



PROVINCIA DI VENEZIA

COMUNE DI DOLO

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO PER L'AMPLIAMENTO DELLA  
MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
IN VIA TINTORETTO - DOLO (VE)**

COMMITTENTE:



**COMUNE DI DOLO**

Servizio Lavori Pubblici - Manutenzione  
Via B. Cairoli, 39 - 30031 Dolo (VE)

Tel. 041 5101975 Fax 041410665  
mail: llpp@comune.dolo.ve.it

Responsabile del servizio  
**Ing. Francesco Dittadi**

MANDANTE:

**TRE ERRE**  
INGEGNERIA S.r.l.

di R. Fuser · R. Scotta · R. Vitaliani

Via Terraglio, 10  
31022 - Preganziol (TV)  
Tel. 0422.383282 Fax 0422.492702  
mail: info@treerreing.com

Mandatari:  
**Ing. Roberto Scotta**

CONSULENTE PER GLI ASPETTI IMPIANTISTICI:



Via Cristoforo Colombo, 106  
36061 - Bassano del Grappa (VI)  
Tel. 0422.383282 Fax 0422.492702  
mail: info@sintingegneria.it

CONSULENTE PER GLI ASPETTI ACUSTICI:



Via Uruguay, 53/C  
35127 - Padova (PD)  
Tel. 049 7801627 Fax 049 7803289  
mail: info@progettodecibel.it

TITOLO

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE**

CODICE ELABORATO

1 7 · 0 4 0 · P E · S · 0 1 · 0 0 2

REV.

0 1

SCALA  
-

| REV.N | DATA       | MOTIVO DELLA EMISSIONE                          | ESEGUITO | CONTROLLATO | APPROVATO |
|-------|------------|-------------------------------------------------|----------|-------------|-----------|
| 00    | 18/01/2018 | Emissione                                       | C.C.     | R.S.        | R.S.      |
| 01    | 15/06/2018 | Recepimento prescrizione ASL per parete al P.T. | D.T.     | R.S.        | R.S.      |
|       |            |                                                 |          |             |           |

La proprietà del presente elaborato è tutelata a termini di legge. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di copia non autorizzata.



**Commessa:**  
PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
17040

## Sommario

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUZIONE .....                               | 2  |
| 2     | BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA .....               | 2  |
| 3     | NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....                   | 4  |
| 4     | GENERALITÀ SUL METODO DI CALCOLO E ANALISI ..... | 4  |
| 5     | MATERIALI IMPIEGATI E TENSIONI DI PROGETTO ..... | 5  |
| 5.1   | STRUTTURE IN CALCESTRUZZO .....                  | 5  |
| 5.2   | STRUTTURE IN ACCIAIO .....                       | 5  |
| 5.3   | STRUTTURE IN ALLUMINIO .....                     | 6  |
| 5.4   | STRUTTURE IN LEGNO .....                         | 6  |
| 5.4.1 | PANNELLI IN X-LAM.....                           | 6  |
| 5.4.2 | LEGNO LAMELLARE GL24h .....                      | 7  |
| 5.4.3 | LEGNO MASSICCIO E TAVOLATI CLASSE C24: .....     | 7  |
| 6     | AZIONI DI PROGETTO .....                         | 8  |
| 6.1   | PESO PROPRIO .....                               | 8  |
| 6.2   | CARICHI PERMANENTI .....                         | 8  |
| 6.3   | CARICO DA NEVE .....                             | 9  |
| 6.4   | SOVRACCARICO VARIABILE COPERTURA .....           | 9  |
| 6.5   | SOVRACCARICO VARIABILE IMPALCATO .....           | 9  |
| 6.6   | AZIONE DEL VENTO .....                           | 9  |
| 7     | COMBINAZIONE DELLE AZIONI STATICHE .....         | 11 |
| 7.1   | AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE .....   | 12 |
| 7.1.1 | Stati limite ultimi.....                         | 12 |
| 8     | AZIONE SISMICA.....                              | 13 |

**Committente:**  
Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**  
Relazione di calcolo

**Redaz.**  
DT

**Control.**  
RS

**Rev.:**  
01

Commessa:  
PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

n° Comm/Prot.:  
17040

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda il progetto esecutivo di ampliamento della mensa della scuola primaria "Giotto", sita in Via Tintoretto, nel Comune di Dolo 30031 (VE).

La relazione elenca le normative di riferimento utilizzate, riporta i carichi permanenti ed accidentali, specifica le caratteristiche dei materiali, descrive le ipotesi di calcolo assunte nelle operazioni di progetto e dimostra le calcolazioni e le verifiche strutturali condotte. Le verifiche strutturali vengono descritte attraverso la rappresentazione degli schemi di calcolo e la verifica delle sezioni caratteristiche delle strutture. La determinazione dei seguenti risultati deriva dall'applicazione della normativa nazionale ed in particolare mediante le **"Norme Tecniche per le Costruzioni"** come da **D.M. 17.01.2018 (NTC18)**.

## 2 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA

La scuola primaria "Giotto", interessata dal progetto esecutivo di ampliamento della mensa è situata in via Tintoretto, nel Comune di Dolo 30031 (VE). L'ampliamento interessa la porzione SUD dell'edificio in adiacenza al locale mensa della scuola.

Si riporta un'immagine della zona di intervento.

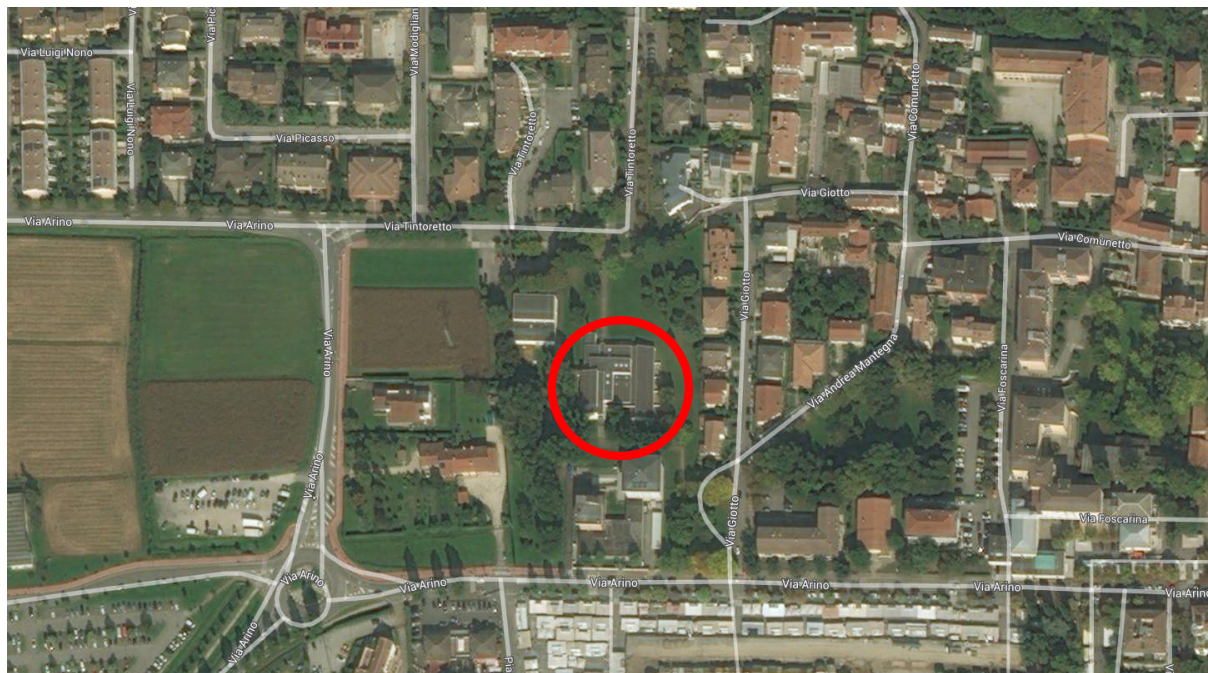


Figura 1: Area di intervento

L'oggetto dei lavori è un ampliamento della scuola primaria mediante la realizzazione di un corpo separato dalla struttura esistente (ad eccezione delle fondazioni) a due piani fuori terra nel quale il piano terra sarà adibito all'ampliamento della mensa mentre il piano primo ospiterà una nuova aula multimediale. La nuova struttura ha una pianta rettangolare di dimensioni circa 7x12.5m ed un'altezza massima di circa 8m fuori terra.

La fondazione verrà realizzata mediante una platea in calcestruzzo armato e sulla quale poggerà la nuova struttura costituita interamente da elementi lignei.

Committente:  
Comune di Dolo – 30031 (VE)

Tipo di relazione:  
Relazione di calcolo

Redaz.  
DT

Control.  
RS

Rev.:  
01

**Commessa:**  
PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
17040

Le strutture in elevazione saranno costituite da una coppia di pilastri in legno lamellare sulla facciata SUD e da un telaio composto da pilastri e puntoni in legno lamellare sulla parete NORD al piano terra, mentre le restanti verranno realizzate mediante pannelli in X-Lam, a 5 strati e spessore 120mm, con altezza interpiano e quindi con connessioni reciproche di continuità a livello del primo impalcato.

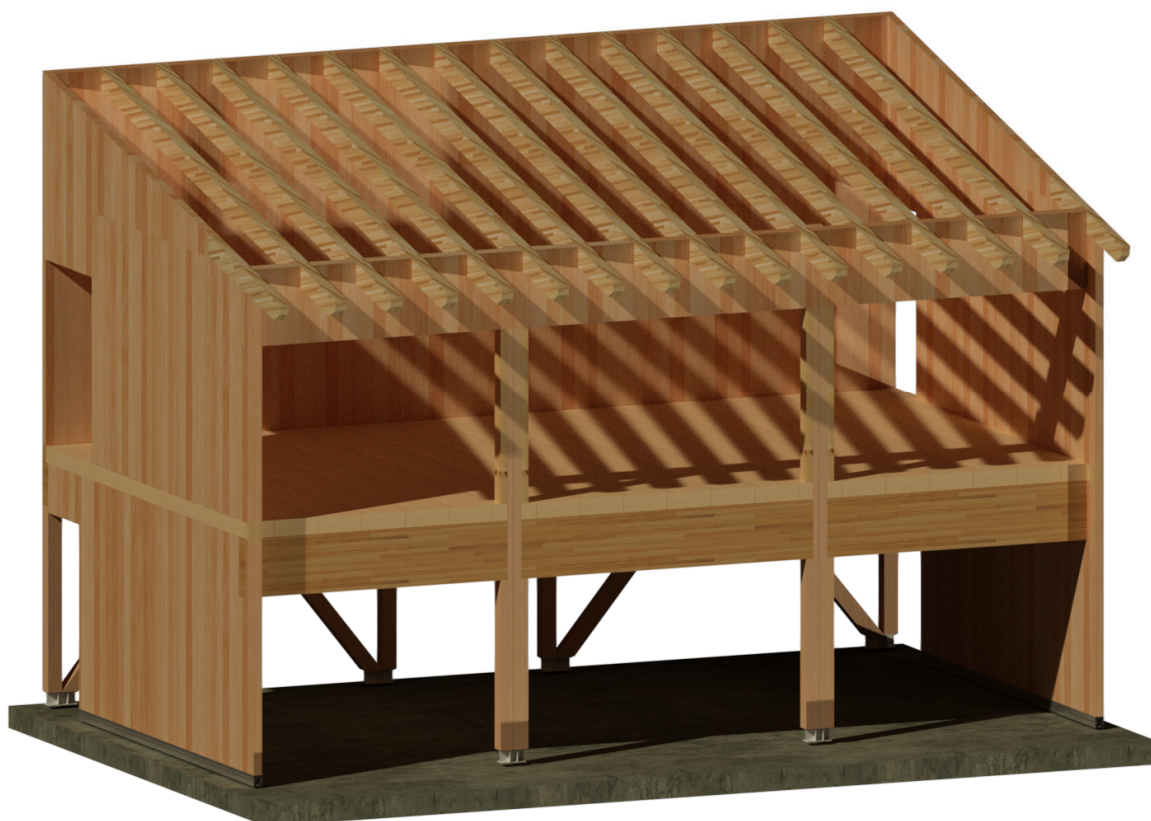
L'attacco in fondazione delle pareti prevede l'utilizzo del sistema costruttivo Alufot® ([www.alufot.com](http://www.alufot.com)) che coniuga esigenze di rispetto dei limiti delle tolleranze geometriche delle costruzioni prefabbricate in legno, alle esigenze di portata strutturale, di durabilità del legno, di impermeabilizzazione e di eliminazione dei ponti termici. Alufot® è un brevetto e marchio depositato di proprietà dell'Università di Padova. I pilastri e i puntoni invece poggeranno su piastre in acciaio ad hoc.

Il primo solaio sarà realizzato mediante travi in lamellare sdraiato giuntato mediante listelli in multistrato chiodati ai pannelli adiacenti per garantire un effetto di piano rigido all'impalcato.

La copertura, a mono falda con inclinazione di circa 13°, verrà realizzata mediante travetti in legno lamellare e doppio tavolato incrociato. I travetti poggeranno direttamente su nicchie realizzate sui pannelli in X-Lam di appoggio.

Nel prospetto SUD, verranno realizzate a livello del primo impalcato delle architravi poggianti sui pilastri di facciata e su nicchie realizzate sui pannelli trasversali alla facciata stessa, mentre nel telaio NORD ci sarà un unico architrave che poggia sui quattro pilastri controventati dai puntoni.

Si riporta un'immagine dell'intervento oggetto della presente relazione.



**Committente:**  
Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**  
Relazione di calcolo

**Redaz.**  
DT

**Control.**  
RS

**Rev.:**  
01

Commessa:  
PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

n° Comm/Prot.:  
17040

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata approntata sulla base delle **"Norme Tecniche per le Costruzioni"** come da **D.M. 17.01.2018 (NTC18)** e circolare di applicazione, **Circ. n. 617 del 02.02.2009** del D.M. 14.01.2008 laddove non in contrasto con il nuovo D.M. 17.01.2018.

Per quanto non compiutamente descritto nella suddetta, e non in contrasto con la stessa, si è fatto riferimento alle seguenti normative di comprovata affidabilità:

#### Strutture

- L. 5.11.1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- UNI EN 1995-1-1:2014 Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1-2:2005 Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Parte 1-1: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio.

#### Carichi e Sovraccarichi

- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.

#### Normativa Sismica

- Legge 02/02/1974: "Provvedimenti per le costruzioni in zone sismiche".

#### Materiali

- Decreto del Presidente della Repubblica 21.04.1993 n° 246: "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione".
- UNI EN 206-1 ottobre 2014: "Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- UNI 11104 Marzo 2004: "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
- UNI EN 14080:2013 "Strutture di legno - Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato - Requisiti".
- UNI EN 338:2009 "Legno strutturale - Classi di resistenza".
- UNI EN 12369-1:2002 "Pannelli a base di legno - Valori caratteristici per la progettazione strutturale OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra".
- UNI EN 1090-1:2012 "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali".
- UNI EN 1090-2:2011 "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio".
- D.M. 11.01.2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici".
- Regolamento UE 305/2011 "Regolamento prodotti da costruzione".

Committente:  
Comune di Dolo – 30031 (VE)

Tipo di relazione:  
Relazione di calcolo

Redaz.  
DT

Control.  
RS

Rev.:  
01



**Commessa:**

PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

n° Comm/Prot.:  
17040

**4 GENERALITÀ SUL METODO DI CALCOLO E ANALISI**

Il dimensionamento e la verifica delle strutture è eseguita con il metodo degli stati limite (S.L.U. e S.L.E.). Il calcolo delle sollecitazioni sulla struttura e il dimensionamento delle varie sezioni caratteristiche è stato condotto con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni. L'analisi strutturale adottata è di norma nell'ambito della teoria elastica lineare che ben rappresenta il comportamento globale dell'intera struttura. Nello spirito della verifica agli stati limite le strutture devono essere verificate sia in condizioni di carico prossimo a quello di rottura (Verifiche agli Stati Limite Ultimi), sia per livelli di carico di esercizio (Verifiche agli Stati Limite di Esercizio). Rispetto agli SLU devono essere verificate: la rottura per sollecitazioni normali, di taglio o di torsione, l'instabilità dell'equilibrio globale e locale. Rispetto agli S.L.E. deve essere limitata la deformabilità strutturale.

**5 MATERIALI IMPIEGATI E TENSIONI DI PROGETTO****5.1 STRUTTURE IN CALCESTRUZZO**

I materiali impiegati nella composizione del calcestruzzo armato, rispondenti ai requisiti della norma UNI EN 206-1, sono caratterizzati dalle seguenti caratteristiche prestazionali:

Calcestruzzo per strutture di classe = C28/35 MPa

fondazione

$R_{ck} = 35$  MPa – resistenza cubica caratteristica a compressione

classe di esposizione XC2

classe di consistenza S4

dimensione nominale max aggregati: 18mm

Per quanto riguarda l'acciaio per armatura le caratteristiche prestazionali sono:

Ferro d'armo per opere in C.A. B450C

$f_{yk} = 450$  MPa – resistenza caratteristica a trazione

$f_{yd} = 450/1.15 = 391$  MPa – resistenza di calcolo a trazione

$E_s = 206$  GPa - modulo elastico

**5.2 STRUTTURE IN ACCIAIO**

Classe di importanza: CC2

Categoria di servizio: SC1

Categoria di produzione: EXC2

Acciaio in profili laminati a caldo e stampati a freddo.

Tipo S275JR

Tensione di rottura

$f_t = 430$  MPa

Tensione di snervamento

$f_y = 275$  MPa

Modulo elastico

$E_s = 206$  GPa

**Committente:**

Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**

Relazione di calcolo

**Redaz.**

DT

**Control.**

RS

**Rev.:**

01

**Commessa:**  
 PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
 17040

### 5.3 STRUTTURE IN ALLUMINIO

Salvo diversa e più specifica indicazione da rilevare sugli elaborati grafici, si adottano i seguenti materiali per gli elementi strutturali in alluminio.

| Lega       | Forma del prodotto | Tempra | Dimensione t, spessore della parete o spessore mm | $f_{0,2}$<br>resistenza al limite elastico convenzionale corrispondente alla deformazione residua dello 0,2%<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_u$<br>resistenza ultima<br>N/mm <sup>2</sup> | $A_{50}$<br>allungamento minimo<br>% |
|------------|--------------------|--------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| EN AW-6060 | ET, EP, ER/B       | T6     | $t \leq 15$                                       | 140                                                                                                                               | 170                                             | 8                                    |
|            | DT                 |        | $t \leq 20$                                       | 160                                                                                                                               | 215                                             | 12                                   |

### 5.4 STRUTTURE IN LEGNO

#### 5.4.1 PANNELLI IN X-LAM

Classe di resistenza delle tavole C24 (riferimento standard europeo UNI-EN338 del 2009)

| Modulo elastico Modulus of elasticity                                                       |               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Modulo elastico medio parallelo alle fibre<br>Mean modulus of elasticity parallel to fibres | $E_{0,mean}$  | 11.000 Mpa |
| Modulo elastico caratteristico parallelo<br>Characteristic parallel modulus of elasticity   | $E_{0,05}$    | 7.400 Mpa  |
| Modulo elastico medio perpendicolare<br>Mean perpendicular modulus of elasticity            | $E_{90,mean}$ | 370 Mpa    |
| Modulo di taglio medio<br>Mean shear modulus                                                | $G_{mean}$    | 690 Mpa    |
| Valori di resistenza Strength values                                                        |               |            |
| Flessione<br>Bending strength                                                               | $f_{m,k}$     | 24 Mpa     |
| Trazione parallela alla fibratura<br>Tension parallel to grain                              | $f_{t,0,k}$   | 14 Mpa     |
| Trazione perpendicolare alla fibratura<br>Tension perpendicular to grain                    | $f_{t,90,k}$  | 0,4 Mpa    |
| Compressione parallela alla fibratura<br>Compression parallel to grain                      | $f_{c,0,k}$   | 21 Mpa     |
| Compressione perpendicolare alla fibratura<br>Compression perpendicular to grain            | $f_{c,90,k}$  | 2,5 Mpa    |
| Taglio<br>Shear                                                                             | $f_{v,k}$     | 4 Mpa      |

**Committente:**  
 Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**  
 Relazione di calcolo

**Redaz.**  
 DT

**Control.**  
 RS

**Rev.:**  
 01



**Commessa:**  
**PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"**  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
 17040

**5.4.2 LEGNO LAMELLARE GL24h**

Il materiale utilizzato per tutte le strutture lignee, sia per le strutture in elevazione in legno che per le travi degli orizzontamenti è legno lamellare incollato omogeneo tipo GL 24h, rispondente ai requisiti delle norme UNI EN 1995-1-2 e UNI EN 14080:2013, caratterizzato dalle seguenti caratteristiche prestazionali:

|                                                            |            |       | classe<br><b>GL24h</b> |
|------------------------------------------------------------|------------|-------|------------------------|
| Resistenza a flessione                                     | fmgk       | MPa   | 24                     |
| Resistenza a trazione parallela                            | ft0gk      | MPa   | 19.2                   |
| Resistenza a trazione perpendicolare                       | ft90gk     | MPa   |                        |
| Resistenza a compressione parallela                        | fc0gk      | MPa   | 24                     |
| Resistenza a compressione perpendicolare                   | fc90gk     | MPa   | 2.5                    |
| Resistenza a taglio                                        | fvgk       | MPa   | 3.5                    |
| Resistenza a taglio effetto rolling                        | frgk       | MPa   | 1.2                    |
| Modulo elastico parallelo medio                            | E0,g,mean  | MPa   | 11500                  |
| Modulo elastico parallelo caratteristico                   | E0,g,05    | MPa   | 9600                   |
| Modulo elastico perpendicolare medio                       | E90,g,mean | MPa   | 300                    |
| Modulo elastico perpendicolare caratteristico              | E90,g,05   | MPa   | 250                    |
| Modulo elastico tangenziale medio                          | G,g,mean   | MPa   | 650                    |
| Modulo elastico tangenziale caratteristico                 | G,g,05     | MPa   | 540                    |
| Modulo elastico tangenziale effetto rolling medio          | G,r,g,mean | MPa   | 65                     |
| Modulo elastico tangenziale effetto rolling caratteristico | G,r,g,05   | MPa   | 54                     |
| Massa volumica caratteristica                              | ρgk        | kg/mc | 385                    |
| Massa volumica media                                       | ρgmean     | kg/mc | 420                    |

**5.4.3 LEGNO MASSICCIO E TAVOLATI CLASSE C24:**

Il materiale utilizzato per l'orditura minuta e per i tavolati del solaio di copertura è legno massiccio C24, rispondente ai requisiti delle norme UNI EN 1995-1-2 e UNI EN 338:2009, caratterizzato dalle seguenti caratteristiche prestazionali:

|                                            |            |       | classe<br><b>C24</b> |
|--------------------------------------------|------------|-------|----------------------|
| Resistenza a flessione                     | fm,g,k     | MPa   | 24                   |
| Resistenza a trazione parallela            | ft,0,g,k   | MPa   | 14                   |
| Resistenza a trazione perpendicolare       | ft,90,g,k  | MPa   | 0.4                  |
| Resistenza a compressione parallela        | fc,0,g,k   | MPa   | 21                   |
| Resistenza a compressione perpendicolare   | fc,90,g,k  | MPa   | 5.3                  |
| Resistenza a taglio                        | fv,g,k     | MPa   | 2.5                  |
| Modulo elastico parallelo medio            | E0,g,mean  | MPa   | 11                   |
| Modulo elastico parallelo caratteristico   | E0,g,05    | MPa   | 7.4                  |
| Modulo elastico perpendicolare medio       | E90,g,mean | MPa   | 0.37                 |
| Modulo elastico tangenziale medio          | Gg,mean    | MPa   | 0.69                 |
| Modulo elastico tangenziale caratteristico | Gg,05      | MPa   | 0.575                |
| Massa volumica caratteristica              | ρgk        | kg/mc | 350                  |

**Committente:**  
 Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**  
 Relazione di calcolo

**Redaz.**  
 DT

**Control.**  
 RS

**Rev.:**  
 01

Commessa:  
PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

n° Comm/Prot.:  
17040

## 6 AZIONI DI PROGETTO

Sono stati considerati i seguenti carichi di progetto.

### 6.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato ricavato a partire dal peso specifico, come segue:

- peso specifico strutture in legno 5.00 kN/mc
- peso specifico strutture in calcestruzzo 25.00 kN/mc

### 6.2 CARICHI PERMANENTI

- PESI PROPRI:
  - Legno: 5 [kN/m<sup>3</sup>]
- CARICHI PERMANENTI:
  - IMPALCATO PIANO TERRA: 1,5 [kN/m<sup>2</sup>]: comprensivi di:  
Impermeabilizzante e barriere radon;  
Isolante sp.12cm;  
Massetto sp.10cm  
Pavimento incollato in linoleum;
  - IMPALCATO PIANO PRIMO: 2,2 [kN/m<sup>2</sup>]: comprensivi di:  
Controsoffitto;  
Carichi appesi;  
Membrana impermeabilizzante;  
Membrana anticalpestio;  
Barriera al vapore;  
Isolamento sp. ;  
Massetto sp. ;  
Celenit  
Pavimento incollato in linoleum;
  - IMPALCATO DI COPERTURA: 1,6 [kN/m<sup>2</sup>]: comprensivi di:  
Manto in lamiera di alluminio aggraffato;  
Impermeabilizzante  
OSB sp.15mm  
Morali isolamento;  
Isolante sp.12cm  
Barriera al vapore  
Doppio tavolato in legno sp. 25+25mm  
Controsoffitto  
Celenit;  
Carichi appesi.
  - Pareti: 1,2 [kN/m<sup>2</sup>]: comprensivi di:  
Cappotto esterno sp.12cm  
Pannello in Xlam sp.120mm  
Eventuale controparete in cartongesso.  
\*nel caso di parete interna il cappotto è compensato da un'eventuale controparete su entrambi i lati.

Committente:  
Comune di Dolo – 30031 (VE)

Tipo di relazione:  
Relazione di calcolo

Redaz.  
DT

Control.  
RS

Rev.:  
01

Commessa:  
 PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

n° Comm/Prot.:  
 17040

### 6.3 CARICO DA NEVE

Il carico accidentale verticale distribuito da neve è così determinato:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo (kN/m<sup>2</sup>)

$C_E$  è il coefficiente di esposizione

$C_t$  è il coefficiente termico

$\mu_i = 0.8$  (copertura con  $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ )

$q_{sk} = 1$  in kN/m<sup>2</sup> (Zona II,  $a_s < 200$  m slm)

$C_E = 1$  (Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi)

$C_t = 1.00$  (Edificio ben isolato termicamente)

Il carico da neve di progetto diventa pertanto  $\rightarrow 0.80 \text{ kN/m}^2$

### 6.4 SOVRACCARICO VARIABILE COPERTURA

Il sovraccarico accidentale viene determinato secondo NTC'18 in base alla destinazione d'uso dell'edificio o della porzione sottoposta a dimensionamento e verifica. Per coperture accessibili per sola manutenzione (CAT.H1) si evince un carico di **0.50 kN/m<sup>2</sup>** che però è incompatibile con il carico da neve pertanto si considera solo il maggiore dei due, ovvero il carico da neve.

### 6.5 SOVRACCARICO VARIABILE IMPALCATO

Il sovraccarico accidentale viene determinato secondo NTC'18 in base alla destinazione d'uso dell'edificio o della porzione sottoposta a dimensionamento e verifica. Per ambienti suscettibili di affollamento quali scuole (CAT.C1) si evince un carico di **3.00 kN/m<sup>2</sup>**.

### 6.6 AZIONE DEL VENTO

Il carico accidentale orizzontale distribuito da vento è così determinato:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

$q_b$  è la pressione cinetica di riferimento (in N/m<sup>2</sup>), calcolata come  $q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$ ;

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>;

$v_r$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

$c_e$  è il coefficiente di esposizione, dato dalla formula:

$$c_e(z) = \begin{cases} k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] & \text{per } z \geq z_{\min} \\ c_e(z_{\min}) & \text{per } z < z_{\min} \end{cases}$$

$c_p$  è il coefficiente di forma (o aerodinamico),

$c_d$  è il coefficiente dinamico, assunto pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente.

Committente:

Comune di Dolo – 30031 (VE)

Tipo di relazione:

Relazione di calcolo

Redaz.

DT

Control.

RS

Rev.:

01

**Commessa:**  
**PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"**  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
 17040

L'azione statica equivalente del vento è determinata nel modo seguente:

Comune di Dolo

Veneto

Zona 1

$$v_{b,0} = 25 \text{ [m/s]}$$

$$a_0 = 1000 \text{ [m]}$$

$$k_s = 0,40 \text{ [1/s]}$$

$$v_b = 25 \text{ [m/s]}$$

$$\rho = 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$q_r = 0,39 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$C_d = 1$$

Classe di rugosità B, Categoria di esposizione III  $\rightarrow C_E \approx 2.00$

$$q_{ref}^+ = q_r * C_E * C_d * C_p = 0,39 * 2,00 * 1 * 0.8 \rightarrow 0.62 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$q_{ref}^- = q_r * C_E * C_d * C_p = 0,39 * 2,00 * 1 * (-0.4) \rightarrow 0.31 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

L'azione del vento contro il lato corto dell'ampliamento può essere trascurata in quanto vi è la presenza dell'edificio in adiacenza che ne evita l'azione.

L'azione del vento contro il lato lungo assume la sua azione più gravosa con vento spirante contro la facciata SUD, che interessa quindi la totalità dell'altezza, mentre l'aspirazione sul lato opposto interessa solo il piano superiore esposto verso l'esterno.

Considerando una ripartizione dell'azione del vento a cavallo dell'interpiano, l'azione sulla metà interpiano inferiore viene scaricata direttamente alla base e non produce effetti, mentre, considerando la facciata SUD, a livello di impalcato P1 si ha un'altezza di influenza pari a circa 3.25m ed in copertura un'altezza di influenza pari a 3m. Considerando invece il lato sottovento si avrà un'altezza di influenza a livello di impalcato P1 pari a circa 2.5m ed in copertura un'altezza di influenza pari a 2.5m.

Si ottengono quindi due forze equivalenti alla forza del vento pari a circa 32kN, sia a livello di impalcato e sia di copertura.

Per il confronto con l'azione sismica si devono moltiplicare per 1.5, coefficiente di sicurezza sulle azioni, e per un'ulteriore 1.5, coefficiente di sicurezza sui materiali. Si ottiene quindi una forza complessiva di circa 144kN da confrontare con la forza sismica globale a livello del piano terra.

Tale forza risulta essere inferiore ai 160 kN derivante dall'azione sismica.

**Committente:**

Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**

Relazione di calcolo

**Redaz.**

DT

**Control.**

RS

**Rev.:**

01

**Commessa:**  
 PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
 17040

## 7 COMBINAZIONE DELLE AZIONI STATICHE

Le verifiche sulle strutture vengono effettuate secondo il metodo agli stati limite ultimi e di esercizio considerando le azioni secondo le seguenti combinazioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

I valori dei coefficienti di combinazione sono:

| Categoria/Azione variabile                                                | $\psi_{0j}$ | $\psi_{1j}$ | $\psi_{2j}$ |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Categoria A Ambienti ad uso residenziale                                  | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria B Uffici                                                        | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento                         | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria D Ambienti ad uso commerciale                                   | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0         | 0,9         | 0,8         |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)    | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)       | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria H Coperture                                                     | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| Vento                                                                     | 0,6         | 0,2         | 0,0         |
| Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)                                       | 0,5         | 0,2         | 0,0         |
| Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)                                          | 0,7         | 0,5         | 0,2         |
| Variazioni termiche                                                       | 0,6         | 0,5         | 0,0         |

Tabella 1 – Valori dei coefficienti di combinazione

Per la copertura si considera un valore del coefficiente  $\psi_{2j}$  pari a 0.0 (neve a quota  $< 1000$  m s.l.m.), mentre per il sovraccarico si considera un valore del coefficiente  $\psi_{2j}$  pari a 0.6.

**Committente:**  
 Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**  
 Relazione di calcolo

**Redaz.**  
 DT

**Control.**  
 RS

**Rev.:**  
 01

**Commessa:**  
 PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
 17040

## 7.1 AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le verifiche agli stati limite sono eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite sopra.

### 7.1.1 Stati limite ultimi

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

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

Di seguito si riportano i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

|                                       |             | Coefficiente<br>$\gamma_F$ | EQU | A1 STR | A2 GEO |
|---------------------------------------|-------------|----------------------------|-----|--------|--------|
| Carichi permanenti                    | favorevoli  | $\gamma_{G1}$              | 0.9 | 1.0    | 1.0    |
|                                       | sfavorevoli |                            | 1.1 | 1.3    | 1.0    |
| Carichi permanenti non strutturali(1) | favorevoli  | $\gamma_{G2}$              | 0.8 | 0.8    | 0.8    |
|                                       | sfavorevoli |                            | 1.5 | 1.5    | 1.3    |
| Carichi variabili                     | favorevoli  | $\gamma_{Qi}$              | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|                                       | sfavorevoli |                            | 1.5 | 1.5    | 1.3    |

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

dove:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali si è seguito l'approccio 2 previsto dalla normativa, ossia si è impiegata 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.

**Committente:**  
 Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**  
 Relazione di calcolo

**Redaz.**  
 DT

**Control.**  
 RS

**Rev.:**  
 01



**Commessa:**  
 PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
 Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia

**n° Comm/Prot.:**  
 17040

## 8 AZIONE SISMICA

La valutazione delle azioni sismiche è stata svolta nel rispetto delle Norme Tecniche per le costruzioni del 17/01/2018 e utilizzando i parametri forniti dalla relazione geologica che è stata messa a disposizione. Si adottano i seguenti parametri di calcolo:

- Comune: Dolo, Venezia, Veneto.
- Vita nominale  $V_N$  per l'opera oggetto di studio:  $\geq 50$  anni (opere ordinarie).
- Classe d'uso della costruzione III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi.
- Coefficiente d'uso corrispondente ad una classe d'uso II:  $C_U = 1.5$ .
- Vita di riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.5 = 75$  anni.
- Categoria di sottosuolo: C.
- Categoria topografica: T1.

L'edificio risulta regolare in altezza.

Nei confronti dell'azione sismica la struttura resistente è diversa nelle due direzioni al piano terra, mentre uniforme al piano primo. Al piano terra in direzione X lavorano le pareti Xlam mentre in direzione Y lavora la struttura reticolare composta da pilastri puntoni e architrave, al piano primo l'azione sismica viene assorbita tutta dalle pareti Xlam. Per le strutture Xlam si considera, a favore di sicurezza, una media capacità di dissipazione energetica CD"B" e quindi un fattore di struttura  $q_0 = 2.0$ ; anche la struttura reticolare in direzione Y al piano terra si considera a media capacità di dissipazione energetica CD"B" con fattore di struttura  $q_0 = 2.0$ , rispettando le prescrizioni al paragrafo 7.7.3 delle NTC18 per i collegamenti.

- Struttura con basse capacità di dissipazione energetica:  $q_0 = 2.0$ .
- Regolarità della struttura: costruzione regolare in altezza  $K_R = 1.0$ .
- Si ricava pertanto un fattore di struttura:  $q = q_0 \times K_R = 2.0$ .

Si riporta di seguito lo spettro elastico e di progetto preso in considerazione.

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto della massa sismica  $W_a$  considerata nel modo seguente:

$$W_a = G_1 + G_2 + \sum_i (\psi_{2i} Q_{ki})$$

Il coefficiente di combinazione per la neve e per il sovraccarico in copertura è pari a 0, mentre quello derivante dal sovraccarico di impalcato è pari a 0.6.

Il peso sismico totale è il seguente:

$G_{\text{solaio}} = 289 \text{ kN}$

$G_{\text{copertura}} = 171 \text{ kN}$

$G_{\text{pareti}} = 270 \text{ kN}$

$G_{\text{frangisole}} = 30 \text{ kN}$

$Q_{\text{solaio}} = 158 \text{ kN}$

Ne deriva un peso sismico totale pari a:

$W_{\text{sismico}} = 920 \text{ [kN]}$

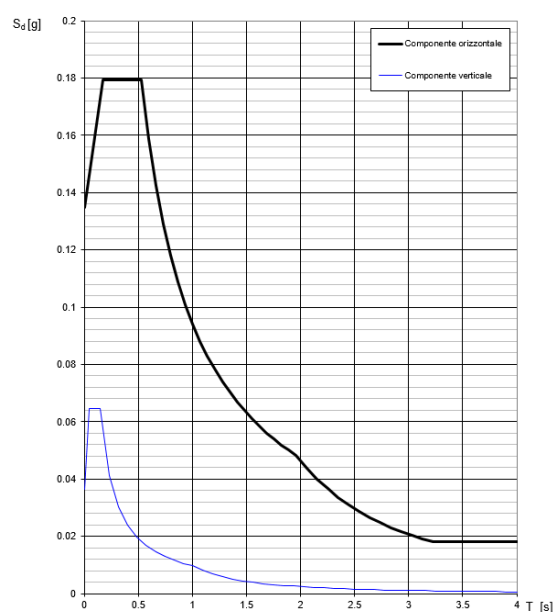
Considerando il valore dell'accelerazione sul "plateau" dello spettro si ottiene la seguente forza sismica da applicare al modello:

$F_{\text{sismica}} = S_e(g) \cdot W = 0.18 \cdot 920 \approx 166 \text{ kN}$

Tale forza come si può notare, risulta superiore a quella del vento (amplificato di 1,5).

La scomposizione dei pesi sismici è pari a:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



**Committente:**

Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**

Relazione di calcolo

**Redaz.**

DT

**Control.**

RS

**Rev.:**

01

**Commessa:**PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA MENSA DELLA SCUOLA PRIMARIA "GIOTTO"  
Sita in Via Tintoretto – Dolo - Venezia**n° Comm/Prot.:**  
17040 $W_{\text{copertura}} = 280 \text{ [kN]}$  $W_{\text{solaio}} = 637 \text{ [kN]}$ 

La forza globale va ripartita a livello del primo impalcato e sulla copertura mediante un rapporto inversamente proporzionale alla altezza dei centri di massa dal terreno. Il primo impalcato è a quota 3.5 m mentre la copertura mediamente a 7,5m. Si hanno quindi dei rapporti pari a circa 0.5, quindi 50% della forza sismica va al primo implacato e la restante metà in copertura.

Le forze statiche equivalenti sono quindi pari a 83kN.

**Committente:**

Comune di Dolo – 30031 (VE)

**Tipo di relazione:**

Relazione di calcolo

**Redaz.**

DT

**Control.**

RS

**Rev.:**

01