

# COMUNE DI GATTEO

## PROVINCIA DI FORLI' CESENA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA COMPONENTE 1  
POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITA'  
INVESTIMENTO 3.3:

PIANO DI MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA CON IL PROGETTO  
"LAVORI DI NUOVA COSTRUZIONE IN SOSTITUZIONE DI EDIFICIO ESISTENTE  
DELLA SCUOLA PASCOLI DI GATTEO - 1° STRALCIO FUNZIONALE UNITA'  
STRUTTURALE LATO EST" CUP: I13C23000030001

DATI CATASTALI:

N.C.E.U. COMUNE DI GATTEO - FOGLIO 13 - PARTICELLA 20 - SUB 13, 14

COMMITTENTE:  
COMUNE DI GATTEO  
PIAZZA VESI N. 6  
47043 - GATTEO (FC)

PROGETTAZIONE:  
SINGEA STUDIO TECNICO ASSOCIATO  
VIA BUFALINI, 2  
47838 - RICCIONE (RN)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:  
ARCH. GABRIELE VENZI

PROFESSIONISTA INCARICATO:  
ING. PIETRO BATTARRA

DISCIPLINA:  
**STRUTTURE**

OGGETTO:  
**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DELLE  
OPERE STRUTTURALI**

rev.	Data	Descrizione revisione	red.	app.	ver.
4	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
0	26/07/2023	EMISSIONE INIZIALE	GG	-	PB

fase	progressivo	rev.
P	C - 0 - 1 - 0	
Data di emissione	26/07/2023	Sc. -



Viale Bufalini, 2 - 47838 Riccione (Rn)  
tel. 0541/412206  
info@singea.net  
P.IVA 04116540404

## Sommario

1	ESTREMI DELLA STAZIONE APPALTANTE E DEI TECNICI INCARICATI .....	2
2	INDIVIDUAZIONE DEL SITO E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI NUOVA REALIZZAZIONE .....	3
3	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO E DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI .....	5
4	INDICAZIONE DESTINAZIONI D'USO PREVISTE E ANALISI DEI CARICHI .....	5
5	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	8
6	TIPOLOGIE STRUTTURALI ADOTTATE .....	8
7	FATTORE DI STRUTTURA .....	9
8	CONSIDERAZIONI SULLE STRUTTURE DI FONDAZIONE .....	10
9	MATERIALI STRUTTURALI .....	11
10	INDIVIDUAZIONE PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	12
11	REGOLARITA' IN Pianta E IN ALTEZZA .....	14
12	SINTESI DEI RISULTATI DEL PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE .....	14

## RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA DELLE OPERE STRUTTURALI

### 1 ESTREMI DELLA STAZIONE APPALTANTE E DEI TECNICI INCARICATI

#### Stazione appaltante:

COMUNE DI GATTEO

Piazza Vesi n. 6

47043 – Gatteo (FC)

Responsabile unico del procedimento: Arch. Gabriele Venzi

#### Progettazione:

Singea Studio tecnico associato

Viale Bufalini n. 2

47838 Riccione (RN)

Tecnico responsabile della progettazione: Ing. Pietro Battarra

## 2 INDIVIDUAZIONE DEL SITO E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI NUOVA REALIZZAZIONE

La presente relazione riguarda il progetto per “Lavori di nuova costruzione in sostituzione di edificio esistente della scuola Pascoli di Gatteo – 1° stralcio funzionale unità strutturale lato est. CUP I13C23000030001”

L'intervento si configura, ai sensi del D.M. 17/01/2018, quale nuova costruzione.

L'intervento prevede la realizzazione di n. 1 unità strutturale giuntata rispetto ai corpi di fabbrica esistenti che rimarranno in pristino nella prima fase di intervento del 1° stralcio funzionale.

**FONDAZIONI** – Le fondazioni saranno del tipo superficiale realizzate con travi rovesce impostate su approfondimenti in magrone atti a trasmettere i carichi derivanti dalle strutture in elevazione a strati affidabili di terreno e a consentire la minimizzazione degli effetti stagionali di ritiro e rigonfiamento del terreno derivanti dall'essiccamento e imbibizione del terreno stesso.

- **STRUTTURE IN ELEVAZIONE** – La nuova struttura ospiterà n. 10 aule direttamente connesse al plesso scolastico esistente. L'edificio, di dimensioni in pianta inscrivibili in un rettangolo di circa 23.00x20.00m, possiede un'altezza all'estradosso del solaio di copertura rispetto all'estradosso delle travi di fondazione di 8.54 m. L'unità strutturale è costituita da una struttura in c.a. del tipo a pareti non accoppiate e telaio con prevalente comportamento a pareti non accoppiate di due piani fuori terra. Sulla copertura, costituita da un lastrico solare piano, è prevista l'ubicazione di un impianto fotovoltaico e delle pompe di calore a servizio della nuova porzione di struttura.

Si riportano di seguito le planimetrie del piano terra e del piano primo:

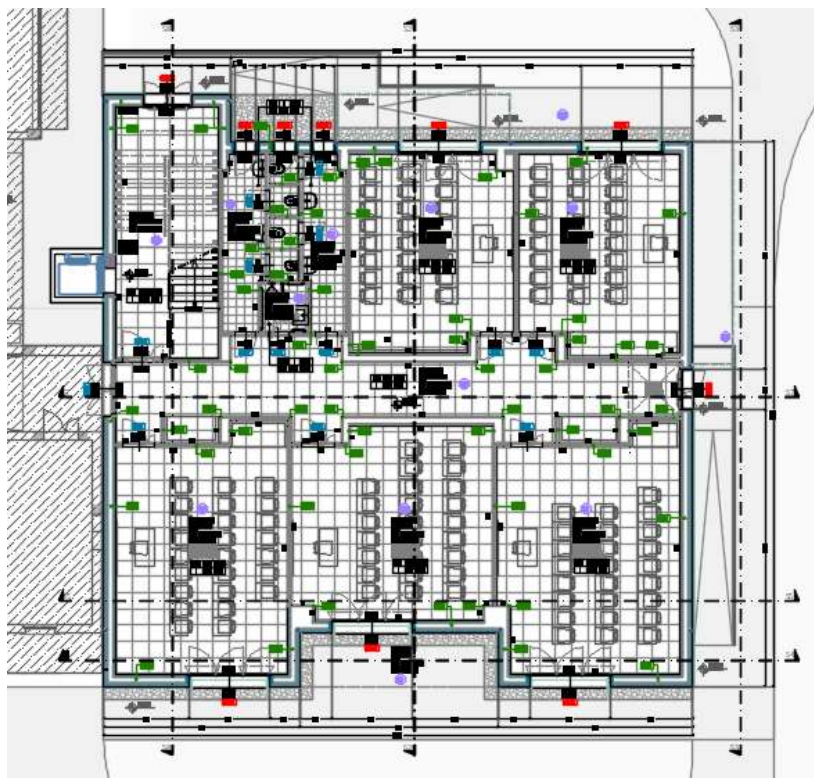


Figura 1 Planimetria piano terra

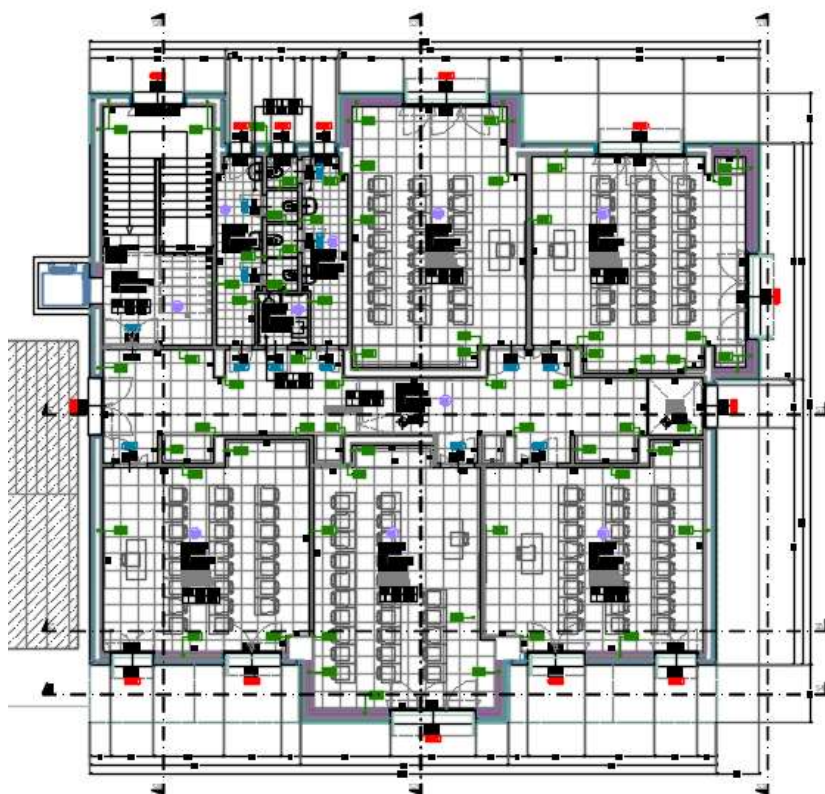


Figura 2 Planimetria piano primo

Le coordinate adottate per l'individuazione del sito di costruzione sono le seguenti:

LATITUDINE: 44.1115° N

LONGITUDINE: 12.3845° E

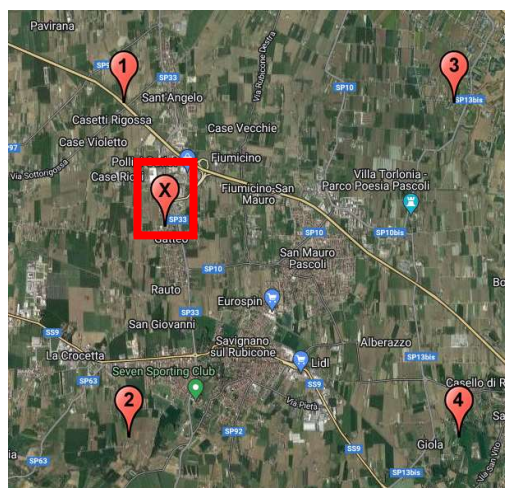


Figura 3 - Individuazione sito di intervento



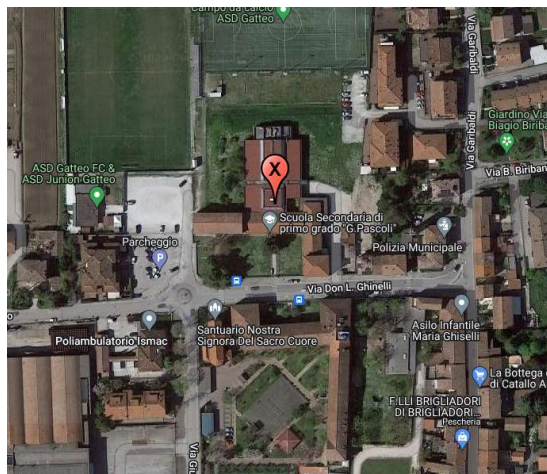


Figura 4 Individuazione sito di intervento

### 3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO E DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

- D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

### 4 INDICAZIONE DESTINAZIONI D'USO PREVISTE E ANALISI DEI CARICHI

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite. Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU). La normativa fondamentale a cui far riferimento per la preventiva determinazione dei carichi è il D.M. del 17/01/2018.

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi dei principali solai e solette:

Tipo solaio	Descrizione solaio	
1	Solaio piano primo - locali interni Solaio in laterocemento dotato di caldana armata - Spessore 24+5 cm	
Peso strutturale		3.60 KN/m2
Peso permanente non strutturale		Compiutamente definito 3.50 KN/m2
Sovraccarico		Categoria/Azione: C1 - Scuole 3.00 KN/m2
Tipo solaio	Descrizione solaio	
2	Solaio piano primo - Intercapedini tetti rivestiti Solaio in laterocemento dotato di caldana armata - Spessore 24+5 cm	
Peso strutturale		3.60 KN/m2
Peso permanente non strutturale		Compiutamente definito 2.57 KN/m2
Sovraccarico		Categoria/Azione: Manutenzione 1.20 KN/m2
Tipo solaio	Descrizione solaio	
3	Solaio copertura per alloggiamento impianti e manutenzione Solaio in laterocemento dotato di caldana armata - Spessore 24+5 cm	
Peso strutturale		3.60 KN/m2
Peso permanente non strutturale		Compiutamente definito 5.09 KN/m2
Sovraccarico		Categoria/Azione: Manutenzione 1.20 KN/m2

Tipo solaio	Descrizione solaio	
4	Pannelli FV	
Peso strutturale		3.60 KN/m2
Peso permanente non strutturale		Compiutamente definito 5.09 KN/m2
Sovraccarico		Categoria/Azione: Manutenzione 1.20 KN/m2
Tipo solaio	Descrizione solaio	
5	Solaio copertura altana Solaio in laterocemento dotato di caldana armata - Spessore 24+5 cm	
Peso strutturale		3.60 KN/m2
Peso permanente non strutturale		Compiutamente definito 2.57 KN/m2
Sovraccarico		Categoria/Azione: Neve 1.20 KN/m2
Tipo solaio	Descrizione solaio	
6	Scala interna Soletta in c.a. sp. 20 cm	
Peso strutturale		5.00 KN/m2
Peso permanente non strutturale		Compiutamente definito 1.50 KN/m2
Sovraccarico		Categoria/Azione: C - Scale comuni 4.00 KN/m2

Si rimanda agli elaborati grafici per l'individuazione planimetrica dei singoli solai.

#### Condizioni di carico elementari

Le condizioni elementari di carico considerate nella progettazione della struttura in esame sono le seguenti:

- peso proprio delle strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- carichi variabili;
- azione sismica.

#### Carichi variabili

I carichi variabili sono prescritti dalla Normativa vigente e correlati alla destinazione d'uso dei locali.

I carichi variabili considerati sono quelli evidenziati nel seguito, come indicato nella tabella 3.1.II del D.M. 17.01.2018:

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.



### Neve

Sui due solai di copertura (della pensilina esistente e della veranda di nuova realizzazione) si considera agente il carico della neve, determinato in ottemperanza a quanto prescritto al punto 3.4 del D.M. 17.01.2018, in relazione al valore caratteristico del carico di neve al suolo  $q_{sk}$ ; per il caso in esame il valore sarà ricavato considerando:

- Area di ubicazione dell'edificio: Zona I - Mediterranea;
- Altitudine sul livello del mare: 12.00 m;
- Pressione della neve  $p_s = q_{sk} * \mu_1 * c_e * c_t$ ;
- Categoria del coefficiente d'esposizione: normale,  $c_e$  (Coefficiente d'esposizione): 1;
- $c_t$  (Coefficiente termico): 1;
- Angolo d'inclinazione della falda: inferiore a 30°; -  $\mu_1$  (Coefficiente di forma della copertura): 0.80;

Carichi agenti:  $q_{sk}$  (Valore di riferimento del carico neve al suolo): 1.50 kN/m<sup>2</sup>

$q_{ss}$  (Carico provocato dalla neve sulle coperture): 1.20 kN/m<sup>2</sup>

### Sisma

Le azioni sismiche vengono calcolate direttamente dal programma di calcolo strutturale utilizzato facendo riferimento ai parametri specifici indicati in premessa.

## 5 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

La vita nominale strutturale, ai sensi del D.M. 17/01/2018, è definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta a manutenzione straordinaria, mantenga specifici livelli prestazionali.

Per le strutture oggetto di verifica, si è optato per assumere quanto segue per la definizione dell'azione sismica:

- Vita nominale: **50 anni - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari**
- Classe d'uso: **IV – Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.**
- Il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica si assume pertanto pari a:

$V_R = V_N * C_U = 100$  anni con  $C_U = 2.0$  per strutture di classe d'uso IV.

## 6 TIPOLOGIE STRUTTURALI ADOTTATE

L'analisi del progetto architettonico e dei suoi requisiti ha permesso di individuare la tipologia strutturale più idonea e i materiali da adottare. Si è deciso di procedere come riportato in seguito: considerate le dimensioni plano-altimetriche e le effettive distribuzioni di massa, rigidezza e resistenza del fabbricato, si è optato per utilizzare uno schema strutturale a pareti non accoppiate con casseri a rimanere in EPS che fungeranno da coibente per le murature esterne, integrato dalla presenza di alcuni pilastri volti a soddisfare le esigenze distributive del progetto architettonico. L'edificio è composto da due piani fuori terra. Gli orizzontamenti previsti sono i seguenti:

Solaio piano primo e piano secondo realizzato in laterocemento di spessore complessivo pari a 29 cm (24 cm altezza dell'alleggerimento in laterizio e 5 cm altezza caldana)

Le fondazioni saranno del tipo "superficiale" costituite da travi rovesce dimensionate in funzione delle tensioni da trasmettere al piano di posa ed in funzione del layout architettonico.

Si riporta in seguito un'immagine del modello di calcolo allo stato di progetto in cui si individuano gli elementi strutturali considerati:

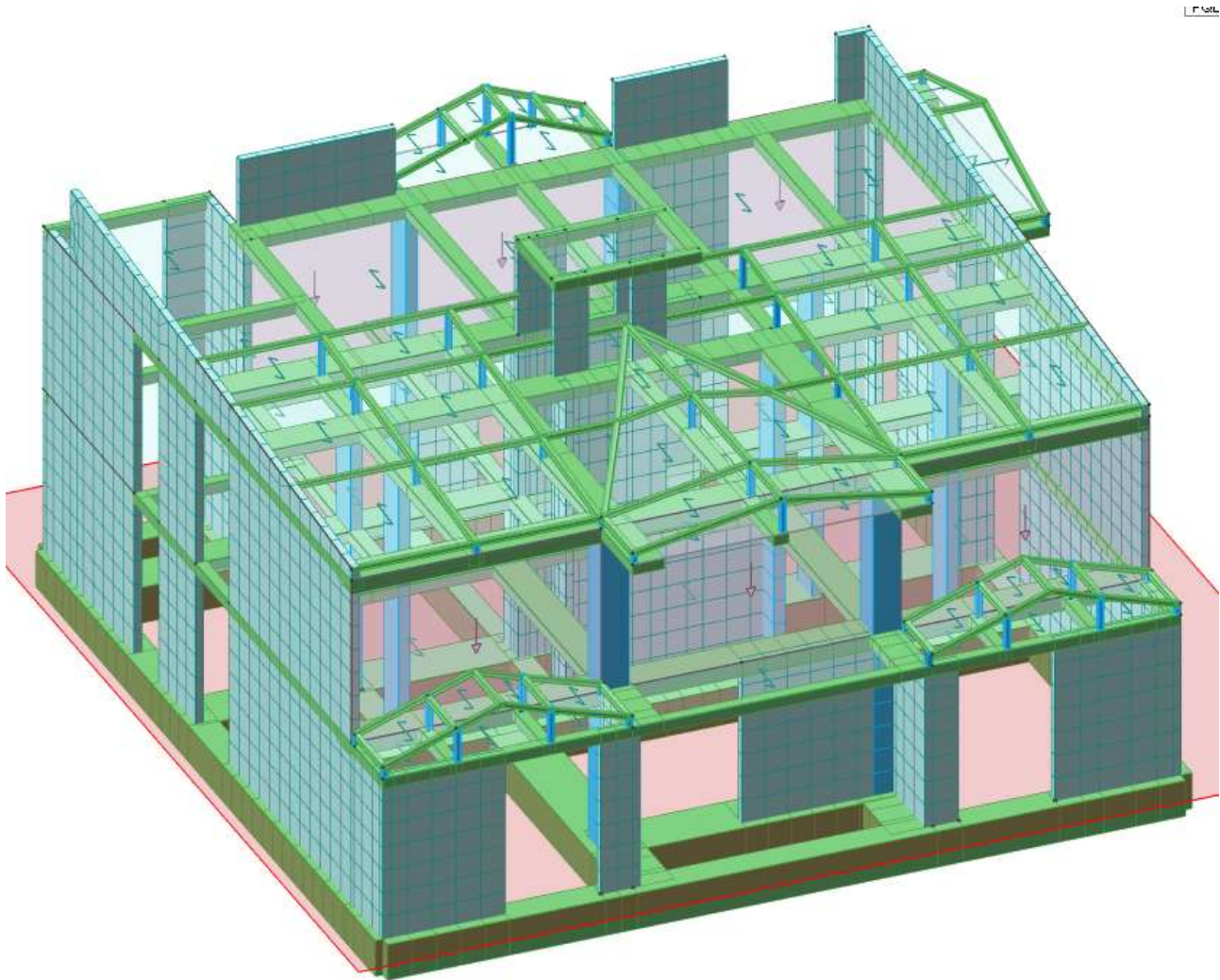


Figura 5 - Vista del modello di calcolo

Riassumendo, in ragione del sistema sismo-resistente adottato e ai sensi del cap. 7.4.3.1 del D.M. del 17/01/2018 le strutture in oggetto sono classificabili come segue:

- STRUTTURA N.2 – ai sensi del cap. 7.4.3.1 del D.M. del 17/01/2018 classificabile come **STRUTTURA A PARETI NON ACCOPPIATE** nella quale la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti;

## 7 FATTORE DI STRUTTURA

Il comportamento strutturale scelto per l'unità strutturale di nuova realizzazione, in virtù della tecnica costruttiva prescelta e della configurazione strutturale ipotizzata, è di tipo **NON DISSIPATIVO**. Si è quindi optato per l'adozione di un fattore di struttura pari a  $q=1.50$

## 8 CONSIDERAZIONI SULLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

L'intervento è sito nel Gatteo (FC), in via Don L. Ghinelli.

Alla luce delle caratteristiche del progetto di nuova costruzione si è optato per eseguire un'indagine geognostica specifica redatta dal Dott. Geol. Aride Bucci. Sulla base delle risultanze delle indagini geologiche effettuate in situ sono state determinate le caratteristiche idrologiche e geomeccaniche dei terreni ed è stata ricostruita la stratigrafia dell'area che presenta, a partire dalla superficie, una prevalenza di litotipi argillosi e sabbiosi.

Per il dimensionamento delle strutture di fondazione sono stati quindi individuati i seguenti strati litotecnici e i relativi parametri di resistenza e deformabilità:

Legenda	
Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
C':	Coesione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
K:	Costante di winkler
Puv:	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Dr	Densità relativa (%)

CPT2

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	c'	Mo	K	Puv	PuvS	Fi	Dr
1	1.30/1.40	C	0.40	0.03	40		1.70	1.80	14/16°	
2	7.00/7.40	C	0.70	0.05	45		1.80	1.90	18°	
3	15.90	C	0.80	0.05	50		1.80	1.90	18°	
4	20.00	C	1.10	0.10	70		1.90	2.00	18/20°	40/45

La relazione geologica segnala la presenza di una falda ipodermica a -2.40 m dal p.c. specificando che non si tratta di una vera e propria falda freatica o artesianica ma essa rappresenta un livello ipodermico superficiale presente per adsorbimento del minerale argilloso..

L'area in cui si trova il fabbricato è considerata idonea all'edificazione.

Limitatamente alla presente fase di progetto preliminare le valutazioni sono state svolte riferimento ad un suolo di tipo "C" secondo la metodologia convenzionale proposta nel cap. 3.2.3 del D.M. del 17/01/2018:

Categoria di sottosuolo	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
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 Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per quanto riguarda la categoria topografica si adotta una T1, secondo quanto riportato nelle norme NTC 2018:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

A seguito dell'indagine geologica svolta è emerso un indice del potenziale di liquefazione  $IL=0.49$  e pertanto rientra nella casistica di "Potenziale Basso".

## 9 MATERIALI STRUTTURALI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle strutture sono quelli riportati nel seguito:

PRESCRIZIONI PER I MATERIALI DELLE STRUTTURE REALIZZATE IN OPERA	
<b>CALCESTRUZZO PER STRUTTURE DI FONDAZIONE</b> Classe di resistenza ( $N/mm^2$ ): C25/30 Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206 - UNI 11104): XC2 Dimensione massima degli aggregati $d=32$ mm Classe di consistenza S4 - Rapporto acqua/cemento $<0.55$ Minimo contenuto in cemento: $>320 Kg/m^3$ <b>CALCESTRUZZO PER SETTI E PILASTRI</b> Classe di resistenza ( $N/mm^2$ ): C28/35 Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206 - UNI 11104): XC1 Dimensione massima degli aggregati $d=15$ mm Classe di consistenza S5 - Rapporto acqua/cemento $<0.55$ Minimo contenuto in cemento: $>320 Kg/m^3$ <b>CALCESTRUZZO PER TRAVI, SOLAI E SOLETTE</b> Classe di resistenza ( $N/mm^2$ ): C25/30 Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206 - UNI 11104): XC1 Dimensione massima degli aggregati $d=25$ mm Classe di consistenza S5 - Rapporto acqua/cemento $<0.55$ Minimo contenuto in cemento: $>320 Kg/m^3$	<b>ACCIAIO IN BARRE PER C.A.</b> Acciaio tipo B450C Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{ynom}=450 N/mm^2$ Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{tnom}=540 N/mm^2$ Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$ (frattile 10%) <b>ACCIAIO IN BARRE PER C.A. E RETI ELETTRICALI</b> Acciaio tipo B450C impiegabile anche come FeB 44k Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{ynom}=450 N/mm^2$ Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{tnom}=540 N/mm^2$ Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$ (frattile 10%) <b>ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA (profili, piastre)</b> Acciaio tipo S275 Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}=275 N/mm^2$ Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}=430 N/mm^2$ Saldature di prima classe Bulloni, tirafondi, barre filettate ecc... classe 8.8 <b>RESINA EPOSSIDICA BI-COMPONENTE PER INGHISAGGI</b> Tipo "HILTI HIT-HY 200 o similari" (salvo diversamente specificato negli elaborati progettuali)

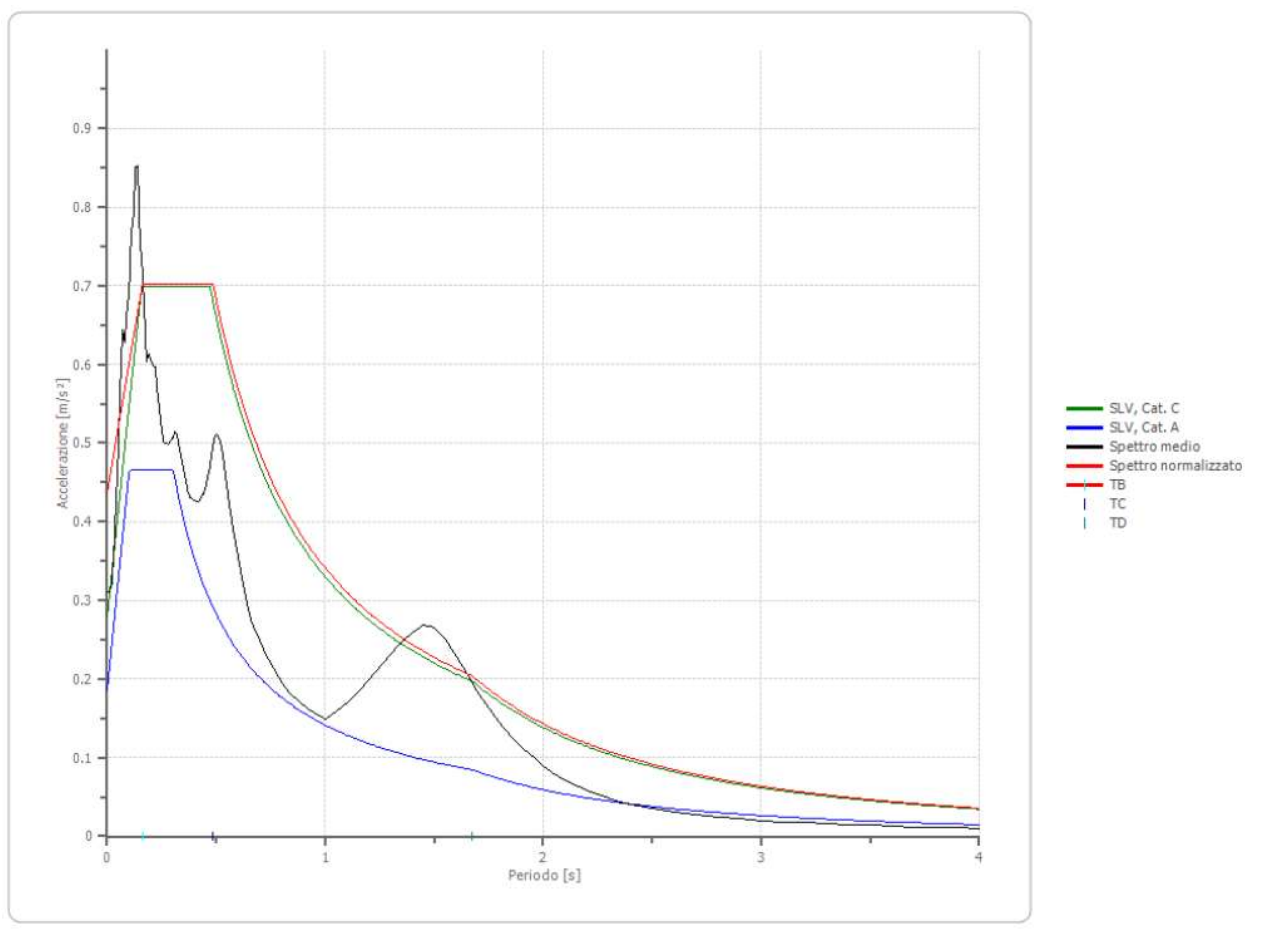


## 10 INDIVIDUAZIONE PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Nel D.M. del 17 gennaio 2018 la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria D), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ . Le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per il progetto in esame è stata sviluppata inoltre apposita analisi di risposta sismica locale al fine di poter valutare se adottare per la progettazione gli spettri di progetto proposti convenzionalmente dalla normativa vigente o se adottare quanto elaborato in ragione delle prove, saggi e sondaggi eseguiti; a valle dell’analisi delle risultanze della risposta sismica locale è stato possibile concludere che gli spettri proposti dalla normativa vigente hanno un’ottima rispondenza con quanto emerso dall’analisi di sito e che risultano cautelativi. Si riporta di seguito il confronto tra lo spettro elastico e quello elaborato mediante analisi di sito:





In virtù di quanto sopra riportato si è optato per utilizzare per il dimensionamento preliminare quanto convenzionalmente proposto dalla normativa vigente.

#### Stati limite e probabilità di superamento

Gli stati limite e le azioni di riferimento (secondo classe d'uso, vita nominale e  $V_R$  sopra definiti) da prendersi in considerazione per le verifiche sono quelli definiti dalle NTC 2018 e di seguito riportati con le relative probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  per un intervento di miglioramento sismico.

	PERIODO DI RIFERIMENTO	PROBABILITA' DI SUPERAMENTO
STATI LIMITE ULTIMI		
Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)	949 anni	10%
Stato limite di danno (SLD)	101 anni	63%

#### Parametri di riferimento su suolo rigido orizzontale

Facendo riferimento agli stati limite e alle probabilità di superamento sopra definiti si riportano i parametri di riferimento su suolo rigido orizzontale per la definizione dell'azione sismica.

#### **Definizione dei parametri di riferimento su suolo rigido orizzontale con $P_{VR}$ e $V_R$ secondo NTC 2018**

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$
SLV (prob. sup. su $T_R=10\%$ )	949	0.2405	2.51	0.31
SLD (prob. sup. su $T_R=63\%$ )	101	0.0945	2.49	0.29

#### Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Al fine di definire la categoria del suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2018) si è adottato un terreno di **tipo C**. Per quanto concerne l'ambito topografico, l'area investigata può rientrare nel caso della **classe T1**.

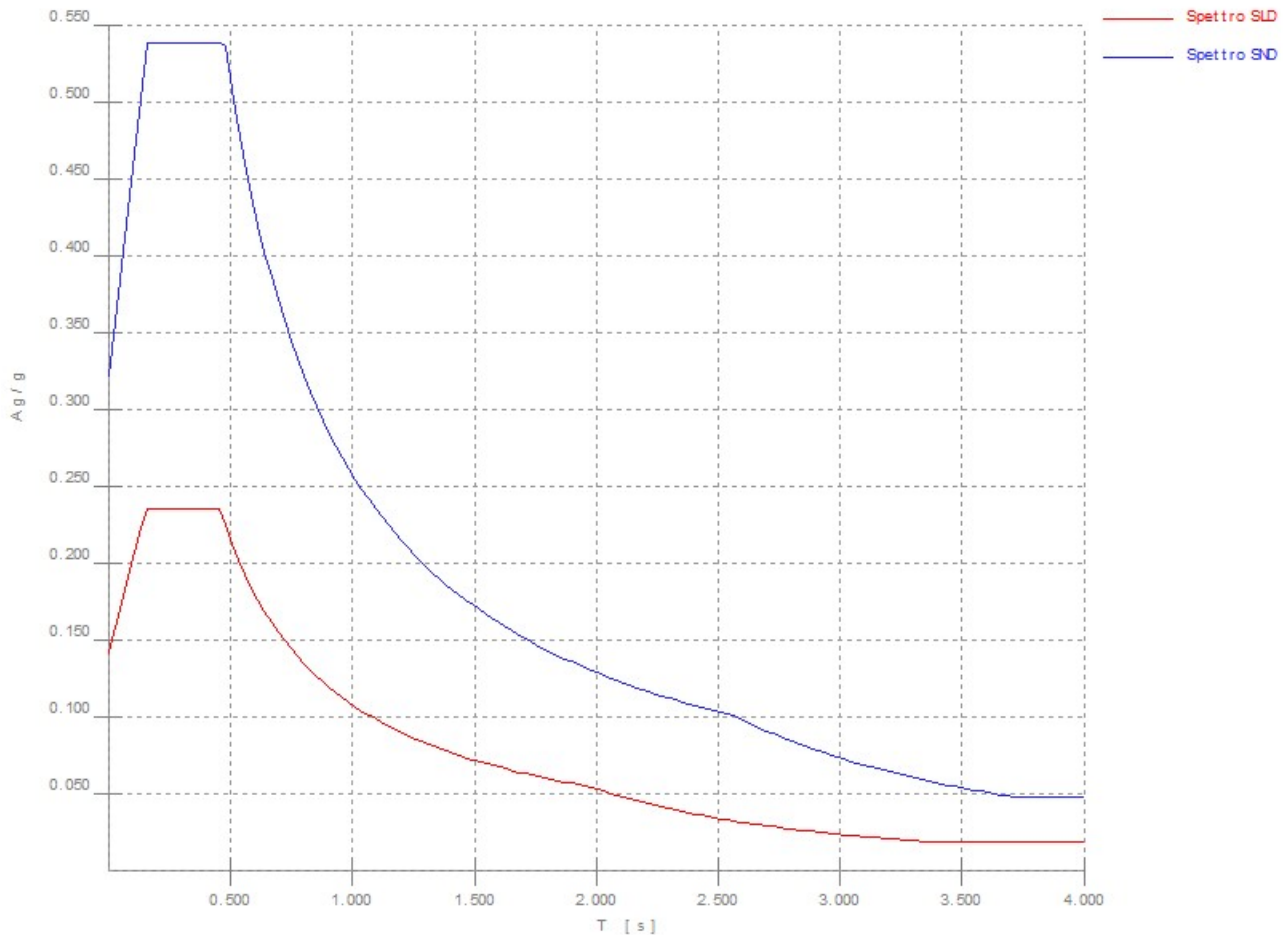
#### Definizione degli spettri elastici di progetto

Dai dati sopra forniti si ricavano, facendo riferimento alla formulazione proposta dalle NTC 2018, i seguenti spettri elastici di progetto. Si riportano, per comodità, anche i dati precedentemente forniti.

Coordinate geografiche	Latitudine [DEG sessadecimale]	N	44.11150
	Longitudine [DEG sessadecimale]	E	12.38450
Varie	Vita nominale dell'opera	$V_N$ [anni]	50
	Classe d'uso (I, II, III, IV)		IV
	Coefficiente d'uso	$C_U$	2.0
	Periodo di riferimento	$V_R$ [anni]	50
	Coeff. di smorzamento viscoso equivalente	$\eta$	1.0
	Fattore di smorzamento viscoso	$\xi$	5%

DATI SPETTRALI		Stati limite ultimi	Stati limite di esercizio
		SLV	SLD
Probabilità di superamento	$P_{VR}$	10%	63%
Periodo di ritorno	$T_R$ [anni]	949	101

Accelerazione	ag [g]	0.2405	0.0945
Fattore di amplificazione	F0	2.51	2.49
Periodo in. velocità costante	TC* [s]	0.31	0.29
Coeff. di amplif. stratigrafica	SS	1.34	1.50
Coefficiente di sottosuolo	CC	1.55	1.58



Spettri di progetto con fattore di struttura  $q=1.5$

## 11 REGOLARITA' IN PIANTA E IN ALTEZZA

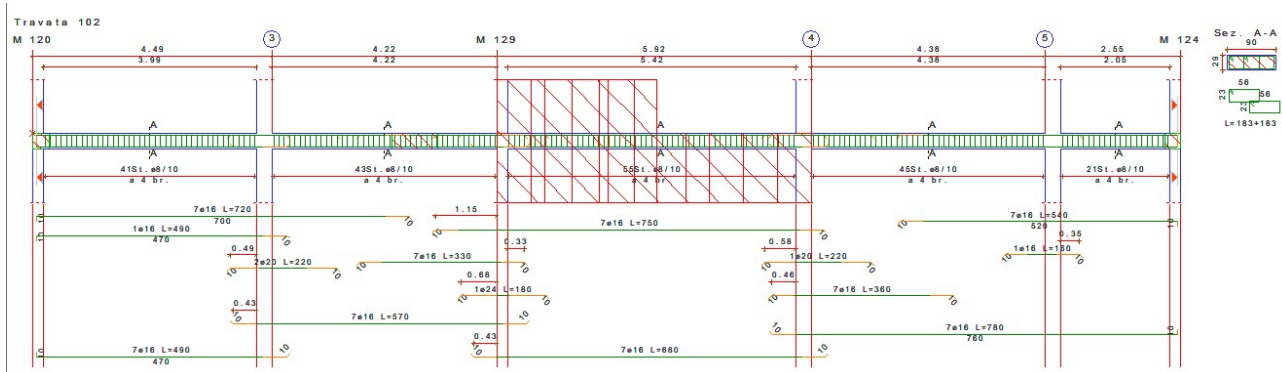
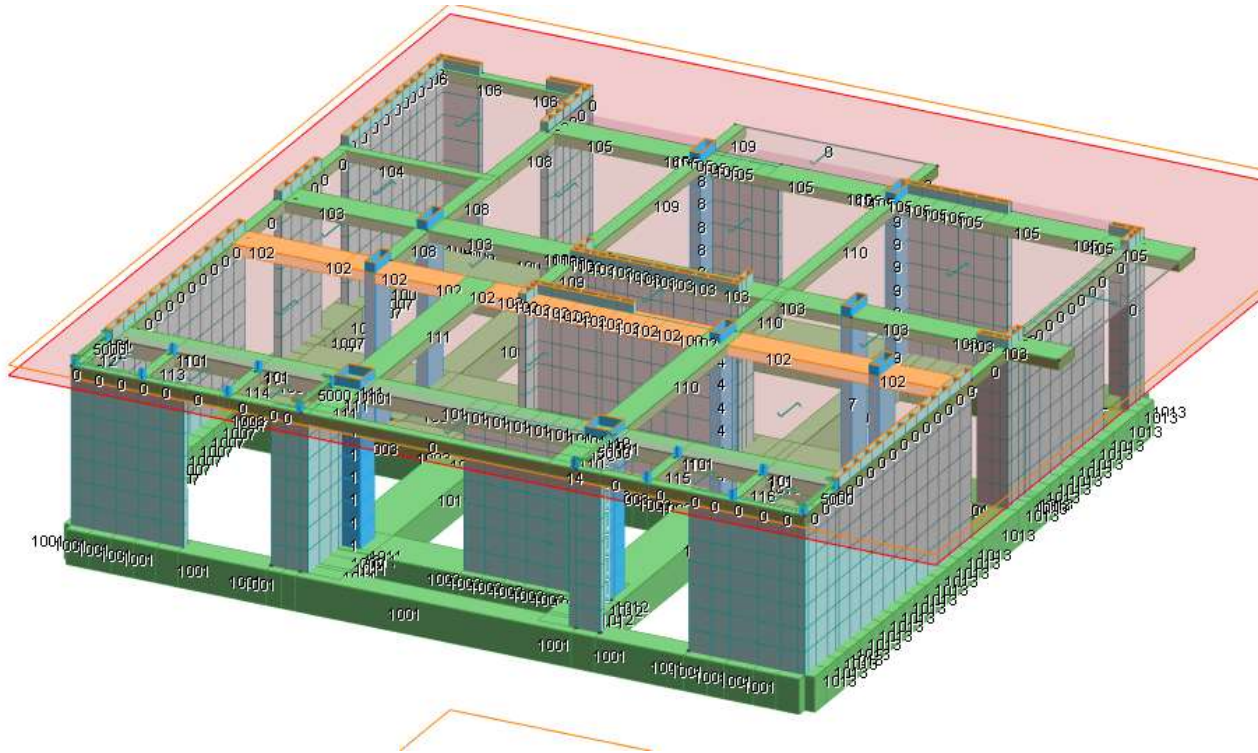
In virtù del comportamento non dissipativo scelto per la struttura oggetto del progetto non si rende necessaria alcuna analisi volta a determinare se la stessa sia regolare in pianta ed in altezza.

## 12 SINTESI DEI RISULTATI DEL PREDIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE

Si riportano in seguito alcuni risultati relativi ai dimensionamenti preliminari eseguiti sulla struttura di nuova realizzazione.

## 1. Verifica trave in c.a.

Si riporta la verifica della trave n.102 di piano primo:



### Travata n. 102

Nodi: 117 -2161 103 -2159 -2162 118 -889 -890 -891 -892 -893 -894 -895 -896 -897 -898 -899 104 -2160 105 119

#### Simbologia

$\Delta_{sm}$	= Distanza media tra le fessure
$\Delta\%$	= Incremento percentuale sicurezza
$\Phi_{eq}$	= Diametro equivalente delle barre
$\epsilon_{sm}$	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
$\sigma_c$	= Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$ inf	= Tensione nel ferro - inferiore
$\sigma_f$ sup	= Tensione nel ferro - superiore
$\sigma_{fdd}$	= Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
$\sigma_s$	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_c$ eff	= Area di calcestruzzo efficace
$A_b$	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{fE}$ I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
$A_{fE}$ S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
$A_{fE}$ St.	= Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
$A_{fEP}$ I	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
$A_{fEP}$ S	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
B	= Base
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
c	= momento fittizio in campata
a	= momento fittizio agli appoggi

T	= momento traslato per taglio
e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TGND	= taglio non dissipativo limitante la gerarchia
TG (Li)	= taglio da gerarchia delle resistenze, limite inferiore
TG (Ls)	= taglio da gerarchia delle resistenze, limite superiore
Caso	= Caso di verifica
Cf inf	= Copriferro inferiore
Cf sup	= Copriferro superiore
Cls	= Tipo di calcestruzzo
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
H	= Altezza
K <sub>2</sub>	= Coefficiente per distribuzione deformazioni
Lung.	= Lunghezza del tratto di progettazione
M'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
Sez.	= Numero della sezione
Sic.	= Sicurezza
Staff.	= Staffatura adottata
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tipo	= Tipologia
R	= Rettangolare
Is	= I stondata
Tp	= Tipo di acciaio
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Vrdu	= Taglio ultimo resistente
Vsdu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
Wk	= Ampiezza caratteristica delle fessure
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
X0	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
bw	= Larghezza membratura resistente al taglio
c	= Ricoprimento dell'armatura
ctgθ	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
s	= Distanza massima tra le barre

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		90.00	29.00	3.00	3.00	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE <cmq>	SfE <cmq>	I AfE <cmq>	SfE I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.20	33	SLU	1	20.00	16.09	14.07	16.09	14.07	-2823.28	-15124.30	5.357
1.59	33	SLU	1	158.60	16.09	14.07	16.09	14.07	9157.72	13311.50	1.454
4.19	33	SLU	2	73.00	16.09	28.15	16.09	28.15	-13340.20	-15120.40	1.133
4.49	33	SLU	3	0.00	20.36	14.07	20.36	14.07	-14809.00	-18952.50	1.280
6.75	33	SLU	4	0.00	14.07	14.07	14.07	14.07	8159.27	13312.20	1.632
8.71	33	SLU	5	103.00	28.15	28.15	28.15	28.15	-11551.00	-25963.60	2.248
14.63	33	SLU	18	0.00	17.22	14.07	17.22	14.07	-12983.20	-16139.90	1.243
16.67	33	SLU	19	181.87	14.07	14.07	14.07	14.07	7519.92	13312.20	1.770
19.01	33	SLU	19	416.00	16.09	14.07	16.09	14.07	-11807.70	-15124.30	1.281
19.31	33	SLU	20	30.00	14.07	14.07	14.07	14.07	-5332.54	-13312.20	2.496
21.36	33	SLU	20	235.00	14.07	14.07	14.07	14.07	1742.12	13312.20	7.641

#### Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE <cmq>	SfE <cmq>	I AfE <cmq>	SfE I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.20	7	SND	1	20.00	16.09	14.07	16.09	14.07	-6052.54	-14529.80	2.401
1.59	17	SND	1	158.60	16.09	14.07	16.09	14.07	6718.37	12801.90	1.906
4.19	17	SND	2	73.00	16.09	28.15	16.09	28.15	-14272.20	-14632.10	1.025
4.49	21	SND	3	0.00	20.36	14.07	20.36	14.07	-17632.30	-18177.90	1.031
6.75	5	SND	4	0.00	14.07	14.07	14.07	14.07	6128.87	12787.80	2.086
8.71	17	SND	5	103.00	28.15	28.15	28.15	28.15	-16329.10	-25068.30	1.535
14.63	5	SND	18	0.00	17.22	14.07	17.22	14.07	-14831.70	-15500.90	1.045
16.67	19	SND	19	181.87	14.07	14.07	14.07	14.07	6063.23	12787.80	2.109
19.01	17	SND	19	416.00	16.09	14.07	16.09	14.07	-13019.50	-14529.80	1.116
19.31	5	SND	20	30.00	14.07	14.07	14.07	14.07	-11817.70	-12787.80	1.082
21.36	5	SND	20	235.00	14.07	14.07	14.07	14.07	6206.39	12787.80	2.060

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <cm>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE <cmq>	SfE <cmq>	I AfE <cmq>	SfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>E</sub> sup <daN/cm²>	σ <sub>E</sub> inf <daN/cm²>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>
------------	----	-----	----	-----------	--------------	--------------	----------------	----------------	--------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------

0.20	34	SLE R	1	20.00	16.09	14.07	-1957.75	525.51	-159.02	16.55
0.20	36	SLE Q	1	20.00	16.09	14.07	-1674.07	449.36	-135.97	14.15
1.59	34	SLE R	1	158.60	16.09	14.07	6472.65	-514.38	1974.47	55.93
1.59	36	SLE Q	1	158.60	16.09	14.07	5802.00	-461.08	1769.89	50.14
4.19	34	SLE R	2	73.00	16.09	28.15	-9498.53	2536.48	-621.10	68.86
4.19	36	SLE Q	2	73.00	16.09	28.15	-8587.29	2293.15	-561.51	62.26
4.49	34	SLE R	3	0.00	20.36	14.07	-10549.40	2258.17	-835.07	82.57
4.49	36	SLE Q	3	0.00	20.36	14.07	-9592.39	2053.31	-759.31	75.08
6.75	34	SLE R	4	0.00	14.07	14.07	5871.43	-482.86	1792.55	51.98
6.75	36	SLE Q	4	0.00	14.07	14.07	5376.18	-442.13	1641.35	47.59
8.71	34	SLE R	5	103.00	28.15	28.15	-8257.18	1282.01	-515.33	49.98
8.71	36	SLE Q	5	103.00	28.15	28.15	-7473.25	1160.29	-466.40	45.24
14.63	34	SLE R	18	0.00	17.22	14.07	-9185.74	2309.61	-740.91	75.92
14.63	36	SLE Q	18	0.00	17.22	14.07	-8231.65	2069.72	-663.96	68.03
16.67	34	SLE R	19	181.87	14.07	14.07	5315.78	-437.17	1622.91	47.06
16.67	36	SLE Q	19	181.87	14.07	14.07	4753.38	-390.92	1451.21	42.08
19.01	34	SLE R	19	416.00	16.09	14.07	-8353.00	2242.15	-678.47	70.63
19.01	36	SLE Q	19	416.00	16.09	14.07	-7469.66	2005.04	-606.72	63.16
19.31	34	SLE R	20	30.00	14.07	14.07	-3820.37	1166.36	-314.19	33.82
19.31	36	SLE Q	20	30.00	14.07	14.07	-3603.85	1100.26	-296.38	31.90
21.36	34	SLE R	20	235.00	14.07	14.07	1250.47	-102.84	381.77	11.07
21.36	36	SLE Q	20	235.00	14.07	14.07	1180.03	-97.05	360.26	10.45

## Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K <sub>2</sub>	Φ <sub>eq</sub>	Δ <sub>sm</sub> <mm>	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
26	0.20	36	SLE Q	1	3	20.00	-1674.07	22.00	116.86	0.50	16.00	105.64	16.09	619.71	449.36	0.13	0.02
28	0.20	35	SLE F	1	3	20.00	-1732.69	22.00	116.86	0.50	16.00	105.64	16.09	619.71	465.10	0.14	0.02
47	1.59	36	SLE Q	1	3	158.60	5802.00	22.00	136.33	0.50	16.00	116.46	14.07	637.40	1769.89	0.58	0.11
48	1.59	35	SLE F	1	3	158.60	5973.71	22.00	136.33	0.50	16.00	116.46	14.07	637.40	1822.27	0.53	0.11
67	4.19	36	SLE Q	2	3	73.00	-8587.29	22.00	116.86	0.50	16.00	108.09	16.09	644.28	2293.15	0.86	0.16
68	4.19	35	SLE F	2	3	73.00	-8823.49	22.00	116.86	0.50	16.00	108.09	16.09	644.28	2356.22	0.76	0.14
91	4.49	36	SLE Q	3	3	0.00	-9592.39	21.56	102.25	0.50	17.05	92.84	20.36	593.72	2053.31	0.80	0.13
92	4.49	35	SLE F	3	3	0.00	-9840.18	21.56	102.25	0.50	17.05	92.84	20.36	593.72	2106.36	0.73	0.12
111	6.75	36	SLE Q	4	3	0.00	5376.18	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	1641.35	0.51	0.10
112	6.75	35	SLE F	4	3	0.00	5497.97	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	1678.54	0.49	0.10
131	8.71	36	SLE Q	5	3	103.00	-7473.25	22.00	62.92	0.50	16.00	77.09	28.15	582.16	1160.29	0.41	0.05
132	8.71	35	SLE F	5	3	103.00	-7665.54	22.00	62.92	0.50	16.00	77.09	28.15	582.16	1190.15	0.35	0.05
152	14.63	36	SLE Q	18	3	0.00	-8231.65	21.75	116.86	0.50	16.61	102.57	17.22	612.41	2069.72	0.77	0.13
153	14.63	35	SLE F	18	3	0.00	-8474.36	21.75	116.86	0.50	16.61	102.57	17.22	612.41	2130.75	0.69	0.12
172	16.67	36	SLE Q	19	3	181.87	4753.38	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	1451.21	0.42	0.08
173	16.67	35	SLE F	19	3	181.87	4892.82	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	1493.78	0.44	0.09
196	19.01	36	SLE Q	19	3	416.00	-7469.66	22.00	116.86	0.50	16.00	105.64	16.09	619.71	2005.04	0.73	0.13
197	19.01	35	SLE F	19	3	416.00	-7688.51	22.00	116.86	0.50	16.00	105.64	16.09	619.71	2063.79	0.63	0.11
216	19.31	36	SLE Q	20	3	30.00	-3603.85	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	1100.26	0.32	0.06
217	19.31	35	SLE F	20	3	30.00	-3688.17	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	1126.00	0.33	0.06
238	21.36	36	SLE Q	20	3	235.00	1180.03	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	360.26	0.10	0.02
239	21.36	35	SLE F	20	3	235.00	1207.79	22.00	136.33	0.50	16.00	116.03	14.07	633.58	368.74	0.11	0.02

## Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.
33 SLU	0.20	0.49	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	13378.40	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	3.440
33 SLU	0.49	3.90	3.41	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	16322.10	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.820
33 SLU	3.90	4.19	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	18650.00	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.468
33 SLU	4.49	4.78	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	18894.30	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.436
33 SLU	4.78	8.42	3.64	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	16566.40	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.778
33 SLU	8.42	8.71	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	17544.40	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.623
33 SLU	14.63	14.92	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	17240.00	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.670
33 SLU	14.92	18.72	3.80	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	15530.30	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.964
33 SLU	18.72	19.01	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	17300.80	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	2.660
5 SND	19.31	19.60	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	13724.20	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	3.354
5 SND	19.60	21.07	1.47	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	12250.90	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	3.757
19 SND	21.07	21.36	0.29	ø8/10 4 br.	20.11	0.90	9888.32	2.50	46025.70	59772.90	46025.70	4.655





F	=Identificativo faccia del nodo
Y+	= Faccia sul lato positivo Y locale pilastro
Z+	= Faccia sul lato positivo Z locale pilastro
Y-	= Faccia sul lato negativo Y locale pilastro
Z-	= Faccia sul lato negativo Z locale pilastro
Fcd	=Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	=Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	=Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	=Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	=Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
H	=Altezza
Hjc	=Distanza tra armature pilastro
Hjw	=Distanza tra armature trave
M'ydy	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
M'ydy,r	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico (ridotto del 30%) intorno all'asse Y
M'ydz	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Z
M'ydz,r	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico (ridotto del 30%) intorno all'asse Z
MRdy	=Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
MRdy,r	=Momento resistente allo stato limite ultimo (ridotto del 30%) intorno all'asse Y
MRdz	=Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z
MRdz,r	=Momento resistente allo stato limite ultimo (ridotto del 30%) intorno all'asse Z
Mod.	=Modalità di verifica faccia
I	= Interna
E	= Esterna
My	=Momento flettente intorno all'asse Y
My ver.	=Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
Mz	=Momento flettente intorno all'asse Z
Mz ver.	=Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
N	=Sforzo normale
Nodo	=Numero del nodo
Nu	=Sforzo normale ultimo
Sez.	=Numero della sezione
Sic.	=Sicurezza
Staff.	=Staffatura adottata
TCC	=Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tipo	=Tipologia
R	= Rettangolare
Is	= I stondata
Tp	=Tipo di acciaio
VRcd,y	=Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
VRcd,z	=Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z
VRsd,y	=Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
VRsd,z	=Taglio ultimo lato armatura in dir. Z
Vrd,y	=Taglio resistente in dir. Y
Vrd,z	=Taglio resistente in dir. Z
Vsdu,y	=Taglio agente in dir. Y
Vsdu,z	=Taglio agente in dir. Z
X	=Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
X0	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Xg	=Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
bw,y	=Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
bw,z	=Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
ctgθ,y	=Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
ctgθ,z	=Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
d,y	=Altezza utile per resistenza al taglio in dir. Y
d,z	=Altezza utile per resistenza al taglio in dir. Z

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
1R		90.00	30.00	5.00	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy,r <daNm>	MRdz,r <daNm>	Sic.
0.00	33(e)	SLU	1	1	0.00	-92805.70	-1056.22	-2125.25	0.00	0.00	-567397.00	-16274.60	0.00	6.114
0.00	33(e)	SLU	1	1	0.00	-92805.70	-1056.22	-2125.25	0.00	0.00	-567397.00	-16274.60	0.00	6.114
4.29	33(e)	SLU	1	1	429.00	-89041.30	1525.56	2039.04	0.00	0.00	-567397.00	16042.40	0.00	6.372
4.58	33	SLU	2	1	0.00	-49324.30	-2649.59	-2649.59	0.00	0.00	-49324.30	-13434.70	0.00	5.071
4.58	33	SLU	2	1	0.00	-49324.30	-2649.59	-2649.59	0.00	0.00	-49324.30	-13434.70	0.00	5.071

8.92	33	SLU	2	1	434.00	-45515.90	3145.72	3145.72	0.00	0.00	-45515.90	13170.70	0.00	4.187
------	----	-----	---	---	--------	-----------	---------	---------	------	------	-----------	----------	------	-------

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/presoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy,r <daNm>	M'ydz,r <daNm>	Sic.
0.00	25	SND	1	1	0.00	-52247.00	0.00	0.00	27171.90	27171.90	-52247.00	0.00	31966.60	1.176
0.00	25	SND	1	1	0.00	-52247.00	0.00	0.00	27171.90	27171.90	-52247.00	0.00	31966.60	1.176
4.29	17	SND	1	1	429.00	-49456.10	6005.58	6005.58	0.00	0.00	-49456.10	12877.20	0.00	2.144
4.58	17	SND	2	1	0.00	-27278.60	-9778.20	-9778.20	0.00	0.00	-27278.60	-11378.50	0.00	1.164
4.58	17	SND	2	1	0.00	-27278.60	-9778.20	-9778.20	0.00	0.00	-27278.60	-11378.50	0.00	1.164
8.92	1	SND	2	1	434.00	-24248.30	11023.10	11023.10	0.00	0.00	-24248.30	11165.90	0.00	1.013

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
0.00	34	SLE R	1	1	0.00	-66399.00	0.00	-769.43	0.00	31.42	25.53	360.87
0.00	36	SLE Q	1	1	0.00	-58535.10	0.00	-740.37	0.00	31.42	22.87	321.91
0.00	34	SLE R	1	1	0.00	-66399.00	0.00	-769.43	0.00	31.42	25.53	360.87
0.00	36	SLE Q	1	1	0.00	-58535.10	0.00	-740.37	0.00	31.42	22.87	321.91
4.29	34	SLE R	1	1	429.00	-63503.20	0.00	1084.23	0.00	31.42	26.49	366.32
4.29	36	SLE Q	1	1	429.00	-55639.40	0.00	1016.12	0.00	31.42	23.60	324.98
4.58	34	SLE R	2	1	0.00	-35276.20	0.00	-1868.08	0.00	31.42	22.26	280.49
4.58	36	SLE Q	2	1	0.00	-30076.20	0.00	-1561.86	0.00	31.42	18.80	237.27
4.58	34	SLE R	2	1	0.00	-35276.20	0.00	-1868.08	0.00	31.42	22.26	280.49
4.58	36	SLE Q	2	1	0.00	-30076.20	0.00	-1561.86	0.00	31.42	18.80	237.27
8.92	34	SLE R	2	1	434.00	-32346.70	0.00	2223.00	0.00	31.42	23.82	290.83
8.92	36	SLE Q	2	1	434.00	-27146.70	0.00	1748.18	0.00	31.42	19.15	235.92

**Stato limite ultimo - Verifiche a taglio**

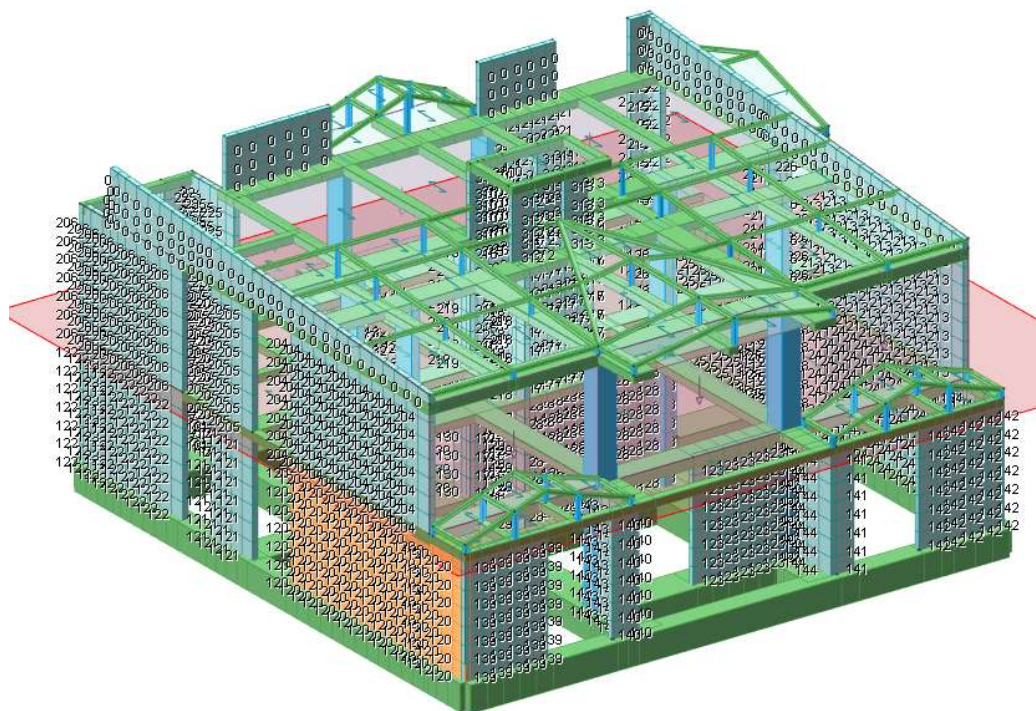
X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	b <sub>w,y</sub> <cm>	d <sub>y</sub> <cm>	Vsdu <sub>y,z</sub> <daN>	ctgθ <sub>y,z</sub>	VRsd <sub>y,z</sub> <daN>	VRcd <sub>y,z</sub> <daN>	Vrd <sub>y,z</sub> <daN>	b <sub>w,z</sub> <cm>	d <sub>z</sub> <cm>	Vsdu <sub>y,z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Vrd <sub>z</sub> <daN>	Sic.
0.00	0.90	ø10/10	2	433	SLU	0.30	0.85	73.61	1.96	92552.90	92552.90	92552.90	0.90	0.25	601.81	2.50	69702.40	70030.50	69702.40	>100	
0.00	0.90	ø10/10	2	417	SND	0.30	0.85	4097.85	1.87	88055.60	88055.60	88055.60	0.90	0.25	3336.84	2.39	66772.80	66772.80	66772.80	20.01	
0.00	0.90	ø10/10	2	425	SND	0.30	0.85	7986.09	1.87	88043.60	88043.60	88043.60	0.90	0.25	1524.01	2.39	66764.50	66764.50	66764.50	11.025	
0.90	3.39	ø10/20	2	433	SLU	0.30	0.85	73.61	2.50	58915.10	78807.20	58915.10	0.90	0.25	601.81	2.50	34851.20	69927.50	34851.20	57.910	
0.90	3.39	ø10/20	2	417	SND	0.30	0.85	4097.85	2.50	58915.10	72891.40	58915.10	0.90	0.25	3336.84	2.50	34851.20	64678.30	34851.20	10.444	
0.90	3.39	ø10/20	2	425	SND	0.30	0.85	7986.09	2.50	58915.10	72876.00	58915.10	0.90	0.25	1524.01	2.50	34851.20	64664.70	34851.20	7.377	
3.39	4.29	ø10/10	2	433	SLU	0.30	0.85	73.61	1.96	92229.60	92229.60	92229.60	0.90	0.25	601.81	2.50	69667.80	69667.80	69667.80	>100	
3.39	4.29	ø10/10	2	417	SND	0.30	0.85	4097.85	1.86	87794.30	87794.30	87794.30	0.90	0.25	3336.83	2.39	66592.00	66592.00	66592.00	19.957	
3.39	4.29	ø10/10	2	425	SND	0.30	0.85	7986.09	1.86	87782.30	87782.40	87782.30	0.90	0.25	1524.01	2.39	66583.70	66583.70	66583.70	10.992	
4.58	5.48	ø10/10	2	433	SLU	0.30	0.85	1379.41	1.86	87709.70	87709.70	87709.70	0.90	0.25	1335.33	2.39	66533.40	66533.40	66533.40	49.826	
4.58	5.48	ø10/10	2	417	SND	0.30	0.85	727.62	1.81	85149.10	85149.10	85149.10	0.90	0.25	4793.81	2.32	64763.90	64763.90	64763.90	13.510	
4.58	5.48	ø10/10	2	427	SND	0.30	0.85	1327.52	1.81	85404.30	85404.20	85404.20	0.90	0.25	176.28	2.33	64940.00	64940.00	64940.00	64.334	
5.48	8.02	ø10/20	2	433	SLU	0.30	0.85	1379.42	2.50	58915.10	72419.90	58915.10	0.90	0.25	1335.33	2.50	34851.20	64259.90	34851.20	26.099	
5.48	8.02	ø10/20	2	417	SND	0.30	0.85	727.62	2.50	58915.10	69208.30	58915.10	0.90	0.25	4793.81	2.50	34851.20	61410.20	34851.20	7.270	
5.48	8.02	ø10/20	2	427	SND	0.30	0.85	1327.52	2.50	58915.10	69526.70	58915.10	0.90	0.25	176.28	2.50	34851.20	61692.70	34851.20	44.380	
8.02	8.92	ø10/10	2	433	SLU	0.30	0.85	1379.42	1.85	87363.60	87363.60	87363.60	0.90	0.25	1335.33	2.38	66293.90	66293.90	66293.90	49.646	
8.02	8.92	ø10/10	2	417	SND	0.30	0.85	727.62	1.80	84874.80	84874.90	84874.80	0.90	0.25	4793.81	2.32	64574.70	64574.70	64574.70	13.470	
8.02	8.92	ø10/10	2	427	SND	0.30	0.85	1327.52	1.81	85130.90	85130.90	85130.90	0.90	0.25	176.28	2.32	64751.30	64751.30	64751.30	64.128	

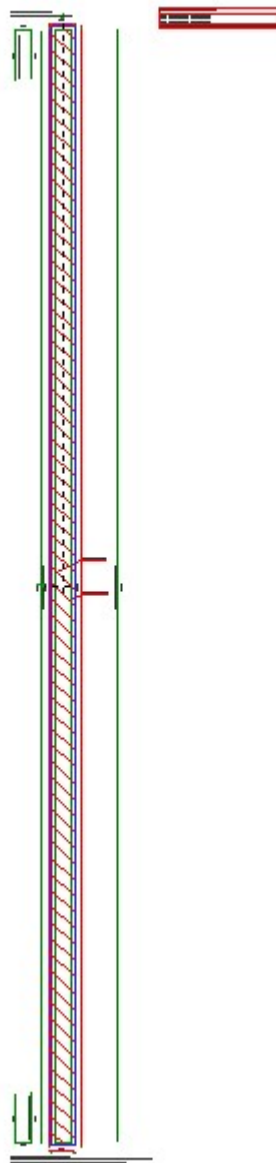
**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
103N		ø10/10	Y+E		2	7.16	7.16	0.40	0.80	0.23	4.71
			Z+I		4	16.09	14.07	0.90	0.20	0.23	9.42
			Z-I		4	20.36	28.15	0.90	0.20	0.23	9.42
203N		ø10/10	Z+I		4	14.07	14.07	0.90	0.20	0.23	9.42
			Z-I		4	19.89	28.15	0.90	0.20	0.23	9.42

## 1. Verifica setto in c.a.

Si riporta la verifica del setto n.120 (Setto S-13 sugli elaborati grafici di progetto):





### Numero del nucleo n. 120

Nodi: -1654 -1661 -1663 -2181 -1 -11 -13 -15 -17 -19 -21 -23 -25 -27 -29 -32 -35

### Simbologia

$\Delta_{sm}$	=Distanza media tra le fessure
$\Phi_{eq}$	=Diametro equivalente delle barre
$\epsilon_{sm}$	=Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
$\sigma_c$	=Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	=Tensione nel ferro
$\sigma_s$	=Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_{c\ eff}$	=Area di calcestruzzo efficace
$A_s$	=Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
CC	=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cf	=Copriferro
Cl	=Tipo di calcestruzzo
Fcd	=Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	=Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	=Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	=Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	=Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio



$K_2$  = Coefficiente per distribuzione deformazioni  
 Liv. = Numero del livello  
 $M'_{ydy,r}$  = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico (ridotto del 30%) intorno all'asse Y  
 $M'_{ydz,r}$  = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico (ridotto del 30%) intorno all'asse Z  
 $MR_{dy,r}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo (ridotto del 30%) intorno all'asse Y  
 $MR_{dz,r}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo (ridotto del 30%) intorno all'asse Z  
 $M_y$  = Momento flettente intorno all'asse Y  
 $M_z$  = Momento flettente intorno all'asse Z  
 $N$  = Sforzo normale  
 $N_u$  = Sforzo normale ultimo  
 Pos. = Posizione (P=Piede, T=Testa)  
 Sic. = Sicurezza  
 Spess. = Spessore  
 TCC = Tipo di combinazione di carico  
     SLU = Stato limite ultimo  
     SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
     SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
     SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
     SLD = Stato limite di danno  
     SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)  
 $T_p$  = Tipo di acciaio  
 $VR_{cd}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
 $VR_{sd}$  = Taglio ultimo lato armatura  
 $V_{sdu}$  = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
 $W_k$  = Ampiezza caratteristica delle fessure  
 $c$  = Ricoprimento dell'armatura  
 $ctg\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 $s$  = Distanza massima tra le barre

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Spess. <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fcd <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctd <daN/cm <sup>2</sup> >	Tp	Fyk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fyd <daN/cm <sup>2</sup> >
20.00	3.80	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	$M_y$ <daNm>	$M_z$ <daNm>	$N_u$ <daN>	$MR_{dy,r}$ <daNm>	$MR_{dz,r}$ <daNm>	Sic.
1	P	33	SLU	-125718.00	0.00	189088.00	-125718.00	0.00	1142840.00	6.044
2	P	33	SLU	-123045.00	0.00	168974.00	-123045.00	0.00	1135600.00	6.721
3	P	33	SLU	-120531.00	0.00	148187.00	-120531.00	0.00	1128720.00	7.617
4	P	33	SLU	-118437.00	0.00	125352.00	-118437.00	0.00	1122980.00	8.959
5	P	33	SLU	-116470.00	0.00	101759.00	-116470.00	0.00	1117590.00	10.983
6	P	33	SLU	-114641.00	3292.27	0.00	-114641.00	22112.20	0.00	6.716
7	T	33	SLU	-108571.00	9245.90	0.00	-108571.00	21814.80	0.00	2.359

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	$M_y$ <daNm>	$M_z$ <daNm>	$N_u$ <daN>	$M'_{ydy,r}$ <daNm>	$M'_{ydz,r}$ <daNm>	Sic.
1	P	25	SND	-101751.00	0.00	704694.00	-101751.00	0.00	734774.00	1.043
2	P	25	SND	-90940.90	0.00	611135.00	-90940.90	0.00	707854.00	1.158
3	P	25	SND	-78693.40	0.00	525309.00	-78693.40	0.00	677115.00	1.289
4	P	25	SND	-64483.70	0.00	441217.00	-64483.70	0.00	641200.00	1.453
5	P	27	SND	-69145.50	0.00	405508.00	-69145.50	0.00	653023.00	1.610
6	P	27	SND	-48364.70	0.00	361243.00	-48364.70	0.00	600087.00	1.661
7	P	27	SND	-26957.70	0.00	319734.00	-26957.70	0.00	544895.00	1.704

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	$M_y$ <daNm>	$M_z$ <daNm>	$\sigma_s$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_f$ <daN/cm <sup>2</sup> >
1	P	34	SLE R	-91849.10	0.00	138807.00	8.61	128.73
1	P	36	SLE Q	-85015.30	0.00	130543.00	8.03	120.07
2	P	34	SLE R	-89762.20	0.00	124300.00	8.08	120.77
2	P	36	SLE Q	-82838.30	0.00	117063.00	7.53	112.50
3	P	34	SLE R	-87806.80	0.00	109228.00	7.54	112.65
3	P	36	SLE Q	-80800.20	0.00	102972.00	7.01	104.75
4	P	34	SLE R	-86169.00	0.00	92602.50	6.96	104.08
4	P	36	SLE Q	-79074.60	0.00	87350.70	6.46	96.56
5	P	34	SLE R	-84640.80	0.00	75348.30	6.37	95.30
5	P	36	SLE Q	-77470.30	0.00	71050.60	5.89	88.15
6	P	34	SLE R	-83216.70	2310.03	0.00	7.41	92.01
6	P	36	SLE Q	-75969.10	2190.85	0.00	6.88	85.10
7	T	34	SLE R	-78538.30	6432.40	0.00	18.53	228.28
7	T	36	SLE Q	-71226.20	5983.82	0.00	17.44	228.54

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K <sub>2</sub>	Φ <sub>eq</sub>	Δ <sub>sm</sub> <mm>	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
7	T	35	SLE F	-72378.00	6122.18	0.00	33.00	249.08	0.50	10.00	184.61	31.42	3726.38	238.33	0.07	0.02

**Stato limite ultimo - Verifiche a taglio**

Liv.	Pos.	CC	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Sic.
1	P	25	202052.00	2.50	331984.00	513937.00	1.643
2	P	25	203115.00	2.50	331984.00	512266.00	1.634
3	P	25	203232.00	2.50	331984.00	510373.00	1.634
4	P	25	203534.00	2.50	331984.00	508177.00	1.631
5	P	25	204106.00	2.50	331984.00	505870.00	1.627
6	P	25	204962.00	2.50	331984.00	503457.00	1.620
7	P	25	205454.00	2.50	331984.00	500988.00	1.616