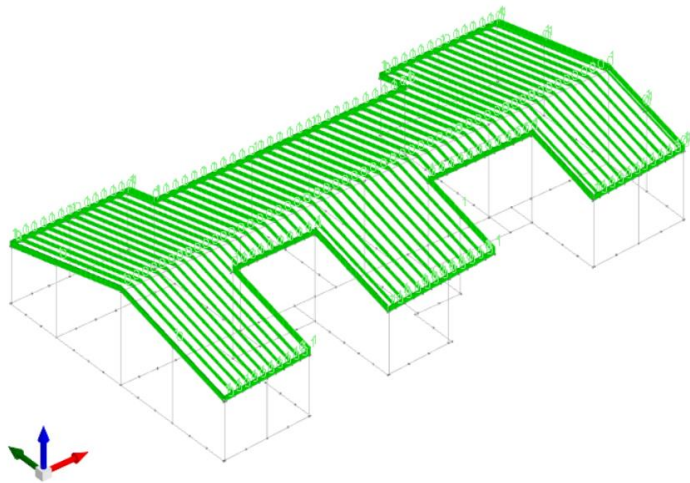


Carichi in Condizione di Carico Permanenti Portati

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

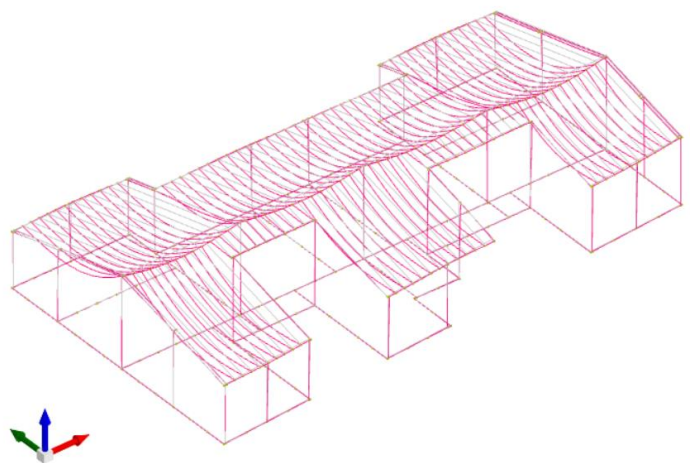


Carichi in Condizione di Carico Neve



Carichi in Condizione di Carico Variabile H

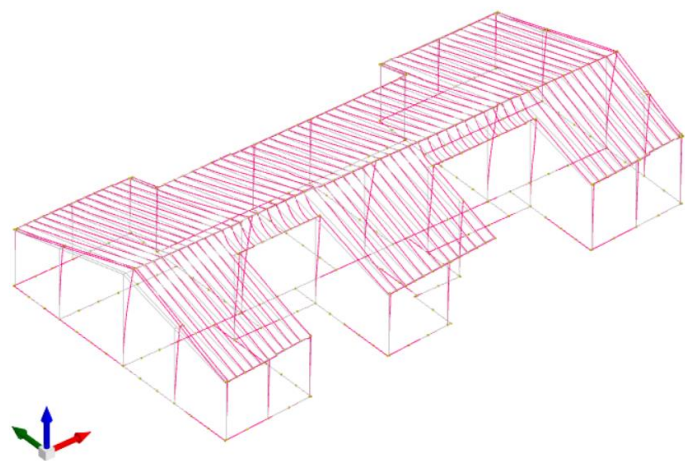
Configurazioni deformate



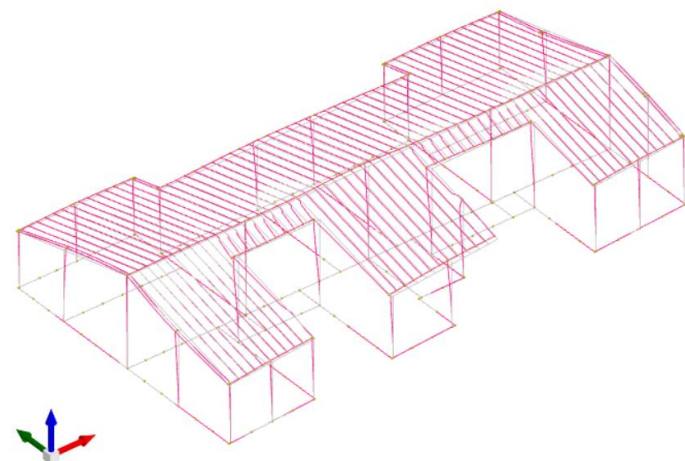
Deformata in Combinazione di carico SLerara 3



Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

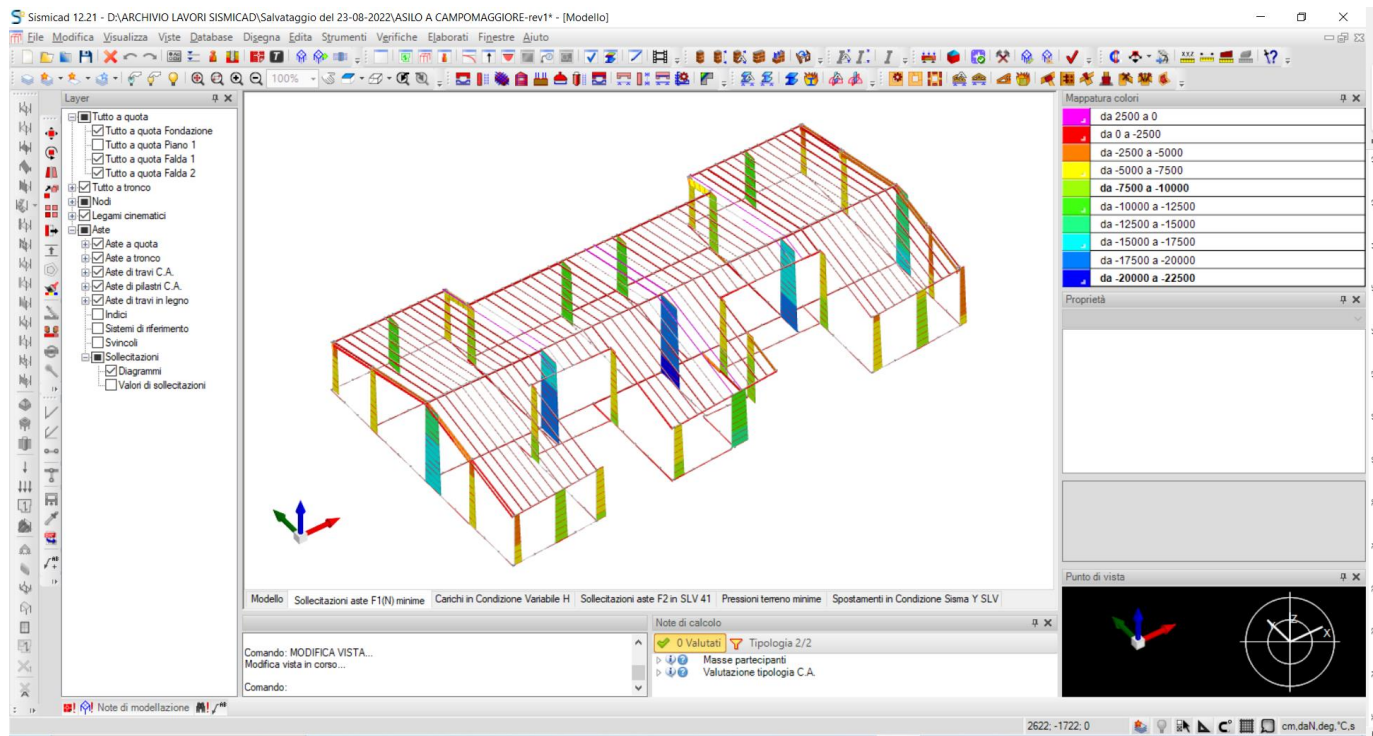


Deformata in Condizione di carico Sisma X SLV

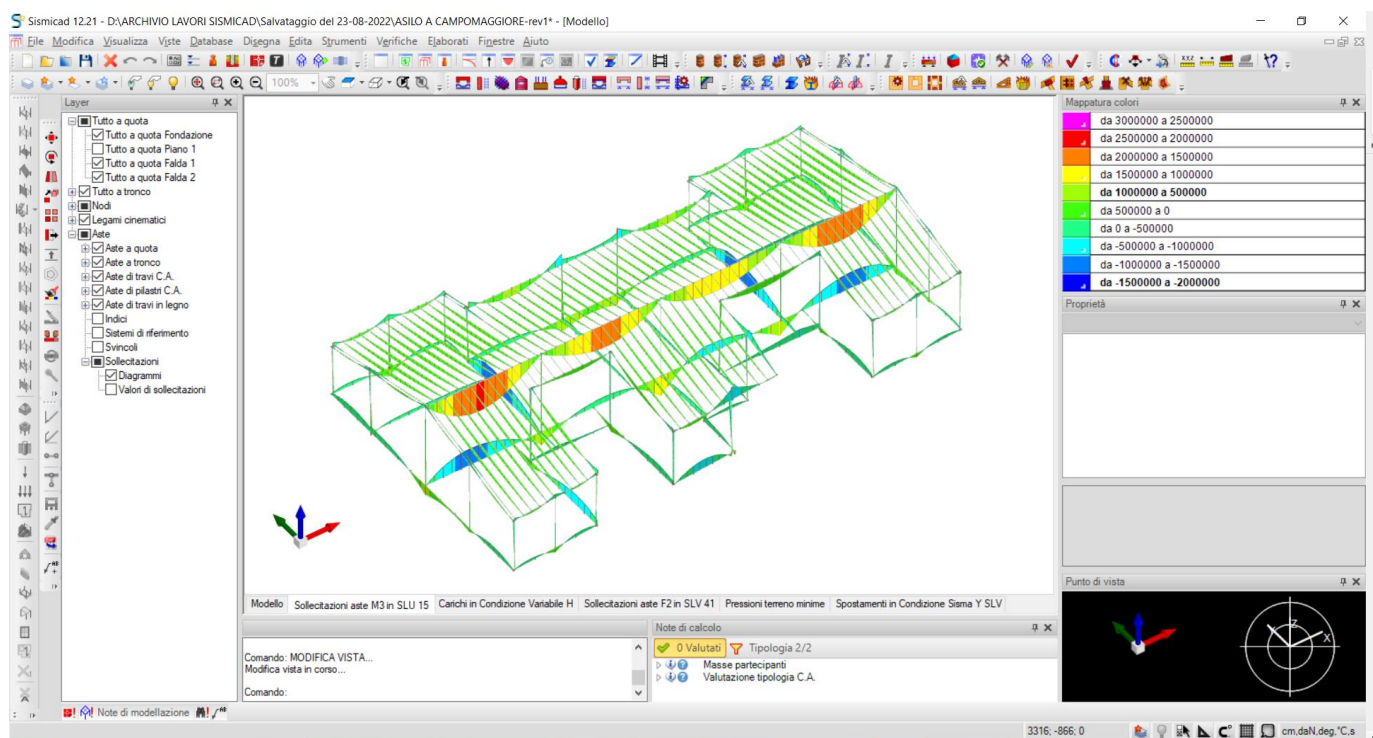


Deformata in Condizione di carico Sisma Y SLV

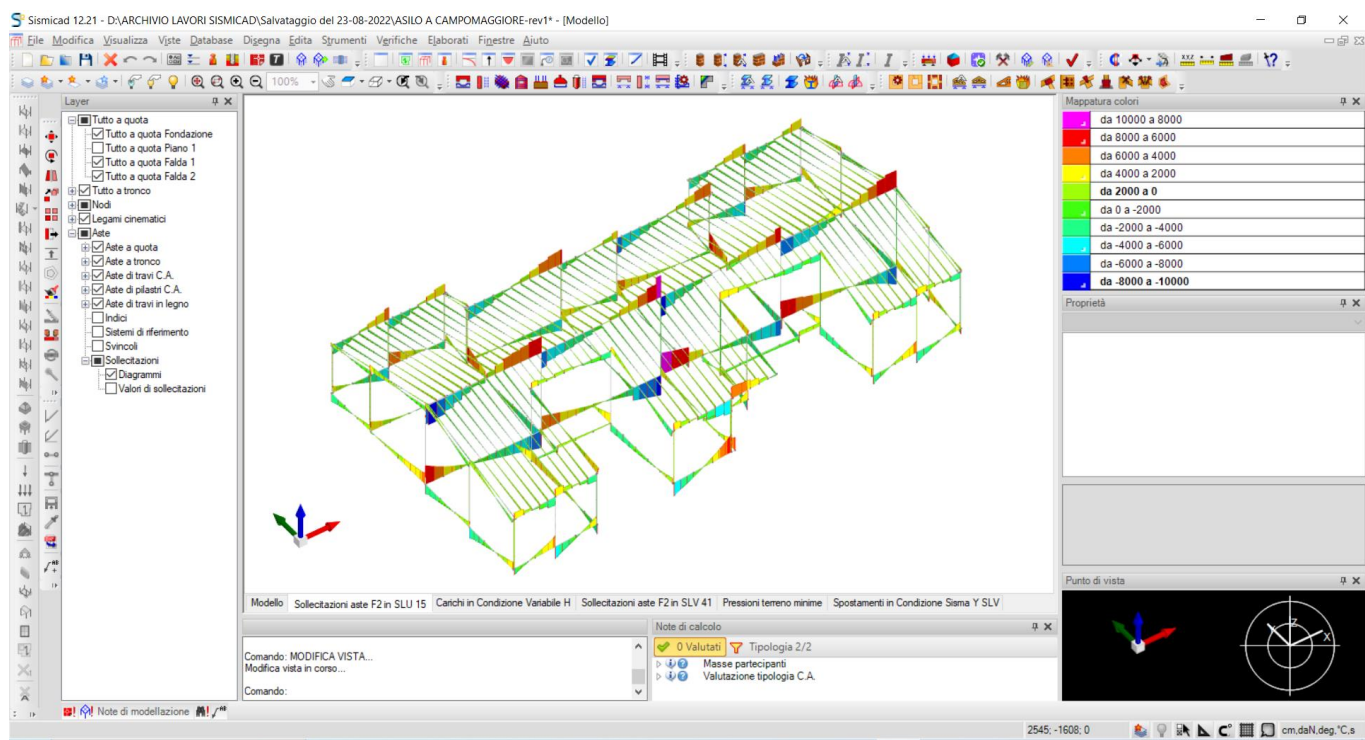
## Diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni



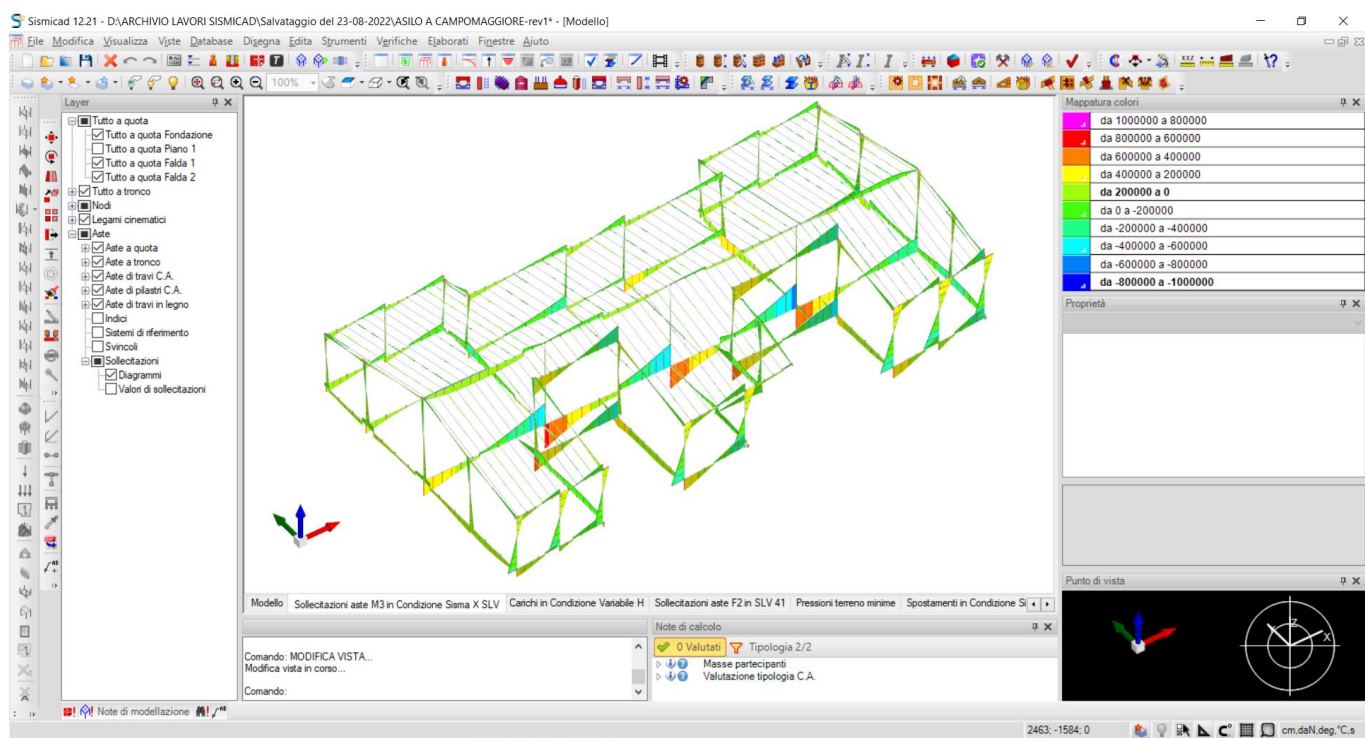
Sforzo Normale massimo nell'Involuppo SLU/SLV



Momento flettente M3 in Combinazione di carico SLU15

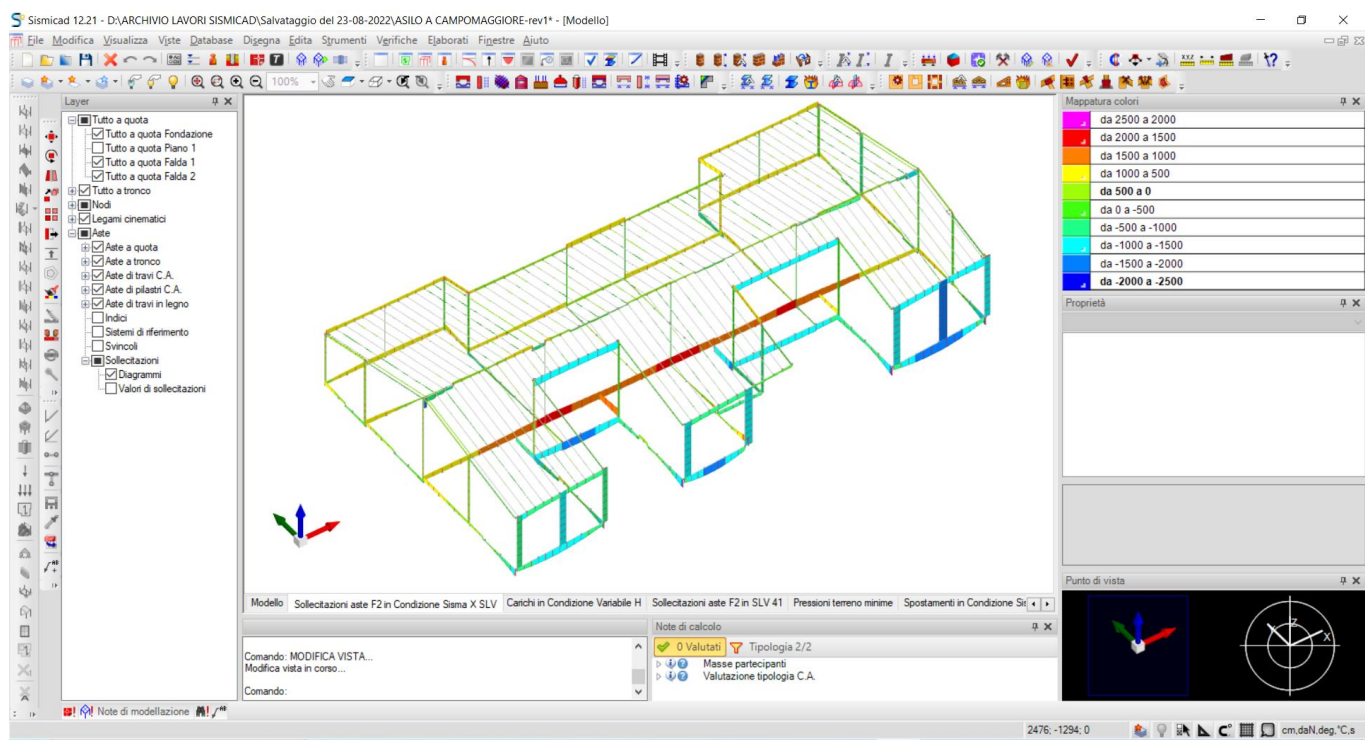


Taglio T2 in Combinazione di carico SLU15

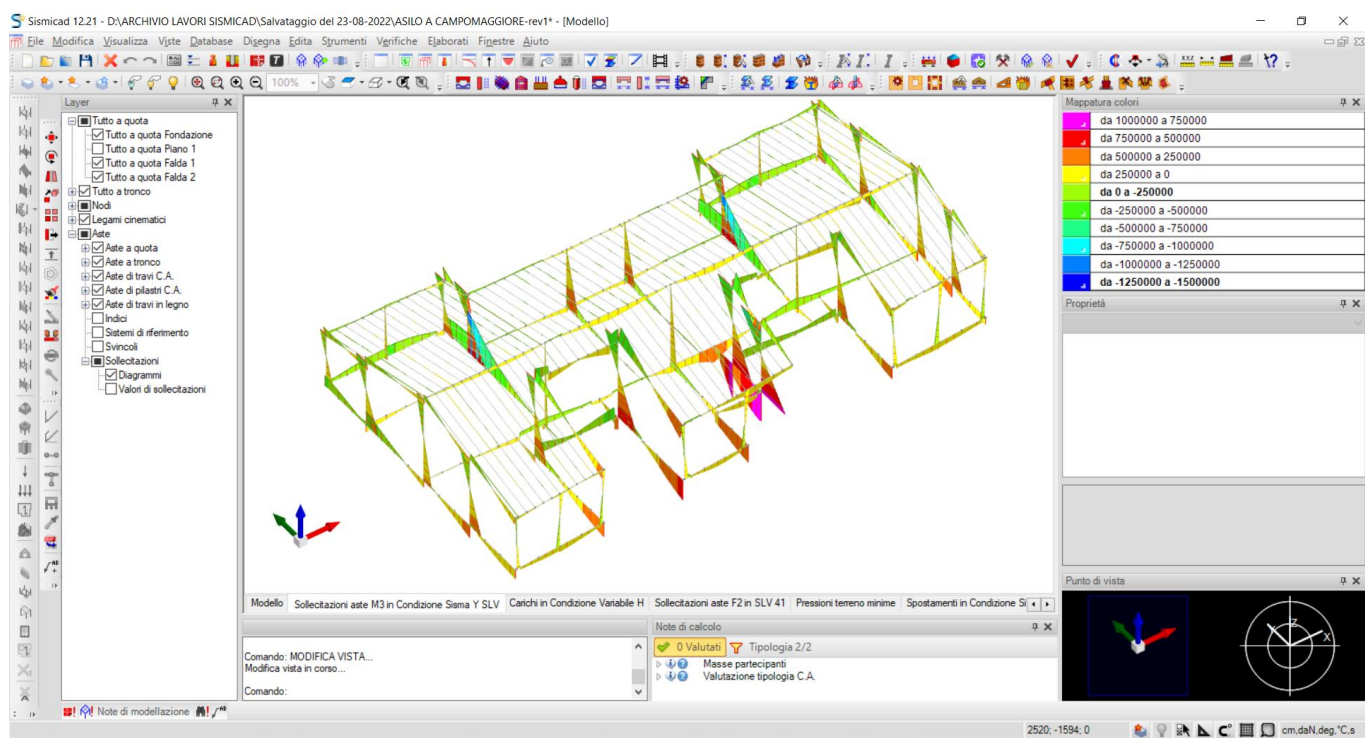


Momento flettente M3 in Condizione di carico Sisma X SLV

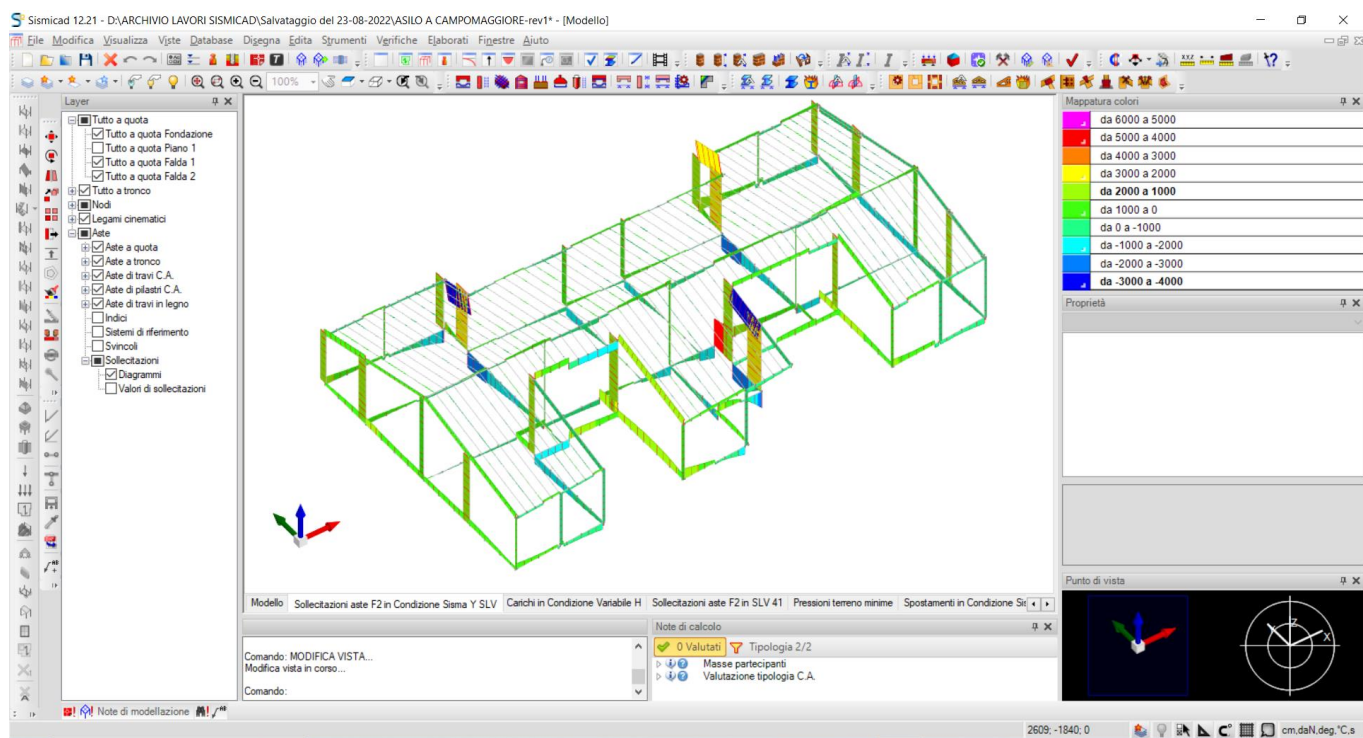




Momento flettente T3 in Condizione di carico Sisma X SLV



Momento flettente M3 in Condizione di carico Sisma Y SLV



Momento flettente T2 in Condizione di carico Sisma Y SLV

## Esame dei risultati del calcolo ed affidabilità del codice di calcolo

Il sottoscritto progettista ha preliminarmente esaminato la documentazione a corredo del software e ne ha valutato l'idoneità e l'affidabilità al caso specifico (e ad altri casi analoghi presi in esame in precedenza). Inoltre, il software utilizzato è uno dei più impiegati nel settore per la soluzione di questo genere di strutture, è già stato utilizzato dal sottoscritto progettista in diversi altri interventi e non sono mai stati riscontrati problemi o dubbi sull'affidabilità dei risultati forniti.

Il tipo di modello strutturale utilizzato e la documentazione a disposizione consentono un controllo dettagliato dei risultati e non rendono necessaria altra validazione dei codici di calcolo utilizzati.

L'input e l'output del programma riporta dettagliatamente i dati geometrici e di carico ed i risultati ottenuti, ciascuno con le relative unità di misura, consentendo un pieno controllo.

Ancor prima della risoluzione dello schema è stata effettuata una previsione per quanto riguarda le rigidità delle pareti e dei telai, nonché delle massime caratteristiche di sollecitazioni in piedritti e traversi, utilizzata per giudicare se le sezioni previste fossero sufficienti. Il confronto di tali valori previsti con quelli forniti dall'analisi effettuata mediante il codice di calcolo mostra una buona corrispondenza dei valori. L'esame globale dei risultati dei singoli schemi base di calcolo e della loro combinazione mostra un comportamento della struttura sostanzialmente corrispondente alle attese. Per questo motivo si possono ritenere accettabili i risultati delle elaborazioni svolte mediante il codice di calcolo.

A conferma di ciò, il fornitore del software ha predisposto una serie di esempi applicativi da utilizzare come test. Tali esempi, tutti documentati, commentati e confrontati con risultati ottenuti manualmente, sono stati ritenuti conformi alla dimostrazione dell'affidabilità dei risultati ottenuti attraverso l'uso del software.

Per semplicità si allegano le prime pagine della documentazione in oggetto:

# Sismicad 12

## Casi di prova per la validazione del software di calcolo strutturale Sismicad versione 12.2

Concrete s.r.l.

Giugno 2013

### Indice

1	Base teoriche ed algoritmi impiegati	9
1.1	Il software ad elementi finiti	9
1.2	Tipi di analisi	10
1.3	La libreria degli elementi finiti	15
1.4	Riferimenti bibliografici al software	24
2	Campi di Impiego	28
3	Struttura semplice in c.a. in zona non sismica	30
3.1	Scopo dell'esempio	30
3.2	File associati all'esempio	30
3.3	Descrizione della struttura	30
3.4	Valutazione dello sforzo normale nei pilastri	35
3.5	Valutazione dei momenti nelle travi	36
3.6	Verifica della trave	37
3.7	Verifica del pilastro	39
3.8	Riepilogo dei risultati	40
4	Esempio di Analisi statica equivalente D.M. 16-01-96	41
4.1	Scopo dell'esempio	41
4.2	File associati all'esempio	41
4.3	Descrizione della struttura	41
4.4	Valutazione delle forze sismiche di piano e del tagliante globale	45
4.5	Riepilogo dei risultati	46
5	Esempio Analisi statica equivalente ORDINANZA 3431	47
5.1	Scopo dell'esempio	47
5.2	File associati all'esempio	47
5.3	Descrizione della struttura	47
5.4	Valutazione delle forze sismiche di piano e del tagliante globale	49
5.5	Riepilogo dei risultati	52
6	Applicazione di spettro di risposta D.M. 16-01-96	53
6.1	Scopo dell'esempio	53
6.2	File associati all'esempio	53
6.3	Descrizione della struttura	53
6.4	Valutazione della risposta di spettro	55
6.5	Riepilogo dei risultati	62
7	Esempio di applicazione di spettro di risposta OPCM 3431	63
7.1	Scopo dell'esempio	63
7.2	File associati all'esempio	63
7.3	Descrizione della struttura	63
7.4	Valutazione della risposta di spettro	65
7.5	Riepilogo dei risultati	71
8	Esempio di telaio multipiano	72
8.1	Scopo dell'esempio	72
8.2	File associati all'esempio	72
8.3	Descrizione della struttura	72
8.4	Valutazione della risposta di spettro	78
8.5	Riepilogo dei risultati	81
9	Verifica di un pilastro superficiale	82
9.1	Scopo dell'esempio	82
9.2	File associati all'esempio	82
9.3	Descrizione del pilastro	82
9.4	Verifica strutturale del pilastro	84
9.5	Verifiche geotecniche del suolo	87
9.6	Riepilogo dei risultati	90
10	Valutazione dei cedimenti di consolidazione	91
10.1	Scopo dell'esempio	91
10.2	File associati all'esempio	91
10.3	Descrizione della fondazione	91

Indice

Sismicad 12.2 - Validazione

Sismicad 12.2 - Validazione

Indice

10.4	Riepilogo dei risultati	93
11	Struttura semplice in acciaio in zona non sismica	94
11.1	Scopo dell'esempio	94
11.2	File associati all'esempio	94
11.3	Descrizione della struttura	94
11.4	Valutazione dello sforzo normale nelle colonne	99
11.5	Valutazione dei momenti nelle aste	100
11.6	Verifica asta	101
11.7	Verifica giunzione a squadretta trave-colonna	102
11.8	Verifica di piastra di base	106
11.9	Verifica di saldatura diretta trave-colonna	109
11.10	Verifica di fangia trave-colonna	111
11.11	Riepilogo dei risultati	113
12	Struttura semplice in acciaio in zona sismica	115
12.1	Scopo dell'esempio	115
12.2	File associati all'esempio	115
12.3	Descrizione della struttura	115
12.4	Dimensioni degli elementi strutturali	116
12.5	Valutazione dello sforzo normale nelle colonne	119
12.6	Valutazione dello momento flettente nelle colonne	120
12.7	Valutazione dei momenti nelle aste	121
12.8	Verifica asta	121
12.9	Verifica giunzione a squadretta trave-colonna	122
12.10	Verifica di piastra di base	126
12.11	Verifica di saldatura diretta trave-colonna	129
12.12	Verifica di fangia trave-colonna	131
12.13	Riepilogo dei risultati	135
13	Lastra rettangolare appoggiata al contorno	137
13.1	Scopo dell'esempio	137
13.2	File associati all'esempio	137
13.3	Descrizione della struttura	137
13.4	Valutazione della teoria	140
13.5	Valutazione dei momenti $m_x$ , $m_y$	141
13.6	Riepilogo dei risultati	144
14	Modelazione non lineare di un portale in c.a.	145
14.1	Scopo dell'esempio	145
14.2	File associati all'esempio	145
14.3	Descrizione della struttura	145
14.4	Analisi statica non lineare	147
14.5	Combinazioni di carico	150
14.6	Curva di capacità	151
14.7	Calcolo dell'oscillatore bilineare equivalente	152
14.8	Calcolo della domanda di spostamento	152
14.9	Riepilogo dei risultati	154
15	Esempio di determinazione di $a_y$ , $F_a$ e $T_a$ secondo DM 14-01-08	155
15.1	Scopo dell'esempio	155
15.2	File associati all'esempio	155
15.3	Edificio ordinario con normale affollamento	155
15.4	Edificio di importanza strategica	155
15.5	Riepilogo dei risultati	158
16	Esempio di calcolo di taglio alla base in analisi statica e dinamica	160
16.1	Scopo dell'esempio	160
16.2	File associati all'esempio	160
16.3	Descrizione della struttura	160
16.4	Valutazione delle azioni sismiche	166
16.5	Riepilogo dei risultati	171
17	Esempio di gerarchia delle resistenze trave e pilastro in c.a. in classe di duttilità A e B	173
17.1	Scopo dell'esempio	173
17.2	File associati all'esempio	173
17.3	Descrizione della struttura	173
17.4	Esami dei risultati per la classe A	175
17.5	Esami dei risultati per la classe B	175
17.6	Riepilogo dei risultati in classe A	191

4

17.7	Riepilogo dei risultati in classe B	191
18	Verifica di travata in c.a. secondo D.M. 14-01-2008	193
18.1	Scopo dell'esempio	193
18.2	File associati all'esempio	193
18.3	Descrizione della struttura	193
18.4	Opzioni di verifica attivata	195
18.5	Esame dei risultati derivanti dalla Verifica travate c.a.	197
18.6	Riepilogo dei risultati	209
19	Analisi statica non lineare di un pilastro	210
19.1	Scopo dell'esempio	210
19.2	File associati all'esempio	210
19.3	Descrizione della struttura	210
19.4	Esecuzione dei carichi in ambiente pushover	213
19.5	Riepilogo dei risultati	214
20	Analisi statica non lineare di un singolo maschio murario	215
20.1	Scopo dell'esempio	215
20.2	File associati all'esempio	215
20.3	Descrizione della struttura	215
20.4	Riepilogo dei risultati	217
21	Esempio di rinforzo di una trave con materiali compositi	219
21.1	Scopo dell'esempio	219
21.2	File associati all'esempio	219
21.3	Descrizione della struttura	219
21.4	Valutazione dell'incremento di resistenza dovuto alla presenza del rinforzo	222
21.5	Riepilogo dei risultati	236
22	Esempio di rinforzo di un nodo trave-pilastro con materiali compositi	237
22.1	Scopo dell'esempio	237
22.2	File associati all'esempio	237
22.3	Descrizione della struttura	237
22.4	Valutazione dell'incremento di resistenza dovuto alla presenza del rinforzo	241
22.5	Riepilogo dei risultati	256
23	Esempio di rinforzo di un nodo trave-pilastro con sistema CAM	257
23.1	Scopo dell'esempio	257
23.2	File associati all'esempio	257
23.3	Descrizione della struttura	257
23.4	Valutazione dell'incremento di resistenza dovuto alla presenza del rinforzo	260
23.5	Riepilogo dei risultati	273
24	Verifica di trave in c.a. soggetta a sforzo triassiale (flessione deviata, torsione e taglio)	274
24.1	Scopo dell'esempio	274
24.2	File associati all'esempio	274
24.3	Descrizione della struttura	274
24.4	Verifiche 3D	276
24.5	Riepilogo dei risultati	287
25	Verifica di un singolo maschio di muratura armata	288
25.1	Scopo dell'esempio	288
25.2	File associati all'esempio	288
25.3	Descrizione della struttura	288
25.4	Riepilogo dei risultati	290
26	Verifica di maschio in muratura rinforzata con paratie	291
26.1	Scopo dell'esempio	291
26.2	File associati all'esempio	291
26.3	Descrizione della struttura	291
26.4	Reazione di calcolo prodotta da Sismicad	293
26.5	Verifiche a pressoflessione	294
26.6	Verifiche a taglio	294
26.7	Riepilogo dei risultati	295
27	Verifica di una trave di muratura rinforzata con paratie	296
27.1	Scopo dell'esempio	296
27.2	File associati all'esempio	296
27.3	Descrizione della struttura	296
27.4	Reazione di calcolo prodotta da Sismicad	298
27.5	Verifiche a pressoflessione	299
27.6	Verifiche a taglio	299

5



Indice

Sismicad 12.2 – Validazione

Sismicad 12.2 – Validazione

Indice

27.7	Riepilogo dei risultati	299
28	Esempio di rinforzo di una muratura con materiali compositi	300
28.1	Scopo dell'esempio	300
28.2	File associate all'esempio	300
28.3	Descrizione della struttura	300
28.4	Valutazione dell'incremento di resistenza dovuto alla presenza del rinforzo	302
28.5	Riepilogo dei risultati	309
29	Verifica di maschio in muratura rinforzata sistema di Cucitura Attiva CAM	310
29.1	Scopo dell'esempio	310
29.2	File associate all'esempio	310
29.3	Descrizione della struttura	310
29.4	Relazione di calcolo prodotta dal sismicad	313
29.5	Verifica muratura rinforzata con sistema CAM	314
29.6	Riepilogo dei risultati	317
30	Esempio di rinforzo di una trave di connessione in muratura con materiali compositi	319
30.1	Scopo dell'esempio	319
30.2	File associate all'esempio	319
30.3	Descrizione della struttura	319
30.4	Valutazione dell'incremento di resistenza dovuto alla presenza del rinforzo	322
30.5	Riepilogo dei risultati	325
31	Esempio di verifica a ribaltamento di un maschio murario secondo il D.M. 14-01-2008	327
31.1	Scopo dell'esempio	327
31.2	File associate all'esempio	327
31.3	Descrizione della struttura	327
31.4	Analisi di meccanismi di collasso in edifici esistenti secondo D.M. 14-01-2008	328
31.5	Riepilogo dei risultati	335
32	Struttura semplice con isolatori elastomerici	336
32.1	Scopo dell'esempio	336
32.2	File associate all'esempio	336
32.3	Descrizione della struttura	336
32.4	Modello e analisi strutturale	338
32.5	Verifica dei dispositivi	340
32.6	Riepilogo dei risultati	341
33	Verifica di un giunto sismico secondo il D.M. 14-01-2008	343
33.1	Scopo dell'esempio	343
33.2	File associate all'esempio	343
33.3	Descrizione della struttura	343
33.4	Valutazione dello spostamento dei corpi di fabbrica e della larghezza minima del giunto	343
33.5	Riepilogo dei risultati	348
34	Parete in legno Xlam	349
34.1	Scopo dell'esempio	349
34.2	File associate all'esempio	349
34.3	Descrizione della struttura	349
34.4	Modello	350
34.5	Verifica delle sezioni	350
34.6	Riepilogo dei risultati	356
35	Verifica di collegamento trave-colonna in legno con piastra singola interna e connettori	357
35.1	Scopo dell'esempio	357
35.2	File associate all'esempio	357
35.3	Descrizione della struttura	357
35.4	Descrizione del collegamento	358
35.5	Verifiche del collegamento	359
35.6	Riepilogo dei risultati	364
36	Verifica del collegamento tra trave e colonna in legno con staffa a scomparsa in alluminio	364
36.1	Scopo dell'esempio	364
36.2	File associate all'esempio	364
36.3	Descrizione del collegamento	365
36.4	Verifiche del collegamento	366
36.5	Riepilogo dei risultati	372
37	Verifica del collegamento tra arcareccio in legno e trave principale con connettori	372
37.1	Scopo dell'esempio	372
37.2	File associate all'esempio	373
37.3	Descrizione del collegamento	373

6

37.4	Verifiche del collegamento	374
37.5	Riepilogo dei risultati	378
38	Verifica del collegamento tra trave in legno e pilastro in cemento armato con staffa a scomparsa in alluminio	379
38.1	Scopo dell'esempio	379
38.2	File associate all'esempio	379
38.3	Descrizione del collegamento	380
38.4	Verifiche del collegamento	381
38.5	Riepilogo dei risultati	384
39	Verifica di parete platform frame caricata fuori piano	385
39.1	Scopo dell'esempio	385
39.2	File associate all'esempio	385
39.3	Descrizione della struttura	385
39.4	Riepilogo dei risultati	388
40	Verifica di parete platform frame caricata nel proprio piano	389
40.1	Scopo dell'esempio	389
40.2	File associate all'esempio	389
40.3	Descrizione della struttura	389
40.4	Riepilogo dei risultati	393
41	Verifica delle deformate di trave	394
41.1	Scopo dell'esempio	394
41.2	File associate all'esempio	394
41.3	Descrizione della struttura	394
41.4	Modalità di valutazione delle frecce	396
41.5	Esame dei risultati	396
41.6	Riepilogo dei risultati	400
42	Verifica di trave in legno	400
42.1	Scopo dell'esempio	400
42.2	File associate all'esempio	400
42.3	Descrizione della struttura	401
42.4	Verifica a flessione	402
42.5	Verifica a taglio	403
42.6	Verifica della freccia istantanea	403
42.7	Verifica della freccia finale	403
42.8	Riepilogo dei risultati	404
43	Verifica di un palo di fondazione	405
43.1	Scopo dell'esempio	405
43.2	File associate all'esempio	405
43.3	Descrizione del palo	405
43.4	Relazione di calcolo prodotta dal Sismicad	408
43.5	Verifica strutturale del palo	411
43.6	Verifica geotecnica del suolo	415
43.7	Riepilogo dei risultati	418
44	Bibliografia	419

7

## Validazione dei codici

Il tipo di modello strutturale utilizzato e la documentazione a disposizione consentono un controllo dettagliato dei risultati e non rendono necessaria altra validazione dei codici di calcolo utilizzati.

## Modalità di presentazione dei risultati

I risultati del calcolo sono stati forniti per lo più in forma numerica, attraverso la tabulazione delle pressioni in fondazione o carichi in fondazione e degli spostamenti relativi. Come controllo dei risultati ottenuti, nella relazione di calcolo sono riportate:

- verifiche degli effetti del secondo ordine;
- tabulato dei tagli ai livelli per le singole condizioni e combinazioni di carico, suddivisi fra aliquota afferente ai pilastri e aliquota afferente ai setti, per una percezione qualitativa immediata dei risultati del calcolo;
- posizione dei centri di rigidità e massa;
- risposta modale;
- equilibrio delle forze, per la verifica della congruenza dei risultati ottenuti;
- risposta in spettro.

## Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Elab. RS06	PROGETTO DELLE STRUTTURE - Dott. Ing. Giorgio Capperio C.so G. Garibaldi, snc CAP 01028 Orte (VT) Tel. 0761.400753 Fax 0761.1932423 e-mail: <a href="mailto:giorgio.capperio@tin.it">giorgio.capperio@tin.it</a> P.IVA 01807770563	Pag. 31 di 32
---------------	--	------------------

Realizzazione di un nuovo asilo nido a Campomaggiore – Terni Progetto esecutivo – Relazione illustrativa	Committente:	Comune di Terni
	Comune:	Terni (TR)

Il controllo del modello è stato svolto in diverse fasi della progettazione, che si possono brevemente riassumere come di seguito indicato:

- Verifica di funzionamento generale del modello;  
la verifica è consistita essenzialmente nella verifica di assenza nel modello di labilità o vincoli parassiti non corrispondenti al reale funzionamento del complesso strutturale;
- Verifica dell’assegnazione dei carichi;  
sono state visualizzate le rappresentazioni grafiche della distribuzione dei carichi confrontando alcune situazioni a campione con i valori calcolati manualmente e verificandone la sostanziale congruenza;
- Verifica della deformata;  
sono state visualizzate le deformate per le diverse condizioni di carico (una condizione statica per verificare che non ci fossero elementi con errori grossolani nella rigidezza e le diverse condizioni dinamiche) ed è stato formulato un giudizio sulla loro congruenza con quanto prevedibile sulla scorta di valutazioni di massima sul comportamento della struttura; in particolare, per ciò che riguarda le condizioni dinamiche, insieme alle deformate sotto le condizioni sismiche, sono state attentamente valutate le deformate associate ai singoli modi di vibrare;
- Verifica delle reazioni vincolari;  
la verifica delle reazioni vincolari è servita soprattutto a valutare l’affidabilità del modello potendo confrontare facilmente i carichi a terra che derivano dalla soluzione del modello con l’analogo calcolato manualmente;
- Verifica delle sollecitazioni sulle aste dovute ai carichi;  
la forma dei diagrammi di taglio e momento delle travi è un indice immediato della correttezza dei vincoli ad esse applicato; in particolare sono state analizzate le situazioni di travi con sbalzo per verificare di avere assegnato correttamente i vincoli agli elementi.  
Analoghe considerazioni per i pilastri sotto le forze orizzontali del sisma; per essi si è proceduto a verificare la congruenza dello stato di sollecitazione fra le aste di un medesimo piano, e l’andamento del diagramma alle diverse quote, per interpretare correttamente il flusso di forze orizzontali fra pilastri e setti e viceversa.
- Verifica delle pressioni in fondazione;  
da ultimo si è proceduto ad analizzare lo stato di tensione del terreno, al duplice scopo di verificarne la compatibilità con la resistenza del terreno e la congruità della distribuzione fra i vari elementi fondali;
- Verifica delle sezioni;  
un campione delle aste calcolate e verificate con l’ausilio del programma di calcolo SISMICAD sono state sottoposte a verifica di congruenza attraverso il confronto con i risultati ottenuti dall’utilizzo del software di verifica sezioni “VcaSlu” del Prof. Piero Gelfi distribuito con licenza FREE.