

## INDICE

<b>1. GENERALITA'</b> .....	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVE TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI</b> .....	<b>4</b>
2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.2. REFERENZE TECNICHE .....	4
<b>3. GEOMORFOLOGIA</b> .....	<b>4</b>
<b>4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE</b> .....	<b>5</b>
<b>5. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO</b> .....	<b>6</b>
5.1. PARAMETRI SISMICI.....	6
5.2. ANALISI DEI CARICHI UNITARI .....	9
5.2.1. <i>Carichi permanenti</i> .....	9
5.2.1.1. A1-PIANO TERRA: Soletta S = 40 cm.....	9
5.2.1.2. A2-SOLAIO PIANI INTERMEDI H = 24 cm .....	10
5.2.1.3. A3-COPERTURA H = 12 cm .....	11
5.2.2. <i>Carichi variabili</i> .....	11
<b>6. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALI</b> .....	<b>12</b>
6.1. FONDAZIONI.....	15
6.1.1. <i>Calcestruzzo</i> .....	15
6.1.2. <i>Copriferro</i> .....	15
6.1.3. <i>Acciaio per cemento armato</i> .....	15
6.2. TRAVI, PILASTRI E PARETI IN ELEVATO .....	
6.2.1. <i>Calcestruzzo</i> .....	
6.2.2. <i>Copriferro</i> .....	
6.2.3. <i>Acciaio per cemento armato</i> .....	
6.2.4. <i>Profili in acciaio</i> .....	
6.2.5. <i>Pannelli X-LAM</i> .....	
<b>7. CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO</b> .....	<b>16</b>
7.1. CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO .....	16
<b>8. H – INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO</b> .....	<b>18</b>
8.1. TIPO DI ANALISI SVOLTA E MOTIVAZIONE .....	18
8.2. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA.....	18
<b>9. I – CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI</b> .....	<b>19</b>
9.1. VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI.....	19
9.2. VERIFICHE ELEMENTI NON STRUTTURALI .....	19
9.2.1. <i>Verifica tamponature</i> .....	19



## Comune di Rocca di Papa

### Edificio “Nuova Casa delle Fate”

## PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE GEOTECNICA

### 1. GENERALITA'

Nella presente relazione si riporta la descrizione del progetto strutturale del nuovo edificio scolastico denominato “Nuova Casa delle Fate” da realizzarsi nel Comune di Rocca di Papa, sul terreno distinto in catasto al foglio 5 particella 291.

L'edificio è costituito da un singolo corpo di fabbrica sviluppato su due livelli, di cui uno interrato.

La struttura portante è mista, con il piano interrato realizzato con pareti in c.a. e il piano fuori terra con pareti in X-lam.

Il piano interrato dell'edificio è realizzato in pareti in c.a. gettate in opera di spessore 30 cm e travi in c.a. di dimensioni 30x50. Una paratia di pali in c.a. di diametro pari a 20 cm garantisce la presenza di una intercapedine lungo tutto il perimetro controterra dell'edificio. Il piano fuori terra è realizzato con pannelli in X-Lam di spessore 15 cm.

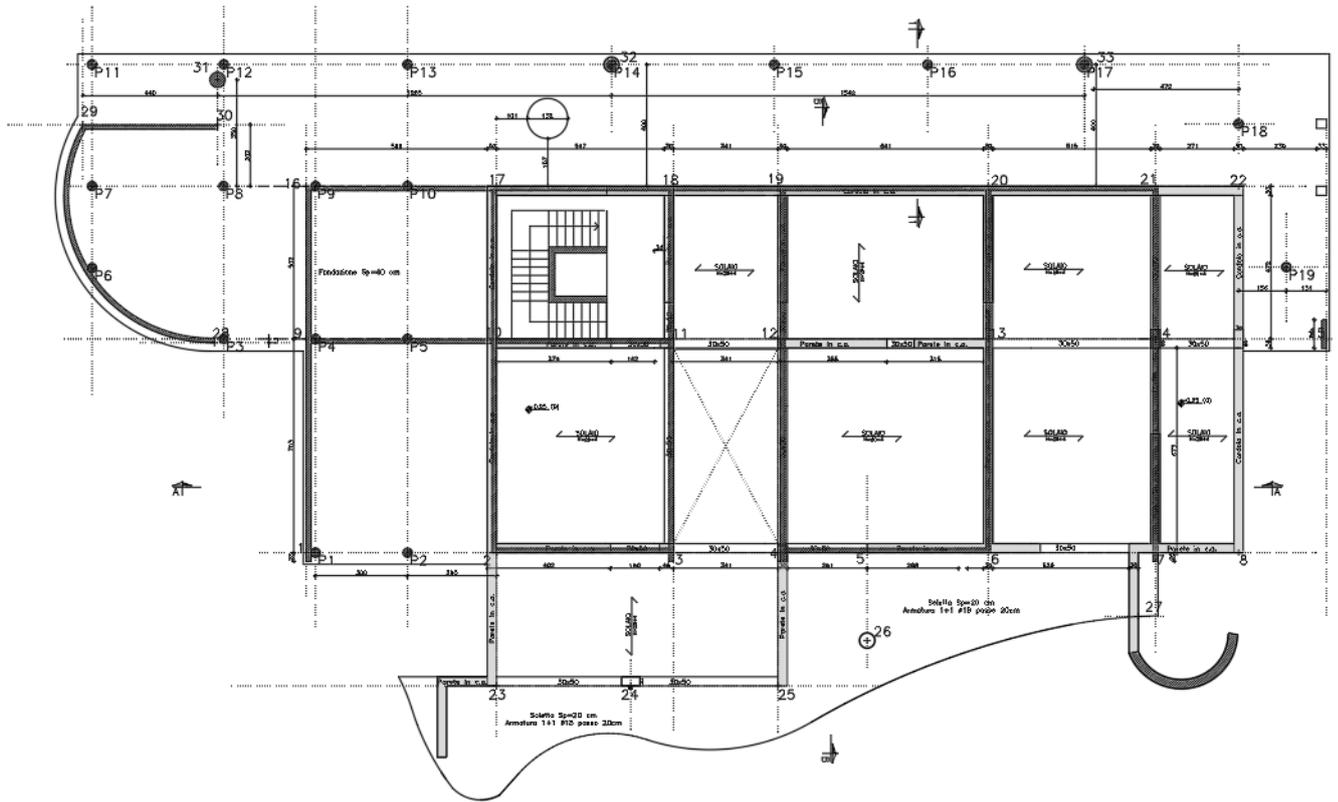
Il solaio interpiano è realizzato con lastre predalles di spessore complessivo 24 cm.

La copertura è realizzata con pannelli X-LAM di spessore 15 cm.

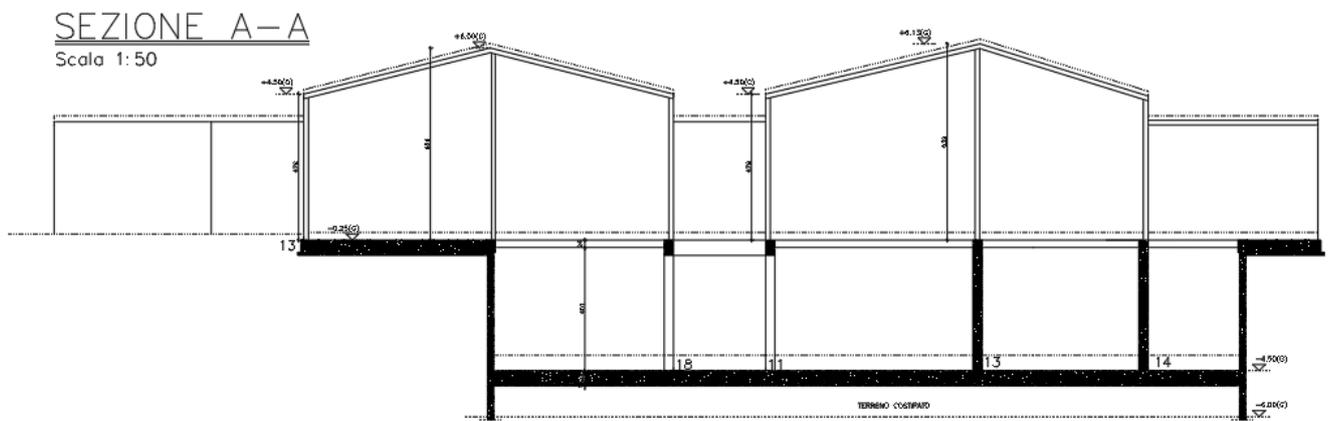
La fondazione è sfalzata su due livelli. A quota -4,5m è di tipo superficiale formata da una soletta dello spessore costante di 40 cm a quota. Al disotto della fondazione, poiché dalle indagini effettuate dal Geol. David Simoncelli è stato individuato uno strato di terreno di riporto con caratteristiche geotecniche scadenti fino a una profondità di 6 m dal p.c., si prevede la rimozione e sostituzione di quest'ultimo con materiale di prestazioni migliori. A quota -0,25m si realizza una fondazione a platea di spessore 40cm su pali in c.a. di diametro 30cm.

Si riporta di seguito uno schema planimetrico della struttura.

**RICOSTRUZIONE DI UN EDIFICIO DESTINATO AD ASILO NIDO DENOMINATO  
"NUOVA CASA DELLE FATE"**



**Figura 1** Carpenteria primo impalcato



**Figura 2** Sezione A-A

## 2. NORMATIVE TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI

### 2.1. Normativa di riferimento

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita da:

- **D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- **Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.:** Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

### 2.2. Referenze tecniche

- **UNI ENV 1992-1-1 – Parte 1:** Regole generali e regole per gli edifici;
- **UNI EN 206-1/2001 – Calcestruzzo.** Spiegazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- **UNI EN 1993-1-1 Parte 1:** Regole generali e regole per gli edifici;
- **UNI EN 1995-1** – Costruzioni in legno;
- **UNI EN 1998-1** – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- **UNI EN 1998-5** – Fondazioni ed opere di sostegno
  
- **Legge 5 novembre 1971, n. 1086:**  
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
  
- **Legge 2 Febbraio 1974, n. 64:**  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
  
- **D.P.R. n.380 del 6 Giugno 2001:**  
Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

## 3. GEOMORFOLOGIA

Il sito in esame è posto circa 0,5 km in direzione N dal centro storico di Rocca di Papa, ad una quota di circa 512 metri s.l.m.. in un’area pianeggiante che con blande pendenze, dell’ordine dei 3-5°, degrada verso nord, in direzione del Fosso dell’acqua Marciana.

Da un punto di vista geologico il territorio di Rocca di Papa è caratterizzato dalla presenza dei depositi vulcanici del Distretto vulcanico Albano.

Dal punto di vista litologico, l’area in esame è caratterizzata, al di sotto di uno spessore metrico di coltre superficiale, dalla presenza di depositi piroclastici il cui grado di addensamento risulta estremamente variabile lateralmente, riferibili cronologicamente al Pleistocene medio [Litosoma Faete]

Le osservazioni e le indagini compiute hanno evidenziato le discrete condizioni geomorfologiche del sito in questione; non si rinvenivano infatti nelle immediate vicinanze dell’area, tracce di fenomeni di dissesto o in genere di processi morfogenetici in atto; le acque di corrivazione non hanno prodotto dissesti o altre forme di erosione diffusa.

Da un punto di vista idrogeologico, il sito risente della estrema variabilità laterale e verticale dei depositi piroclastici e lavici.

La falda principale, non è stata riscontrata durante l’esecuzione delle indagini, e può essere ritenuta profonda.

#### **4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE**

La stratigrafia individuata dalle indagini è quella di seguito riportata:

**Livello 1** – Terreno di Riporto

Le caratteristiche geotecniche dello strato sono modeste

Spessore strato: 6 m

**Livello 2** – Depositi piroclastici

Spessore strato: oltre 6 m

LITOTIPI	Peso di volume (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\varphi$ (°)	Coesione drenata (t/m <sup>2</sup> )	NSPT	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )
RIPORTI E MATERIALI RIMANEGGIATI	1,78	24	0.2	2,97	---	180,84
DEPOSITI PIROCLASTICI DA POCO A MEDIAMENTE ADDENSATI	1,82	27	0.5	16,17	155,85	889,41

## 5. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

### 5.1. Parametri sismici

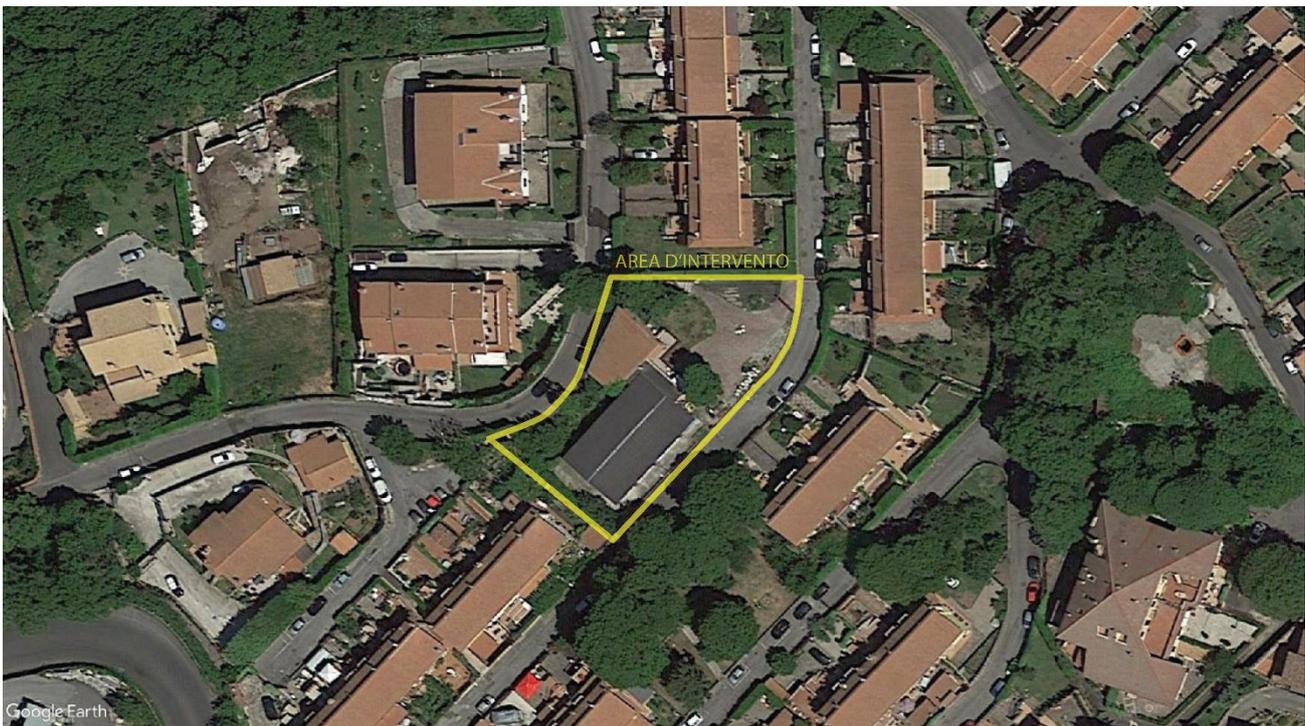
#### Zona sismica

L'edificio, ubicato all'interno del Comune di Rocca di Papa, ricade in **zona sismica di seconda categoria**, secondo la recente classificazione nazionale.

#### Coordinate geografiche

Località: Rocca di Papa

Coordinate: N = 41° 46' 17" E = 12° 42' 22"



**Classe di duttilità**

Classe di duttilità: **"B"**

**Tipo di costruzione**

**$V_N = 100$  anni**

**Classe d'uso**

Classe d'uso: **III** (costruzioni rilevanti il cui uso preveda affollamenti significativi)

**$C_U = 1.5$**

**Periodo di riferimento**

**$V_R = V_N \times C_U = 100 \times 1.0 = 150$  anni**

**Fattore di struttura**

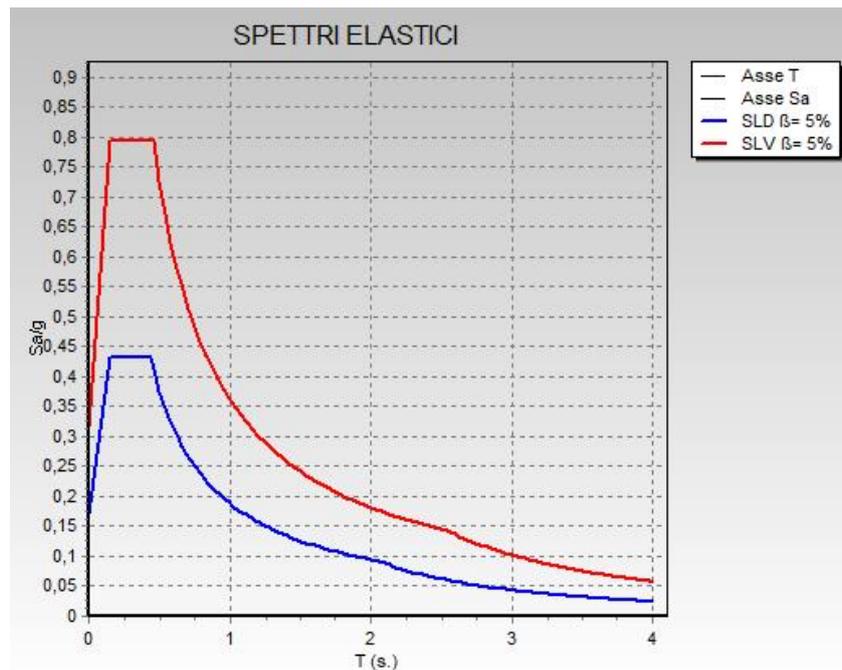
Per la valutazione dell'azione sismica di progetto si adotta un fattore di struttura pari a 1,5 in quanto la struttura ricade nella tipologia strutturale mista.

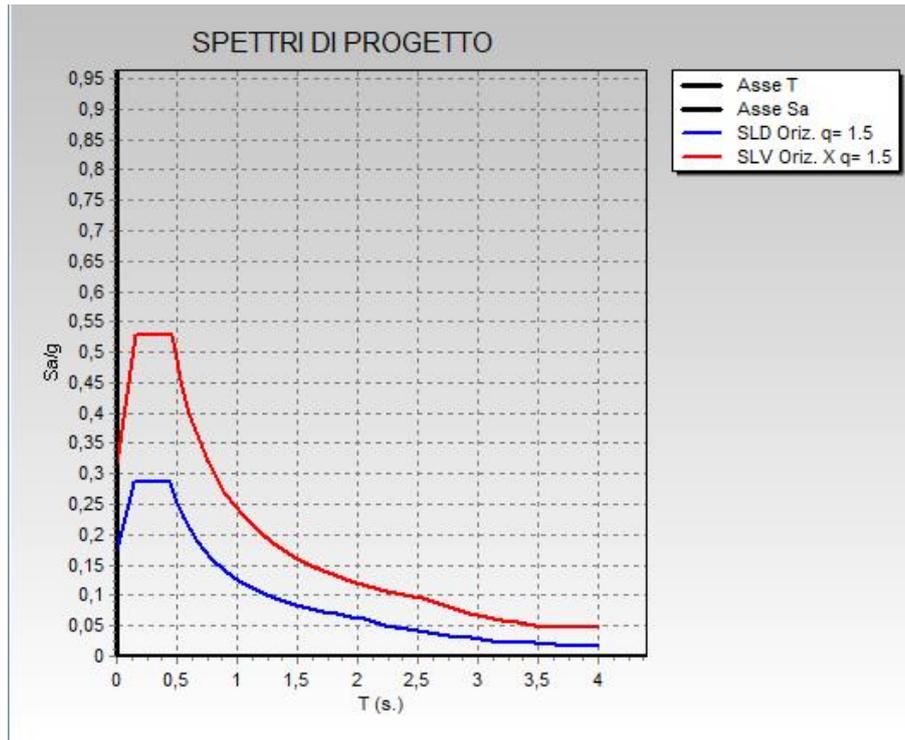
**Categoria di Suolo**

Il geologo ha definito il terreno di **tipo "C", e categoria topografica T1** secondo la classificazione del D.M. 17/01/2018.

L'edificio si intesta sul primo livello, per cui si prevede la realizzazione di fondazioni a platea su pali e la sostituzione di uno strato di terreno di riporto con materiale costipato, come evidenziato negli elaborati grafici.

Nel rispetto del § 7.11.3.4.2 delle **N.T.C./18**, va precisato che si esclude la verifica a liquefazione in quanto la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 metri dal piano campagna.





STATO LIMITE	Tr (anni)	Probabilità superamento	a <sub>0</sub> (g)	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> * (sec)
Operatività (SLO)	30	81%	0.071	2.379	0.265
Danno (SLD)	50	63%	0.088	2.429	0.268
Salvaguardia Vita (SLV)	475	10%	0.191	2.558	0.281
Prevenzione Collasso (SLC)	975	5%	0.236	2.520	0.289

ALTRI PARAMETRI	SLO	SLD	SLV	SLC
Amplificazione Stratigrafica S <sub>s</sub>	1.50	1.50	1.41	1.34
Coeff. Funzione Categoria C <sub>c</sub>	1.63	1.62	1.60	1.58
Amplificazione Topografica S <sub>r</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00
Coefficiente K <sub>h</sub>	0.021	0.026	0.065	0.088
Coefficiente K <sub>v</sub>	0.0011	0.013	0.032	0.044
Accelerazione massima attesa nel sito A <sub>max</sub> (m/s <sup>2</sup> )	1.038	1.298	2.637	3.098
Coefficiente β	0.200	0.200	0.240	0.280

## 5.2. Analisi dei carichi unitari

### 5.2.1. Carichi permanenti

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi unitari permanenti.

#### 5.2.1.1. A1-PIANO TERRA: Soletta S = 40 cm

#### PESO PROPRIO:

$$\begin{aligned} \text{Peso proprio soletta: } 0.40 \times 2500 &= 1000 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Totale peso proprio:} &= \mathbf{1000} \text{ daN/m}^2 \end{aligned}$$

#### PERMANENTE PORTATO:

$$\begin{aligned} \text{Iglu' H=25cm} &= 6,4 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Soletta: } 0.05 \times 2500 &= 125 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Isolante: } 0,08 \times 90 &= 7,2 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Pannello: } 0.025 \times 700 &= 17,5 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Isolante: } 0,05 \times 90 &= 4,5 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Massetto autolivellante: } 0,05 \times 2000 &= 100 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Pavimento: } 0,02 \times 2000 &= 40 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Totale permanente portato:} &= \mathbf{300} \text{ daN/m}^2 \end{aligned}$$

5.2.1.2. A2-SOLAIO PIANI INTERMEDI H = 24 cm

**PESO PROPRIO:**

*Totale peso proprio:* = 315 daN/m<sup>2</sup>

**PERMANENTE PORTATO:**

Pavimentazione (2 cm)	=	40	daN/m <sup>2</sup>
Massetto : 0.05 x 2000	=	100	daN/m <sup>2</sup>
Isolante: 0.05 x 90	=	4.5	daN/m <sup>2</sup>
Pannello: 0,025 x 700	=	17.5	daN/m <sup>2</sup>
Isolante 0,08 x 90		7.5	daN/m <sup>2</sup>
Isolante inferiore 0,06 x 90		5,4	daN/m <sup>2</sup>
Incidenza Tramezzi	=	80	daN/m <sup>2</sup>
<i>Totale permanente portato:</i>	=	<u>255</u>	daN/m <sup>2</sup>

5.2.1.3. A3-COPERTURA H = 12 cm

**PESO PROPRIO:**

Peso proprio pannello: 0,12 x 350	=	42 daN/m <sup>2</sup>
<b>Totale peso proprio:</b>	=	<b>42 daN/m<sup>2</sup></b>

**PERMANENTE PORTATO:**

Isolante inferiore : 0.05 x 90	=	4.5 daN/m <sup>2</sup>
Isolante: 0.10 x 90	=	9 daN/m <sup>2</sup>
Isolante esterno: 0,06 x 90	=	5.4 daN/m <sup>2</sup>
Pannelli di coperura:	=	125 daN/m <sup>2</sup>
Intonaco (1 cm)	=	20 daN/m <sup>2</sup>
<b>Totale permanente portato:</b>	=	<b>165 daN/m<sup>2</sup></b>

**5.2.2. Carichi variabili**

- **CAT. C1 ACCIDENTALE AMBIENTI SUSCETTIBILI DI AFFOLLAMENTO:**  
300 daN/m<sup>2</sup>
- **CAT. F ACCIDENTALE RIMESSE, PARCHEGGI (Q<30KN):**  
250 daN/m<sup>2</sup>
- **CAT. H ACCIDENTALE COPERTURE ACCESSIBILI PER SOLA MANUTENZIONE:**  
50 daN/m<sup>2</sup>
- **CARICO NEVE IN COPERTURA (Rocca di Papa: 530 m.s.l.m.);**

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

$$q_{sk} = 0.51 \cdot [1 + (a_s/481)^2] = 1.53 \text{ kN/m}^2 = 112 \text{ daN/m}^2$$

$$C_E = 1;$$

$$C_T = 1;$$

$$\mu_1 = 0.8;$$

$$q_s = 112 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{89 \text{ daN/m}^2}$$

## 6. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALI

In relazione alle caratteristiche ed alle tensioni presenti nelle strutture si prescrive l'impiego dei seguenti materiali strutturali:

Per il calcestruzzo si parte dall'individuazione della “*classe di esposizione*” secondo la tabella 12 delle “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” di seguito riportata:

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali (a titolo informativo)
<i>1 – Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco chimico</i>		
X0	Molto secco	Edifici con interni a umidità relativa molto bassa
<i>2 – Corrosione indotta da carbonatazione</i>		
XC1	Secco	Interni di edifici a bassa umidità relativa
XC2	Bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	Umidità moderata	Edifici con interni a umidità relativa da moderata ad alta; calcestruzzo esterno riparato dalla pioggia
XC4	Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette al contatto con acqua, non comprese nella classe XC2
<i>3 – Corrosione indotta dai cloruri</i>		
XD1	Umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti di acqua contenente cloruri
XD2	Bagnato, raramente secco	Piscine, calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti, pavimentazioni, parcheggi per auto
<i>4 – Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare</i>		
XS1	Esposto ad atmosfera salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture sulla costa o in prossimità di essa
XS2	Sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Nella zona delle maree, nelle zone soggette a spruzzi	Parti di strutture marine
<i>5 – Attacco da cicli di gelo e disgelo</i>		
XF1	Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di strutture stradali esposte a nebbie contenenti agenti disgelanti
XF3	Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali esposte alla pioggia ed al gelo
XF4	Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali od orizzontali esposte a spruzzi di acqua contenente sali disgelanti
<i>6 – Attacco chimico</i>		
XA1	Aggressività debole (secondo Tab. 9)	
XA2	Aggressività moderata (secondo Tab. 9)	
XA3	Aggressività forte (secondo Tab. 9)	
da: Draft pr EN 206: 1996 - 15, CEN/TC 104		

**Tabella 1**

Dalla tab. 11 delle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" si ottiene la "**resistenza caratteristica minima**" da impiegare:

a/c <sub>max</sub>	Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Resistenza caratteristica minima N/mm <sup>2</sup>	Classi di esposizione (Tab. 12)
0,60	280	30	XC1, XC2
0,55	300*	37	XC3, XF1, XA1, XD1
0,50	320*	37-40	XS1, XD2, XF2, XA2, XF3, XC4
0,45	350*	45	XS2, XS3, XA3, XD3, XF4

\* In presenza di solfati impiegare cemento resistente ai solfati.

**Tabella 2**

Successivamente si individuano le "**condizioni ambientali**" dalla tab. 4.1.III del D.M 17.01.2008:

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

**Tabella 3**

Il dimensionamento dei copriferri (copristaffa) viene effettuato secondo le indicazioni dell'Eurocodice 2 tenendo conto delle caratteristiche dei materiali adottati, dell'ambiente in cui la struttura deve svolgere la sua funzione e alla vita utile di progetto.

Il copriferro nominale di progetto è dato da:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

dove  $c_{nom}$  è il valore nominale di progetto,  $c_{min}$  è il valore minimo del copriferro e  $\Delta c_{dev}$  è la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro che viene assunto, a favore di sicurezza, pari a 10 mm.

Il valore minimo del copriferro è dato da:

$$c_{min} = \max (c_{min,b} ; c_{min,dur} ; 10 \text{ mm})$$

dove  $c_{min,b}$  è il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature e  $c_{min,dur}$  è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali (durabilità). Il valore di  $c_{min,b}$  è da assumersi pari al diametro della barra; se la dimensione dell'inerte è maggiore di 32 mm, il suddetto valore deve essere maggiorato di 5 mm.

La dimensione minima da assumere per il copriferro in relazione alle condizioni ambientali ( $c_{min,dur}$ ) sono funzione della classe strutturale e della classe ambientale e, nel caso di calcestruzzi con armatura lenta o ordinaria, si ricavano dalla Tab. 5 (Tabella 4.4N dell'Eurocodice 2) che si riporta di seguito:

Tab. 4.4 N - Copriferro minimo richiesto (mm)

Classe Strutturale	Classi di esposizione ambientale in accordo con il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 /XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

**Tabella 4**

Va inoltre definita la “*classe di consistenza*” in funzione della lavorabilità richiesta, secondo quanto indicato nella tabella 1 delle “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” di seguito riportata:

Classe di consistenza	Abbassamento mm	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

**Tabella 5**

## **6.1. Fondazioni**

### **6.1.1. Calcestruzzo**

Le opere di fondazione, in base a quanto indicato dalla tabella 12 delle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale", sono caratterizzate da un ambiente "Bagnato, raramente secco", per il quale è definita una **Classe di esposizione XC2**.

Le caratteristiche di resistenza minime sono pari a **30N/mm<sup>2</sup>**, ed il rapporto **a/c** massimo pari a **0.6**.

Le condizioni ambientali sono pertanto di tipo "**Ordinarie**", e la lavorabilità richiesta è di tipo "**Fluida**".

Si riportano di seguito le caratteristiche adottate:

#### **Tipo C25/30**

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Res. caratt. cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot 30 = 24.90 \text{ N/mm}^2$
Res. di calcolo a compressione	$f_{cd} = 0.85 \cdot 24.90 / 1.5 = 14.11 \text{ N/mm}^2$
Res. di calcolo a trazione	$f_{tcd} = [0.70 \cdot 0.3 \cdot 24.90^{2/3}] / 1.5 = 1.19 \text{ N/mm}^2$

Tipo di cemento:	CEM III o CEM IV
Rapporto Acqua/Cemento(max):	0.60
Contenuto minimo di cemento:	280 kg/m <sup>3</sup>
Classe di consistenza:	S4
Dimensione massima aggregato:	25 mm
Classe di esposizione	XC2

### **6.1.2. Copriferro**

Facendo riferimento alla Tab. 5, in corrispondenza della classe di consistenza S4 e della classe di esposizione XC2, si ricava  $c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$ . Il valore minimo del copriferro richiesto per l'armatura di fondazione ( $\phi 18$ ) risulta pari a:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}) = \max(18 \text{ mm}; 25 \text{ mm}; 10 \text{ mm}) = 25 \text{ mm}$$

Il copriferro nominale minimo da adottare in fondazione è pertanto, a favore di sicurezza, pari a:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

### **6.1.3. Acciaio per cemento armato**

Si adotta un acciaio da cemento armato avente le caratteristiche di seguito riportate:

#### **Tipo B450C**

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

## 7. CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO

Si riportano le condizioni elementari di carico.

### 7.1. Condizioni elementari di carico

*Descrizione:* Nome assegnato alla condizione di carico.

*Famiglia:* Nome della famiglia di appartenenza della condizione di carico.

*I/II:* Descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

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

*Psi0:* Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

*Psi1:* Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

*Psi2:* Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Famiglia	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2
Pesi strutturali	PESI PROPRI		Permanente			
Permanenti non strutturali	SOVRACCARICHI PERMANENTI	I	Permanente			
Var. Parcheggi	ACCIDENTALE	I	Media	0.7	0.7	0.6
Var. Amb. affol.	ACCIDENTALE	I	Media	0.7	0.7	0.6
Var. Coperture	ACCIDENTALE	I	Media	0.0	0.0	0.0
Var. Neve h<1000	NEVE	I	Media	0.5	0.2	0.0
Sisma direz. grd 0	0					
Sisma direz. grd 90	90					
Sisma verticale	Z					
Corr. Tors. dir. 0	E0					
Corr. Tors. dir. 90	E90					

*Tabella 6: Descrizione delle condizioni di carico*

**RICOSTRUZIONE DI UN EDIFICIO DESTINATO AD ASILO NIDO DENOMINATO  
"NUOVA CASA DELLE FATE"**

Si riportano tutte le combinazioni di carico impiegate ai fini delle verifiche dei diversi stati limite. In ciascuna colonna (che corrisponde ad una combinazione) vengono riportati una serie di coefficienti relativi a tutte le condizioni di carico esistenti (righe della tabella).

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Ambienti affollati	1,50	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h<=1000	0,75	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Var.Par.q<30Kn	1,50	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Ambienti affollati	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h<=1000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Var.Par.q<30Kn	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 0	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.				
DESCRIZIONI	31	32	33	34
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Ambienti affollati	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h<=1000	0,00	0,00	0,00	0,00
Var.Par.q<30Kn	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	-1,00	1,00	1,00
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

**Tabella 8: Combinazioni SLV-A1 e SLD**

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Ambienti affollati	1,00	0,70
Var.Neve h>1000	0,70	1,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00
Sisma verticale	0,00	0,00

**Tabella 9: Combinazioni rare**

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var. Ambienti affollati	0,70	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,50
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00
Sisma verticale	0,00	0,00

**Tabella 10: Combinazioni frequenti**

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00

<b>COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.</b>	
DESCRIZIONI	1
Var. Ambienti affollati	0,60
Var. Neve h>1000	0,20
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00
Sisma verticale	0,00

**Tabella 11: Combinazioni permanenti**

## **8. H – INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO**

### **8.1. Tipo di analisi svolta e motivazione**

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

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di struttura ("analisi lineare dinamica"). La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC 2018 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta.

Per rappresentare la rigidezza fessurata degli elementi strutturali, secondo quanto richiesto nel § 7.2.6 del D.M. 17/01/2018, sono state seguite le indicazioni presenti nelle Norme USA FEMA 356. Le rigidezze di travi e pilastri sono state quindi ridotte rispettivamente al 50% e al 70% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati.

I modi di vibrazione considerati sono in numero tale da assicurare l'eccitazione di più dell'85% della massa totale della struttura come previsto al § 7.3.3 delle NTC 2018.

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze modali che vengono applicate su ciascun nodo spaziale (due forze in direzione X, Y, e due momenti).

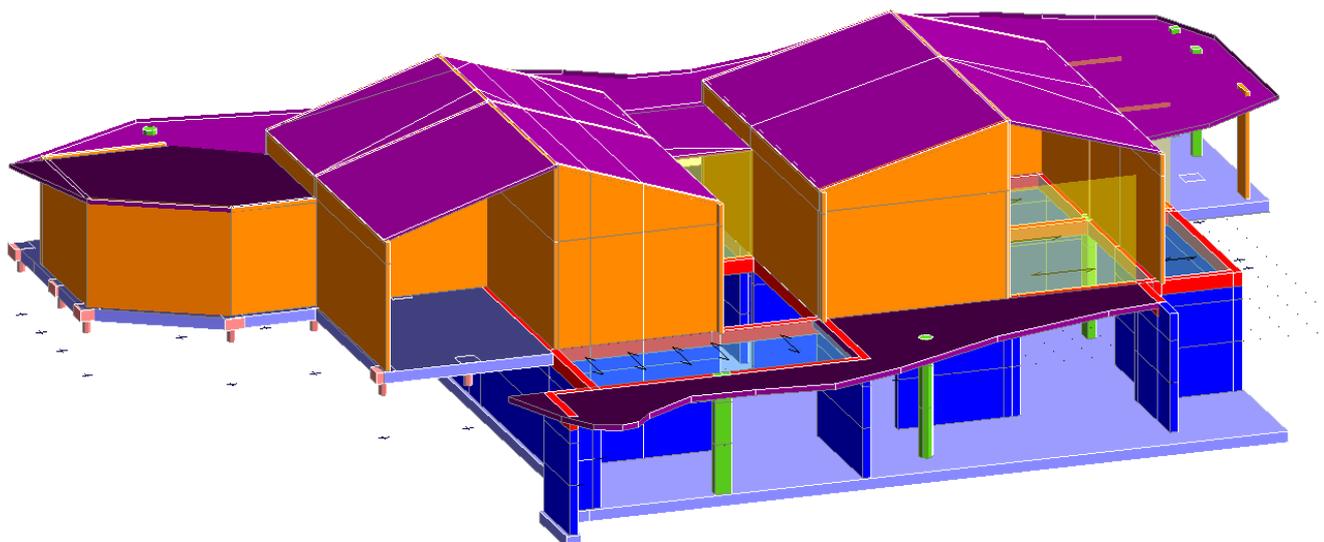
Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace attraverso la combinazione quadratica completa (CQC), considerando un coefficiente di smorzamento pari al 5%.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

### **8.2. Modellazione della struttura**

Al fine di dimensionare gli elementi strutturali dell'edificio, questo è stato modellato con il software di calcolo CDSWin.



*Fig. 1 - Modello di calcolo*

## **9. I – CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI**

### **9.1. Verifiche elementi strutturali**

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

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

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

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

Tutte le verifiche sono state condotte secondo quanto previsto al § 4.1.2 del D.M. 17/01/2018.

### **9.2. Verifiche elementi non strutturali**

#### **9.2.1. Verifica tamponature**

In base a quanto previsto nel § C7.3.6.2 della Circolare n. 7 del 21/01/2019, la prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco su due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm.

