

COMUNE DI OVIGLIO  
Provincia di Alessandria

|                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                        |  |                                                |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------|--|
| <b>PROGETTO STRUTTURALE</b>                                                                                                                                                                                                                      |  | SCUOLA DELL'INFANZIA DEL COMUNE DI OVIGLIO "L. PORRATI"                                                                                                                                                |  |                                                |  |
| <b>LOCALITA' D'INTERVENTO</b>                                                                                                                                                                                                                    |  | via Filiberto Pagliari n. 5 - Oviglio (AL)                                                                                                                                                             |  |                                                |  |
| <b>COMMITTENTE</b>                                                                                                                                                                                                                               |  | COMUNE DI OVIGLIO                                                                                                                                                                                      |  |                                                |  |
| <br>RETECNA s.r.l.<br>Società di Ingegneria                                                                                                                    |  | <b>RETECNA s.r.l.</b> Società di ingegneria<br><br><b>CASTELLO DI ANNONE (AT)</b> - Via Roma n.45, cap 14034<br>Tel. 0141.401555 - Fax 0141.401409 Email: info@retecna.it<br><br>P. i.v.a. 01190100055 |  | <b>TAVOLA N°</b><br><br><b>2s</b>              |  |
| <b>COZZO Marco</b><br>Ingegnere                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                        |  |                                                |  |
| <b>OGGETTO</b>                                                                                                                                                                                                                                   |  | <b>RELAZIONE DI CALCOLO SOVRASTRUTTURA METALLICA CONTROSOFFITTO MODULARE</b>                                                                                                                           |  | <b>DATA</b><br>luglio 2020<br><br><b>SCALA</b> |  |
| <b>MATERIALI</b><br><br>ACCIAIO: B450C con $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ tensione caratteristica a snervamento<br>$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ tensione caratteristica a rottura<br><br>CALCESTRUZZO: C25/30 con $R_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$ |  |                                                                                                                                                                                                        |  |                                                |  |
| <b>PERCORSO FILE</b>                                                                                                                                                                                                                             |  | dati su 'server\Elenco Clienti\BolognaDaniele\                                                                                                                                                         |  |                                                |  |

Il presente elaborato è di esclusiva proprietà della RETECNA s.r.l., la riproduzione, anche parziale è vietata.

## **1. PREMESSA**

Trattasi della realizzazione di un manufatto metallico di sovrastruttura di controsoffitto da realizzarsi nella Scuola dell'Infanzia del Comune di Oviglio "L. Porri", committente il Comune di Oviglio; oggetto della presente relazione di calcolo è l'analisi delle sollecitazioni ed il calcolo delle strutture in acciaio costituenti l'opera di sostegno alla controsoffittatura.

## **2. CONCEZIONE STRUTTURALE**

La struttura in esame è stata concepita prevedendo un organismo strutturale composto da:

- struttura metallica:
  - Travi IPE 140 interasse 120cm
  - Rompitratta scatolare 50x50x3

## **3. RIFERIMENTI NORMATIVI**

L'analisi della struttura in oggetto è stata fatta utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

- **Legge n°1086 del 5 Novembre 1971** – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica.
- **D.M 17 Gennaio 2018** – Norme Tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018

I dati di seguito riportati sono stati ottenuti mediante il metodo degli stati limite in conformità con le normative sopra elencate.

#### **4. CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA**

Con riferimento alle normative precedentemente citate, le strutture in oggetto sono verificate per quanto riguarda:

- verifica di resistenza a Stato Limite Ultimo (combinazione sismica e non);
- verifica delle tensioni a Stato Limite d'Esercizio;
- verifica a deformazione e fessurazione a Stato Limite d'Esercizio;

Per l'esecuzione di tali verifiche, è stato previsto l'uso dei seguenti materiali:

- Acciaio per carpenteria metallica: S235

#### **5. SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI**

La struttura in oggetto è stata considerata come telaio tridimensionale, costituito da aste monodimensionali per quel che concerne travi e pilastri.

La struttura è stata schematizzata escludendo il contributo degli elementi aventi rigidezza e resistenza trascurabili a fronte dei principali.

#### **6. LEGAMI COSTITUTIVI**

I materiali costituenti la struttura sono considerati elastici e con comportamento lineare.

#### **7. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA**

La struttura risulta coerente per vincoli e condizioni di carico con la situazione in cui la stessa verrà a trovarsi nelle condizioni finali di esercizio. Non risultano esservi fasi transitorie o temporanee significative, tali da essere contemplate e valutate con un secondo modello di calcolo, opportunamente studiato.

#### **8. ANALISI STRUTTURALE**

La struttura è modellata con il metodo degli elementi finiti, applicato a sistemi tridimensionali. Gli elementi utilizzati nel caso in esame sono monodimensionali (travi con eventuali sconnessioni interne). I vincoli sono considerati puntuali ed inseriti tramite le sei costanti di rigidezza elastica, oppure come elementi asta poggianti su suolo elastico. Le sezioni oggetto di verifica nelle travi sono stampate a passo costante; dei gusci si conoscono le sollecitazioni nel baricentro dell'elemento stesso.

## **9. CODICI DI CALCOLO**

### **9.1 Origine e caratteristiche del codice di calcolo**

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica strutture in acciaio si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo: DOLMEN WIN prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via B. Drovetti 9F. La società produttrice è presente da anni nell'ambito dei programmi di calcolo per l'ingegneria. Gli sviluppatori sono tutti ingegneri civili laureati presso il Politecnico di Torino, con vasta esperienza professionale nel settore delle costruzioni e dell'analisi strutturale.

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

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

Eventuali analisi sismiche possono essere effettuate sia in regime statico che dinamico tramite analisi modale, con o senza presa in conto di piani orizzontali rigidi. Il calcolo delle forze sismiche ed il successivo dimensionamento degli elementi resistenti può avvenire sia secondo il DM16.01.96, sia secondo le Nuove Norme Tecniche 2008 e 2018.

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

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

### **9.2 Grado di affidabilità del codice**

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, composta da un manuale d'uso contenente fra l'altro più esempi dettagliati di calcolo e da una vasta serie di test di validazione, sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella

bibliografia specializzata.

La validità del programma è suffragata da anni di uso intensivo presso centinaia di utenti in tutta Italia e all'estero. Inoltre la presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti.

### **9.3 Modalità di presentazione dei risultati ed informazioni generali sull'elaborazione**

È possibile ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura, e al termine dell'elaborazione viene valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

### **9.4 Scelta del codice**

DOLMEN WIN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidità. È possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

### **9.5 Valutazione dell'elaborazione dal punto di vista numerico**

Il modello di calcolo adottato è da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura da' origine a sollecitazioni simmetriche.

### **9.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con calcolazioni di massima eseguite manualmente porta ad confermare la validità dei risultati.

## **10. SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI**

Nel dimensionamento degli elementi strutturali, sono state considerate le seguenti tipologie di azioni:

- pesi propri strutturali
- carichi permanenti portati

- carichi variabili (sovraccarichi accidentali)
- azioni sismiche (per zona 4 secondo NTC2018)

Le condizioni ed i casi di carico presi in conto nel calcolo sono specificati nella stampa dei dati di input.

Le azioni sono state modellate tramite opportuni carichi concentrati e distribuiti su nodi, aste e solai.

### **10.1 MODELLAZIONE DELLE AZIONI**

Sono stati adottati i seguenti valori di carico :

- peso proprio del controsoffitto
- impianti tecnologici (cablaggi elettrici)
- azioni sismiche per zona 4 (secondo NTC2018)

È stata trascurata l'azione orizzontale del vento, meno gravosa dell'azione sismica.

### **10.2 AZIONE SISMICA**

L'azione sismica è stata valutata nel rispetto della microzonazione vigente, sancita dalle NTC2018.

La struttura è stata progettata secondo il metodo previsto per le costruzioni in zona 4.

### **10.3 ALLEGATI**

Alla presente relazione si allegano le seguenti stampe:

- verifiche di resistenza e deformazione (a favore di sicurezza viene trascurato il contributo dei rompitratta)

|                                                             |                          |                     |                     |                 |  |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--|
| <b>VERIFICA TRAVE</b>                                       |                          |                     |                     |                 |  |
| <i>(metodo stato limite - sezione interamente reagente)</i> |                          |                     |                     |                 |  |
| <b>Riferimento :</b>                                        | <b>TRAVE 1</b>           |                     |                     |                 |  |
| <b>Materiale:</b>                                           | <b>Acciaio Fe360</b>     |                     |                     |                 |  |
| modulo elastico =                                           | 2 100 000                | daN/cm <sup>2</sup> |                     |                 |  |
| Resistenza di calcolo =                                     | 2 350                    | daN/cm <sup>2</sup> |                     |                 |  |
| Peso specifico =                                            | 7860                     | daN/m <sup>3</sup>  |                     |                 |  |
| <b>Sezione trave:</b>                                       | <b>1 IPE 140</b>         |                     |                     |                 |  |
| A =                                                         | 16.43                    | cm <sup>2</sup>     |                     |                 |  |
| Jy =                                                        | 541.20                   | Jz =                | 44.92               | cm <sup>4</sup> |  |
| Wy =                                                        | 77.32                    | Wz =                | 12.31               | cm <sup>3</sup> |  |
| <b>Luce di calcolo</b>                                      | L =                      | 6.50                | m                   |                 |  |
| largh. di influenza carico i =                              | 1.30                     | m                   |                     |                 |  |
| rotazione sezione α =                                       | 0.00                     | °                   |                     |                 |  |
| <b>Vincoli di estremità:</b>                                | cerniera-cerniera        |                     |                     |                 |  |
| <b>Analisi dei carichi:</b>                                 |                          |                     |                     |                 |  |
| Carico Permanente P =                                       | 40                       | daN/m <sup>2</sup>  |                     |                 |  |
| Carico accidentale Q =                                      | 0                        | daN/m <sup>2</sup>  |                     |                 |  |
| peso proprio G =                                            | 12.9                     | daN/m               |                     |                 |  |
| Carico lineare perm. q =                                    | 0                        | daN/m               |                     |                 |  |
| Carico concentrato p =                                      | 0                        | daN                 |                     |                 |  |
|                                                             |                          | <i>direz. 2</i>     | <i>diez. 3</i>      |                 |  |
| <b>C.tot:1.5G+1.5P+1.5Q+1.5q=</b>                           | <b>97.4</b>              | <b>0.0</b>          | daN/m               |                 |  |
| Coeff. Momento (Q L <sup>2</sup> /..)                       | <b>8</b>                 | <b>8</b>            |                     |                 |  |
| <b>Carico concentrato 1.5p=</b>                             | <b>0.0</b>               | <b>0.0</b>          | daN                 |                 |  |
| Coeff. Momento (p L /..)                                    | <b>4</b>                 | <b>4</b>            |                     |                 |  |
| <b><u>Verifica sezione più sollecitata SLU:</u></b>         |                          |                     |                     |                 |  |
| Comb. Carico:                                               | 1.5G+1.5P+1.5Q+1.5q+1.5p |                     |                     |                 |  |
| Momento massimo =                                           | 514.13                   | 0.00                | daNm                |                 |  |
| tensione massima =                                          | <b>664.94</b>            | <b>0.00</b>         | daN/cm <sup>2</sup> |                 |  |
| <b>tensione massima totale =</b>                            | <b>664.94</b>            | daN/cm <sup>2</sup> | 28%(VERIFICATO)     |                 |  |
| <b><u>Verifica a deformazione SLE:</u></b>                  |                          |                     |                     |                 |  |
| C.tot:1G+1P+1Q+1q+1p                                        | 64.9                     | 0.0                 | daN/m               |                 |  |
| Carico concentrato 1p=                                      | 0.0                      | 0.0                 |                     |                 |  |
| <b>frecce massime =</b>                                     | <b>1.327</b>             | <b>0.000</b>        | cm                  |                 |  |
| <b>freccia totale =</b>                                     | <b>1.327</b>             |                     |                     |                 |  |
| pari a Luce /                                               | <b>490</b>               | < L /300            | (VERIFICATO)        |                 |  |