



Ampliamento dell'edificio scolastico denominato "Marconcino" ubicato a Prato in via Galcianese n. 20/L all'interno del polo di San Paolo

DM 129/2020 Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU

PNRR M4C1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università - 3.3: Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica CUP I33H18000280003



Ministero dell'Istruzione

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:
Provincia di Prato
Via Bettino Ricasoli 25 - 59100 Prato

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:
Dott.ssa Rossella BONCIOLINI
SUPPORTO AL R.U.P.:
Ing. Luca Pagni

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Ing. Federico FRAPPI

EUTECNE s.r.l. (mandataria)
Arch. Olimpia LORENZINI
Arch. Luca FRAPPI
Arch. Pierpaolo PAPI
Arch. Debora PALUMMO
Arch. Luca BERTUZZI
Arch. Chiara CAROLI
Arch. Manuela BOCCO
Arch. Ilaria STAGNI
Ing. Luca DELL'AVERSANO
Ing. Massimo FALCINELLI
Ing. Andrea FANCELLI
Ing. Noemi BRIGANTI
Ing. Iunior Sonia ANTONELLI

Ing. Martina RICCI
Ing. Michele GOVERNATORI
Ing. Edoardo GENNARI
Ing. Marta MENCARONI
Ing. Maura MARTORELLI
Geol. Armando GRAZI
Geom. Massimiliano TONZANI
Dott.ssa Paola SFAMENI
Dott.ssa Chiara BROZZETTI
Dott. Francesco PORTIGIANI
Coll. Enrico SCIATTELLA
Coll. Cecilia PEDICONE

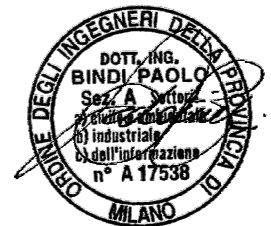
EUTECNE
Architettura | Ingegneria
Frappi Federico

Dott. Ing. Federico FRAPPI
ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO
SEZ. A N. 1488
Ing. Civile - Ambientale
Ing. Industriale
Ing. dell'Informazione

F&M Ingegneria S.p.A. (mandante)
Ing. Tommaso TASSI
Ing. Alessandro BONAVENTURA
Arch. Giampaolo LENARDUZZI
Ing. Antonio NUZZO
Arch. Nicola ROS

SINERGIE PROGETTI s.r.l. (mandante)
Ing. Paolo BINDI
Ing. Dario BANDI

ARCH. CARLO BERTOLINI (mandante)



RTP:

EUTECNE
Architettura | Ingegneria

EUTECNE s.r.l. (mandataria)
via A. Volta, 83 - 06135 Perugia
office@eutecne.it www.eutecne.it

TITOLO

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA



F&M Ingegneria S.p.A. (mandante)
Via Belvedere, 8/10 - 30035 Mirano (VE)
fm@fm-ingegneria.com www.fm-ingegneria.com



SINERGIE PROGETTI s.r.l. (mandante)
via G. Di Vittorio, 15 - 20017 Rho (MI)
progetti@retesinergie.it www.retesinergie.it

Arch. CARLO BERTOLINI (mandante)
via Vignolo, 12 - 54021 Bagnone (MS)
carlo_bertolini@hotmail.com
www.carlobertoliniarchitetto.it

SCALA

C50E
commessa

SR1
elaborato

B
revisione

REV	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	REDATTO:	VERIFICATO:	APPROVATO:
A	Ago2022	Progetto esecutivo		P.Papi	F.Frappi
B	Ott.2022	Progetto esecutivo - verifica		P.Papi	F.Frappi
C					
D					

SOMMARIO

SOMMARIO	1
A1 RELAZIONE TECNICA GENERALE	2
<i>A1.1 Descrizione dell'opera.....</i>	<i>2</i>
<i>A1.2 Vita nominale. Classe d'uso e Periodo di riferimento (§ 2.4 NTC2018).....</i>	<i>6</i>
<i>A1.3 Informazioni generali sul tipo di analisi e modellazione.....</i>	<i>7</i>
<i>A1.4 Valutazione della Sicurezza (§ 2.3 NTC2018).....</i>	<i>11</i>
<i>A1.5 Tipo e caratteristiche dei materiali strutturali</i>	<i>12</i>

A1 Relazione tecnica generale

A1.1 Descrizione dell'opera

La presente relazione riguarda il calcolo strutturale per la realizzazione dell'ampliamento dell'edificio scolastico denominato "Marconcino", ubicato a Prato in via Galcianese 20L.

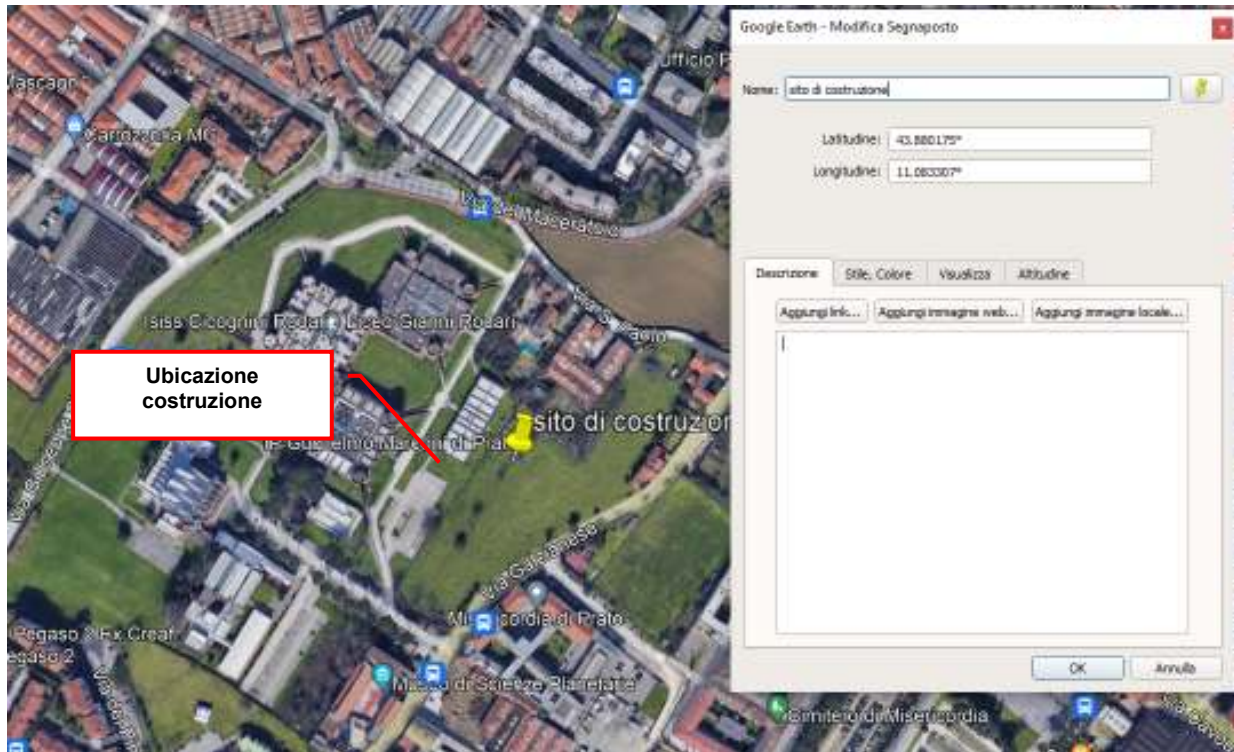


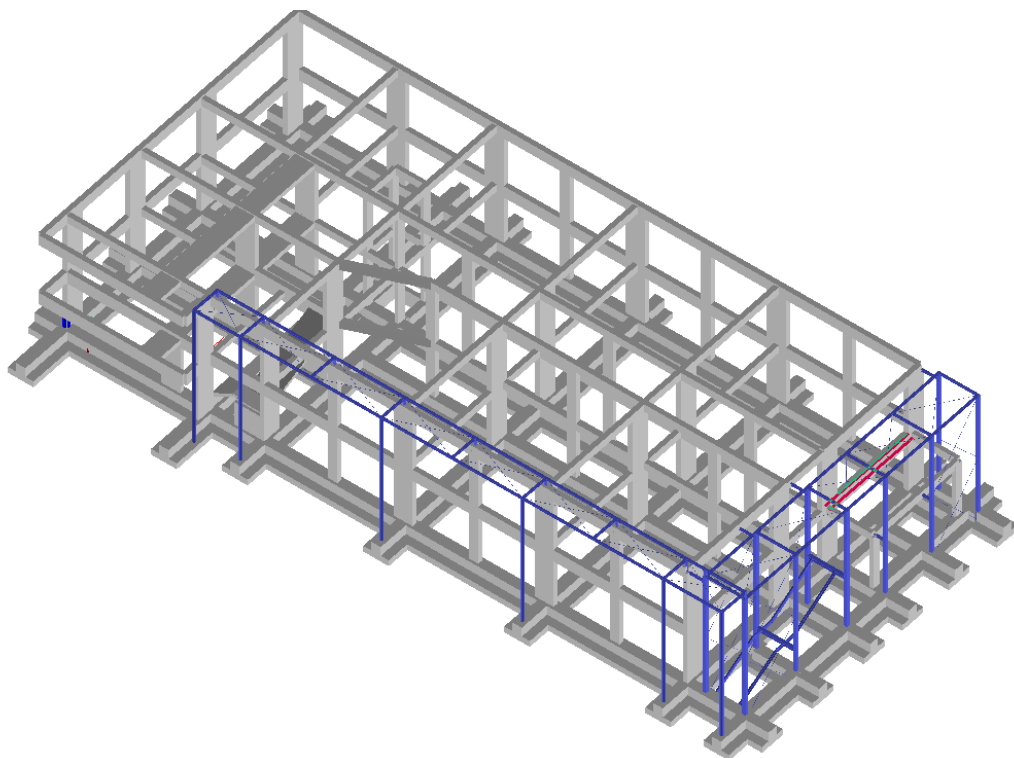
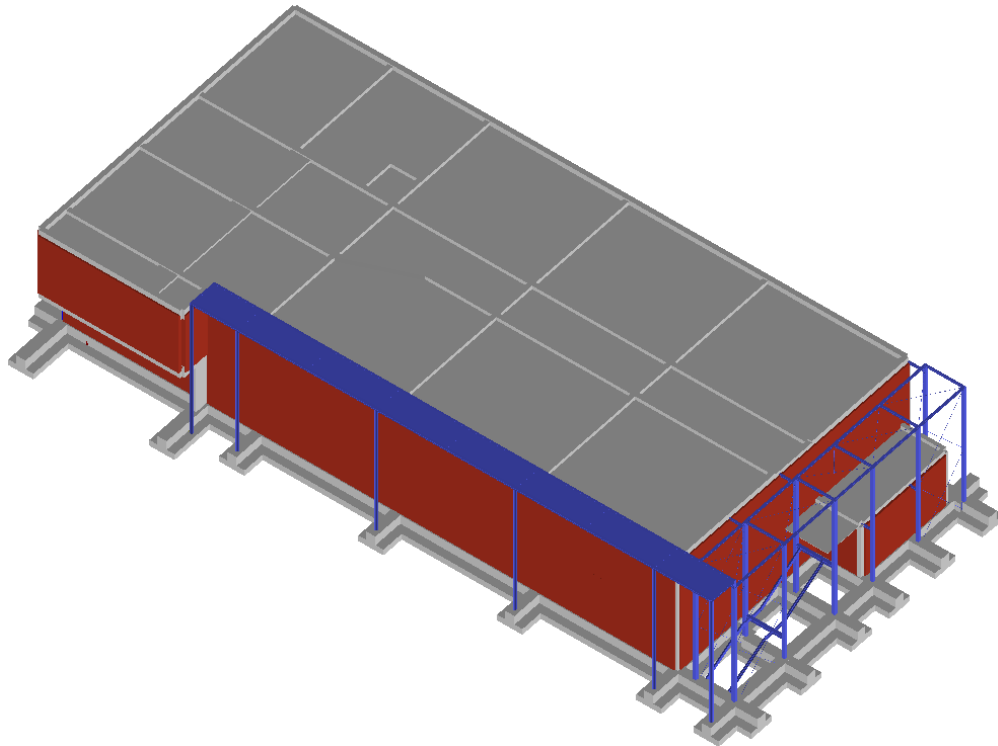
Figura 1 Vista aerea dell'edificio.

Il nuovo fabbricato verrà realizzato con struttura a telaio in cemento armato, con scale esterne di emergenza in acciaio, solai di piano e copertura in laterocemento e fondazioni dirette a trave rovescia. La struttura presenterà forma rettangolare di dimensioni in pianta di circa 18.4 x 42.80 m e si andrà a sviluppare su due livelli per un'altezza massima strutturale di 8.12 m. Esternamente, a protezione dell'ingresso, è prevista la realizzazione di una tettoia in acciaio, mentre in corrispondenza del lato corto della struttura, in aderenza alla scala di emergenza verrà realizzata una struttura di rivestimento in acciaio.

Nel dettaglio, la struttura principale presenta le seguenti caratteristiche:

- pilastri in c.a. 30x120 cm, 30x60 cm e 25x50 cm;
- pilastri in acciaio in profili tubolari 219.1x6.3 mm e quadrati 200x8 mm;
- travi ricalate 30x85 cm, 30x105 cm, 30x78 cm, 30x70 cm, 30x50 cm e 25x50 cm;
- travi a spessore 120x32 cm;
- travi in acciaio in profili HEA 120, HEA 200;
- solai di piano e copertura in laterocemento con soletta superiore collaborante dello spessore di 4 cm, armata con rete elettrosaldata $\varnothing 8/20 \times 20$ di altezza complessiva pari a $28+4=32$ cm;

- solaio di copertura della pensilina in legno e lamiera aggraffata;
- scala interna a soletta rampante di spessore 20 cm appoggiata su setti di spessore 20 cm;
- scala esterna di emergenza in acciaio con profili UPN 220;
- fondazioni costituite da travi rovesce a T 160x40+50x60.

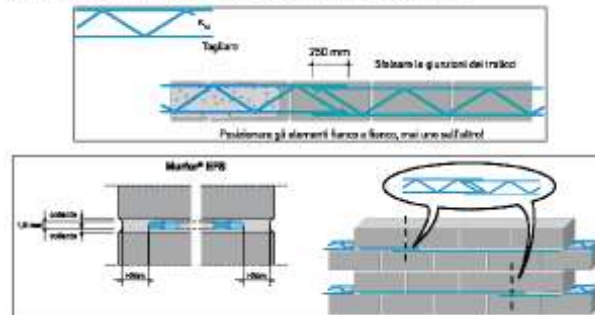


Le tamponature esterne saranno realizzate con blocchi tipo YTONG o equivalenti; al fine di evitare collassi fragili, prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della forza sismica delle tamponature, queste saranno collegate alla struttura mediante l'inserimento di un traliccio annegato nel letto di malta ogni due corsi (a distanza non superiore a 500 mm) ancorato ai pilastri con fori resinati $\varnothing 8$ mm, oppure mediante l'applicazione di leggere reti metalliche o di materiale fibrorinforzato poste su entrambe le superfici della tamponatura all'interno dello spessore di intonaco, come previsto al punto C.7.3.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC2018 (v. figure seguenti).



CONGIUNZIONE DELL'ARMATURA

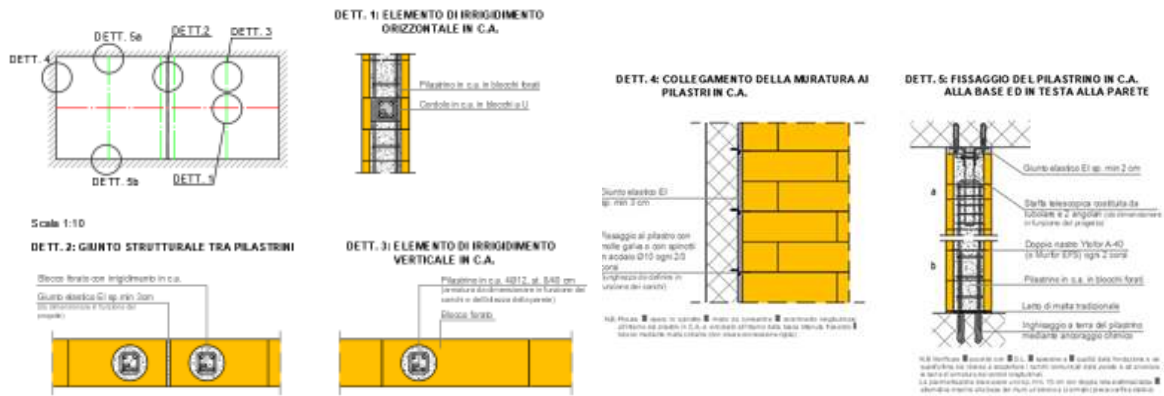
N.B. Posizionare gli elementi ferro a ferro, mai uno all'altro premendo o utilizzando alla controposizione.



INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE DEL NASTRO YTFOFO IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DEL BLOCCO



In corrispondenza delle tamponature di grande dimensione, si dovranno prevedere irrigidimenti aggiuntivi orizzontali e verticali.



Per la presente relazione e le correlate successive si adottano le prescrizioni di cui al Decreto Ministeriale del 17/01/2018 “**Norme Tecniche per le Costruzioni**”.

Le fondazioni sono calcolate in funzione dei carichi della sovrastruttura e dalla caratterizzazione del terreno estrapolata dalla “*Relazione Geologica e Geotecnica*” redatta dal Dott. Geol. Alessandro Finazzi.

Dal punto di vista della progettazione per azioni sismiche si è applicato quanto previsto dal capitolo 4 e 7 delle NTC2018. In particolare per l’edificio in oggetto è previsto un comportamento strutturale **NON dissipativo** con fattore di comportamento **$q=1.5$** .

Per la verifica degli elementi strutturali si è adottato il metodo degli stati limite applicando quanto previsto al §7.4.4. del D.M. 17-01-2018; per la verifica delle fondazioni allo Stato Limite Ultimo è stato utilizzato l’**approccio 2** così come definito al §6.4.2.1. del D.M. 17-01-2018.

L’edificio è posto in **zona 3** secondo la classificazione sismica prevista dalla Deliberazione GRT n. 421 del 26.05.2014 (Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Toscana).



A1.2 Vita nominale. Classe d'uso e Periodo di riferimento (§ 2.4 NTC2018)

Nel rispetto del punto 2.4 delle NTC2018 si assegnano alla struttura oggetto d'esame i seguenti parametri:

La vita nominale dell'opera V_n è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata; nel caso in esame si assume:

Vita Nominale	tab 2.4.1	DM 17/01/2018	
V_n (in anni)	50	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	
In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività			
Classe d'uso	capitolo 2.4.2	DM 17/01/2018	Cu
Classe	III	Reti viarie extra urbane non ricadenti in classe d'uso IV	1.5
L'azione sismica viene valutata in relazione al periodo di riferimento V_r che si ricava (formula 2.4.1)			
V_r (anni)	75	(2.4.1)	

Note le coordinate geografiche del sito (**WGS84: Lat.: 43.8811°; Long.: 11.0837°**) e noto il periodo di riferimento, si possono individuare gli spettri elastici e i parametri di riferimento di seguito riportati:

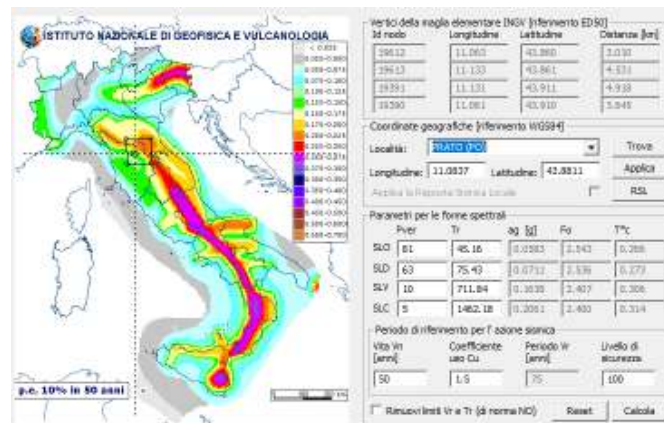


Figura 2 Parametri sismici

Ai fini dell'individuazione della pericolosità di sito, si rende inoltre necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante l'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

In base ai dati riportati nella relazione geologica il terreno di posa viene classificato come appartenente alla categoria:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

La categoria topografica assunta è del tipo T_1 : Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ a cui corrisponde un coefficiente $S_T=1,00$.

A1.3 Informazioni generali sul tipo di analisi e modellazione

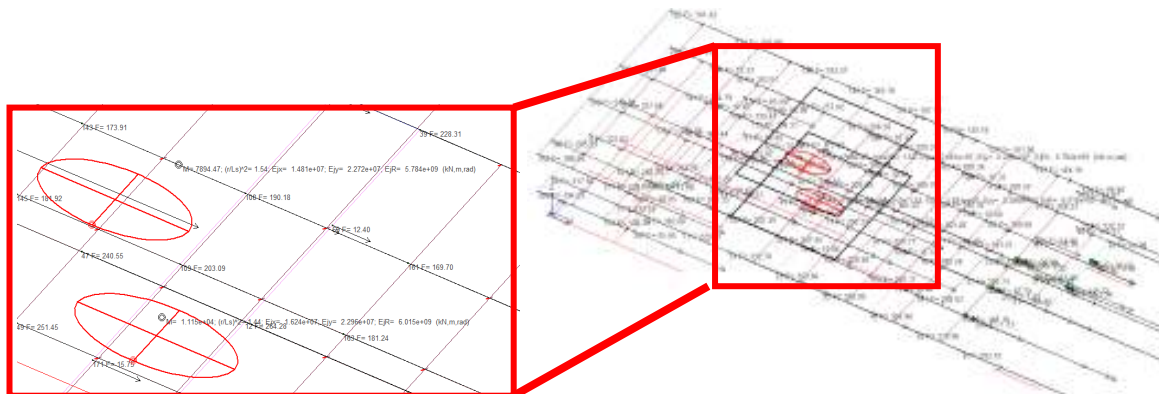
Allo scopo di valutare gli effetti indotti dai carichi agenti sulla struttura è stata adottata una analisi globale, impiegando una **analisi dinamica modale in campo lineare con l'adozione di spettro di risposta abbattuto del fattore di comportamento q** andando a considerare tutti i modi di vibrare con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Nelle analisi sono state considerate le **eccentricità accidentali pari al 5%** della dimensione della struttura nella direzione trasversale al sisma.

Nello specifico, in ottemperanza al paragrafo 7.2.2 delle NTC 2018 e al punto C7.3.1 della relativa circolare esplicativa, per le strutture in esame, è stato adottato un comportamento NON dissipativo con fattore di comportamento pari:

Calcolo fattori di comportamento - D.M. 17/01/2018

Opzioni di calcolo fattore di comportamento:		Caratteristiche costruzione	
Differenza il calcolo nelle direzioni x ed y	<input type="checkbox"/>	Tipo di costruzione	Nuova
Definizione fattore in entrambe le direzioni		Costruzione regolare in pianta	<input type="checkbox"/>
Sistema costruttivo		Costruzione regolare in altezza	<input type="checkbox"/>
Calcestruzzo	<input checked="" type="radio"/>	Fattore di regolarità Kr =	0.8
Prefabbricato	<input type="radio"/>	Capacità dissipativa	Comportamento non dissipativo (ND)
Acciaio o composto acciaio-calcestruzzo	<input type="radio"/>	Parametri fattore in direzione x e y	
Legno	<input type="radio"/>	Sistema costruttivo	Calcestruzzo
Muratura	<input type="radio"/>	Tipologia strutturale	Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste
Tipologia strutturale		Fattore pareti Kw =	1.000
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	<input checked="" type="radio"/>	Definizione rapporto au/a1	Media tra 1 e il valore da normativa
Fattore pareti Kw =	1.000	Riferimento normativo au/a1	Strutture a telaio con più piani e più campate
Strutture a pareti non accoppiate	<input type="radio"/>	Valore au/a1 =	1.150
Strutture deformabili torsionalmente	<input type="radio"/>	Valore base fattore q0 =	3.450 (3.000 au/a1)
Strutture a pendolo inverso	<input type="radio"/>	Fattore dissipativo qd =	2.760 (q0 x Kw x Kr)
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano	<input type="radio"/>	Fattore non dissipativo qnd =	1.500 (2/3 x qd <= 1.5)
Altre tipologie	<input type="radio"/>	Fattori di comportamento utilizzati	
Definizione rapporto au/a1		Dissipativi	
Strutture a telaio di un piano	<input type="radio"/>	q SLU x =	2.760
Strutture a telaio con più piani ed una sola campata	<input type="radio"/>	q SLU y =	2.760
Strutture a telaio con più piani e più campate	<input checked="" type="radio"/>	q SLU z =	1.500
Strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale	<input type="radio"/>	Non dissipativi	
Altre strutture a pareti non accoppiate	<input type="radio"/>	q SLU x =	1.500
Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti	<input type="radio"/>	q SLU y =	1.500
Valore definito dall'utente	<input type="radio"/>	q SLU z =	1.500

NOTA: la struttura viene considerata non torsio deformabile in quanto il rapporto $(r/Ls)^2 > 1$, irregolare in pianta ed elevazione.



Gli schemi statici adottati sono quelli di telai spaziale in c.a. con solai rigidi, dimensionati e progettati per assorbire nel miglior modo possibile le forze verticali prodotte dai carichi e sovraccarichi e le forze orizzontali prodotte dal sisma.

Nel modello di calcolo è stato tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando la fondazione superficiale come elementi su suolo elastico alla Winkler.

Il calcolo della **costante di sottofondo o coefficiente di Winkler** viene effettuato considerando che vi è una relazione lineare tra carico e cedimento:

$$q = K w$$

dove q è il carico, K è la costante di Winkler e w il cedimento.

In riferimento a Bowles, si assume:

$-q$ = carico limite della fondazione;

w = cedimento ammissibile pari a 25,4 mm (1 pollice).

Breve Termine

La fondazione è caratterizzata dai seguenti parametri:

D =	1.00	m	altezza del ricoprimento;
B =	1.60	m	larghezza della fondazione;
L =	3.00	m	lunghezza della fondazione (L>B)

I parametri meccanici del terreno sono:

$\phi =$	0.0	° =	0.0000	rad	angolo di attrito;
$c =$	7	t/m ²			coesione;
$\gamma_1 =$	1.90	t/m ²			peso del terreno di ricoprimento;
$\gamma_2 =$	1.90	t/m ²			peso del terreno di fondazione;

Valore della capacità portante

$$\gamma_R = 1.00$$

la capacità portante limite è determinata con la seguente espressione (Brinch - Hansen 1970):

$$R_{lim} = 0.5 \cdot N_{\gamma} \cdot \gamma_{2d} \cdot B \cdot S_{\gamma} + N_c \cdot C_d \cdot S_c + N_q \cdot \gamma_{1d} \cdot D \cdot S_q$$

Fattori di capacità portante	
$N_q =$	1.000
$N_c =$	5.142
$N_{\gamma} =$	0.000

Coefficienti di forma - De Beer 1967		
$S_q =$	$1+B/L \tan \phi =$	1.000
$S_c =$	$1+B/L N_q/N_c =$	1.104
$S_{\gamma} =$	$1-0.4 B/L =$	0.787

$$N_q \cdot \gamma_{1d} \cdot D \cdot S_q = 1.900 \text{ t/m}^2$$

$$N_c \cdot C_d \cdot S_c = 39.726 \text{ t/m}^2$$

$$0.5 \cdot N_{\gamma} \cdot \gamma_{2d} \cdot B \cdot S_{\gamma} = 0.000 \text{ t/m}^2$$

$$R_{lim} = 41.627 \text{ t/m}^2$$

La costante di **Winkler** viene determinata per uno spostamento ammissibile di 1 Pollice

$$\delta = 1 \text{ inch} = 0.0254 \text{ m} \quad 1/\delta = 39.3700787 \text{ m}^{-1}$$

$$R_{lim} = 41.63 \text{ t/m}^2 \quad [40 - 50]$$

$$K_w = 1638.8 \text{ t/m}^3 \quad 1.6 \text{ Kg/cm}^3$$

La fondazione è caratterizzata dai seguenti parametri:

D =	1.00	m	altezza del ricoprimento;
B =	1.60	m	larghezza della fondazione;
L =	3.00	m	lunghezza della fondazione (L>B)

I parametri meccanici del terreno sono:

$\phi =$	27.0	$^{\circ} =$	0.4712	rad	angolo di attrito;
c =	1	t/m ²			coesione;
$\gamma_1 =$	1.90	t/m ²			peso del terreno di ricoprimento;
$\gamma_2 =$	1.90	t/m ²			peso del terreno di fondazione;

Valore della capacità portante

$$\gamma_R = 1.00$$

la capacità portante limite è determinato con la seguente espressione (Brinch - Hansen 1970):

$$R_{lim} = 0.5 \cdot N_{\gamma} \cdot \gamma_{2d} \cdot B \cdot S_{\gamma} + N_c \cdot C_d \cdot S_c + N_q \cdot \gamma_{1d} \cdot D \cdot S_q$$

Fattori di capacità portante	Coefficienti di forma - De Beer 1967	
Nq = 13.199	Sq = $1+B/L \tan \phi =$ 1.272	$N_q \cdot \gamma_{1d} \cdot D \cdot S_q =$ 31.893 t/m ²
Nc = 23.942	Sc = $1+B/L N_q/N_c =$ 1.294	$N_c \cdot c_d \cdot S_c =$ 30.982 t/m ²
N γ = 14.470	S γ = $1-0.4 B/L =$ 0.787	$0.5 \cdot N_{\gamma} \cdot \gamma_{2d} \cdot B \cdot S_{\gamma} =$ 17.302 t/m ²
		R_{lim} = 80.177 t/m²

La costante di **Winkler** viene determinata per una spostamento ammissibile di 1 Pollice

$\delta =$	1	inch	0.0254	m	$1/\delta =$	39.3700787	m ⁻¹
R _{lim} =	80.18	t/m ²				[40 – 50]	
K _w =	3156.6	t/m ³	3.2	Kg/cm³			

$$K_{w\text{medio}} = \mathbf{2.39 \text{ Kg/cm}^3}$$

Costante di **Winkler ASSUNTA** nel calcolo:

$$K_w = \mathbf{2.00 \text{ Kg/cm}^3}$$

La costante sopra riportata si riferisce alla componente verticale, per la componente orizzontale, data la reale impossibilità di traslazione, si assume un valore pari al precedente moltiplicato per 10.

<input type="checkbox"/> Interazione terreno	
<input checked="" type="checkbox"/> Fondazione (faccia inferio...	
K terr. vert.	2.0 [kg/cm ³]
K terr. oriz.	20.0 [kg/cm ³]

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

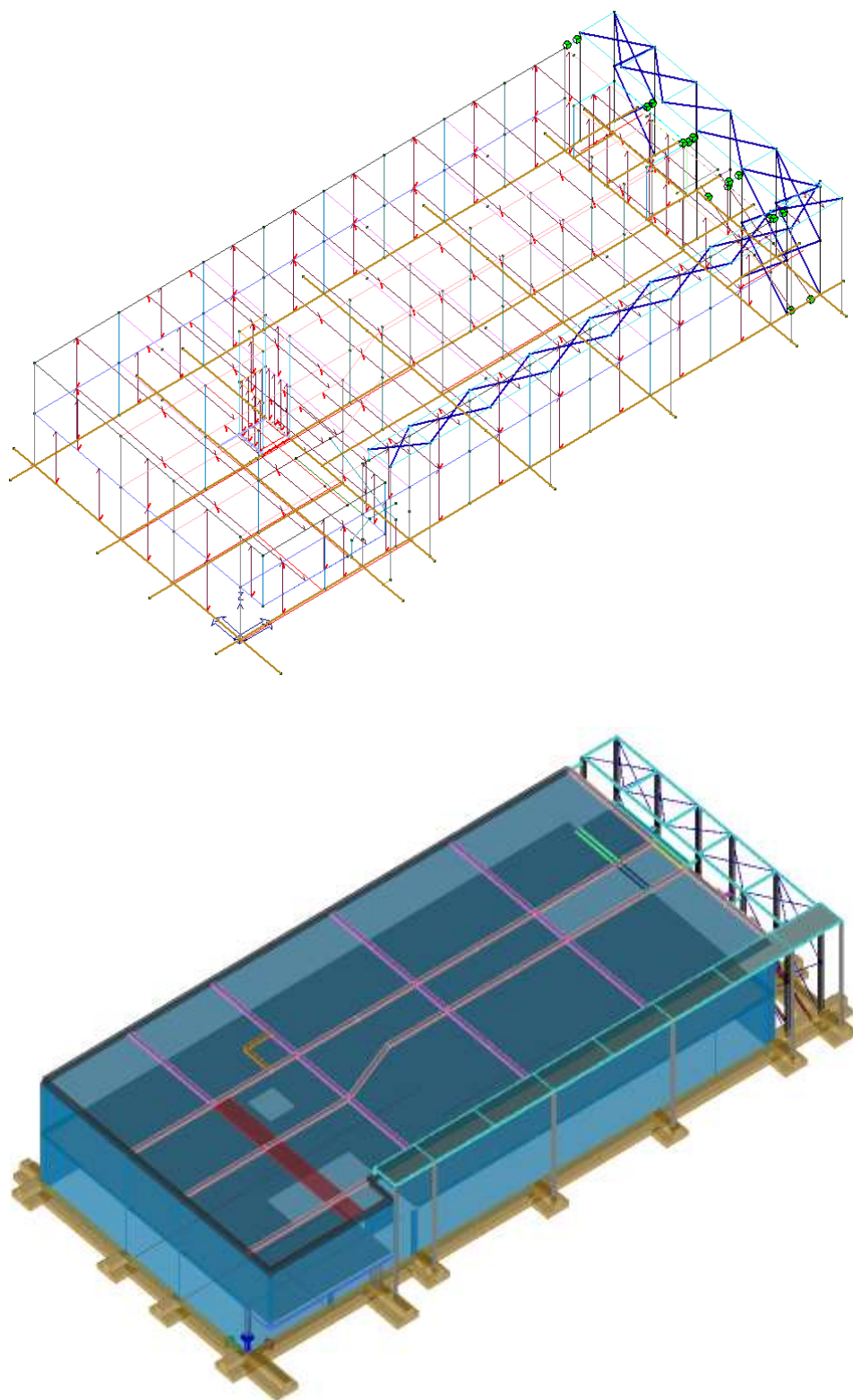


Figura 3 modello agli elementi finiti.

A1.4 Valutazione della Sicurezza

(§ 2.3 NTC2018)

Per la verifica degli elementi strutturali si è adottato il metodo degli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza applicando quanto previsto al §2.3. del D.M. 17-01-2018. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \Rightarrow E_d \quad [2.2.1]$$

dove:

- ⌘ R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- ⌘ E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni.

Per le costruzioni in calcestruzzo armato i requisiti richiesti di resistenza, funzionalità, durabilità e robustezza si garantiscono verificando il rispetto degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio della struttura, dei componenti strutturali e dei collegamenti.

A1.5 Tipo e caratteristiche dei materiali strutturali

Si riportano a seguire le grandezze fondamentali dei materiali utilizzati per le cui specifiche si rimanda all'apposita relazione sui materiali:

▲ Calcestruzzi strutture fondazione

Calcestruzzo:	Classe C25/30		
R_{ck} 30		Valore caratteristico della resistenza cubica	
f_{ck} 24,90 N/mm ²		resistenza caratteristica a compressione	(11.2.1)
f_{ctm} 2,56 N/mm ²		resistenza media a trazione per classi <C50/60	(11.2.3a)
f_{ctm} 3,09 N/mm ²		resistenza media a trazione per classi >C50/61	(11.2.3b)
f_{ctk} 1,79 N/mm ²		resistenza caratteristica a trazione per classi <C50/60	(11.2.3a)
f_{ctm} 4,01 N/mm ²		resistenza caratteristica a trazione per classi >C50/61	(11.2.3b)
f_{cm} 32,90 N/mm ²		valore medio della resistenza cilindrica	(11.2.2)
f_{ctm} 3,06974 N/mm ²		valore medio della resistenza a trazione	(11.2.4)
E_{cm} 32.721 N/mm ²		valore del modulo elastico istantaneo del cls	(11.2.5)

Da cui si ricavano i valori di progetto

Definiti

γ_c 1,50		coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	
α_{cc} 0,85		coefficiente riduttivo dei carichi	
f_{cd} 14,11 N/mm ²		resistenza di calcolo a compressione del cls	(4.1.4)
f_{ctd} 1,1938 N/mm ²		resistenza di calcolo a trazione del cls	(4.1.5)

▲ Acciai per c.a.

Acciaio per c.a.	Classe B450C		
f_{y,nom} 450 N/mm ²		tensione caratteristica di snervamento	tab. 11.3.la
f_{t,nom} 540 N/mm ²		tensione caratteristica di rottura	tab. 11.3.la
f_{bk} 4,88 N/mm ²		resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	(4.1.8)
E_{sm} 200000 N/mm ²		valore del modulo elastico istantaneo	
Da cui si ricavano i valori di progetto			
Definiti			
γ_s 1,15		coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio	
f_{yd} 391,30 N/mm ²		resistenza di calcolo dell'acciaio	(4.1.6)
f_{bd} 3,25 N/mm ²		resistenza tangenziale di calcolo di aderenza	(4.1.7)

▲ Calcestruzzi strutture elevazione

Calcestruzzo:		Classe C28/35	
R_{ck}	35		Valore caratteristico della resistenza cubica
f_{ck}	29,05	N/mm ²	resistenza caratteristica a compressione (11.2.1)
f_{ctm}	2,83	N/mm ²	resistenza media a trazione per classi <C50/60 (11.2.3a)
f_{ctm}	3,28	N/mm ²	resistenza media a trazione per classi >C50/61 (11.2.3b)
f_{ctk}	1,98	N/mm ²	resistenza caratteristica a trazione per classi <C50/60 (11.2.3a)
f_{ctm}	4,27	N/mm ²	resistenza caratteristica a trazione per classi >C50/61 (11.2.3b)
f_{cm}	37,05	N/mm ²	valore medio della resistenza cilindrica (11.2.2)
f_{cfm}	3,40199	N/mm ²	valore medio della resistenza a trazione (11.2.4)
E_{cm}	34.042	N/mm ²	valore del modulo elastico istantaneo del cls (11.2.5)
Da cui si ricavano i valori di progetto			
Definiti			
γ_c	1,50		coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo
α_{cc}	0,85		coefficiente riduttivo dei carichi
f_{cd}	16,46	N/mm ²	resistenza di calcolo a compressione del cls (4.1.4)
f_{ctd}	1,323	N/mm ²	resistenza di calcolo a trazione del cls (4.1.5)

▲ Acciai per c.a.

Acciaio per c.a.		Classe B450C	
f_{y, nom}	450	N/mm ²	tensione caratteristica di snervamento tab. 11.3.la
f_{t, nom}	540	N/mm ²	tensione caratteristica di rottura tab. 11.3.la
f_{bk}	4,88	N/mm ²	resistenza tangenziale caratteristica di aderenza (4.1.8)
E_{sm}	200000	N/mm ²	valore del modulo elastico istantaneo
Da cui si ricavano i valori di progetto			
Definiti			
γ_s	1,15		coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio
f_{yd}	391,30	N/mm ²	resistenza di calcolo dell'acciaio (4.1.6)
f_{bd}	3,25	N/mm ²	resistenza tangenziale di calcolo di aderenza (4.1.7)

▲ Acciai per strutture metalliche

3.3 Acciai per strutture metalliche e composte (punto 11.3.4)

3.3.

1 Acciai laminati (punto 11.3.4.2)

Si prescrive l'utilizzo di acciai conformi alle norme armonizzate UNI-EN 10025 (per i laminati), UNI-EN 10210 (per i tubi senza saldatura), UNI-EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti marcatura CE cui si applica il sistema di attestazione 2+, di cui al punto A del paragrafo 11.1.

In sede di progettazione si assumono i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

E	210,000	N/mm ²	valore del modulo elastico istantaneo
G	80,769	N/mm ²	valore del modulo elastico trasversale
ν	0.30	-	coefficiente di Poisson
ρ	78.50	N/m ³	densità

Si assumono inoltre i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche:

Tipo di acciaio	Spessore nominale dell'elemento				da tab.11.3.IX laminati a caldo con profili a sezione aperta
	t≤40mm		40mm<t<80mm		
	$f_{y,k}$	$f_{t,k}$	$f_{y,k}$	$f_{t,k}$	
S355	355	510	335	470	

essendo:

$f_{y,k}$	N/mm ²	tensione di snervamento
$f_{t,k}$	N/mm ²	tensione di rottura

3.3.

1 Bulloni (punto 11.3.4.6.1)

Si prescrive l'utilizzo di bulloni conformi per caratteristiche dimensionali alle norme UNI-EN-ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 che appartengono alle classi associate di cui alla norma UNI-EN-ISO 898:2001. I materiali utilizzati, viti e dadi, presentano i seguenti valori:

Vite	Classe	8.8		
Dado	Classe	8		
$f_{y,b}$	640	N/mm ²	tensione di snervamento	
$f_{t,b}$	800	N/mm ²	tensione di rottura	

L'esecuzione delle strutture dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1090-2:2011, "Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio -Parte 2: Requisiti tecnici per le strutture di acciaio".

Firmato da:

FRAPPI FEDERICO

codice fiscale FRPFR70D12G912H

num.serie: 46523471882831676437911574482287866385

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 05/01/2021 al 06/01/2024