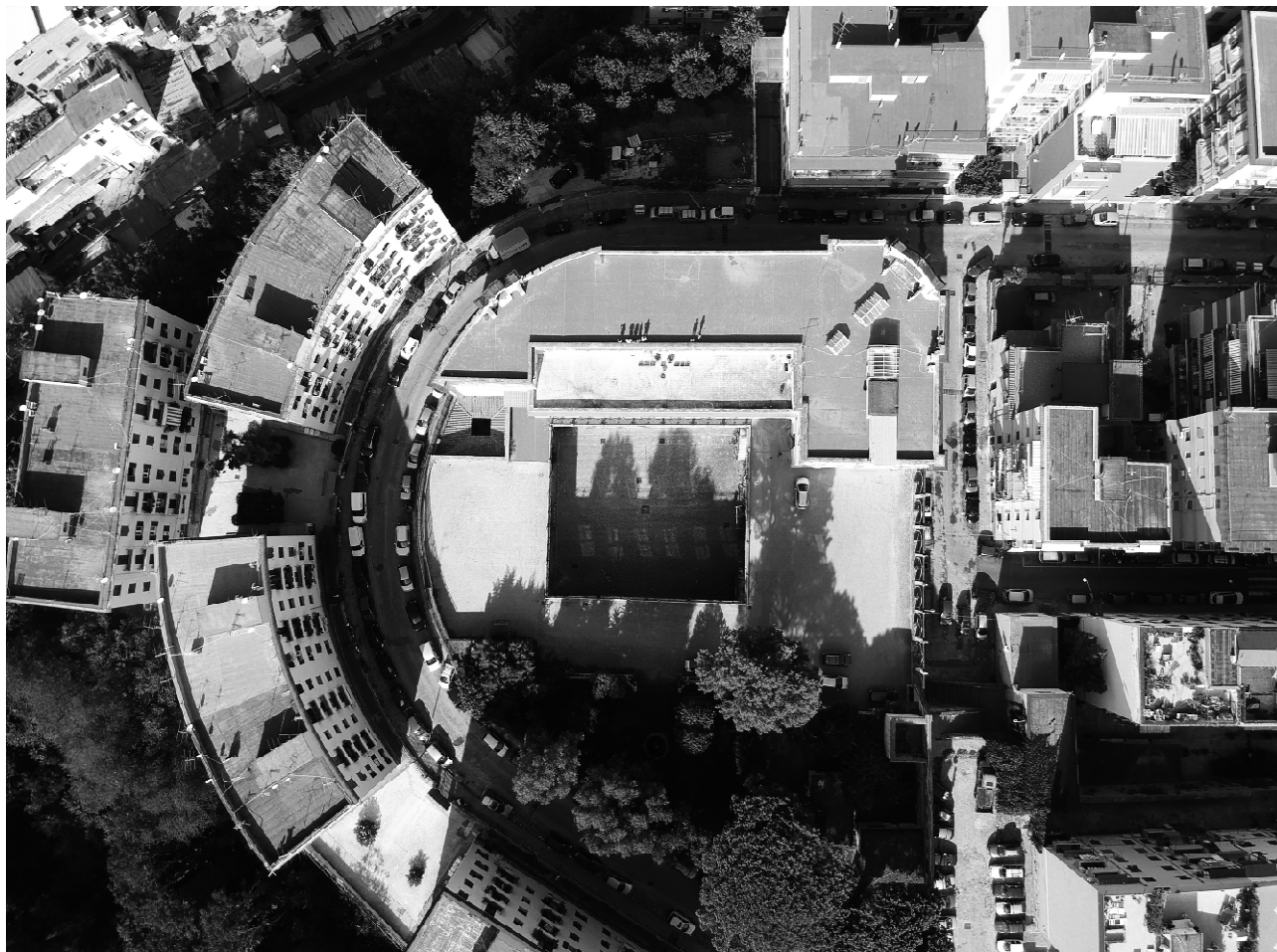


**“Realizzazione di un’attrezzatura di interesse comune destinata a polo multifunzionale di eccellenza per l’alta formazione specialistica, i servizi al lavoro e le iniziative per i giovani” nel complesso immobiliare denominato Istituto *San Giovanni Battista De La Salle***

Via San Giovanni Battista de la Salle n°1

Sezione AVV, foglio 7, particella 247, zona censuaria 7B, categoria B/1, classe U

Quartiere Materdei, Napoli



**[DLS\_E\_STR\_R\_003] Relazione Materiali**

Progetto esecutivo

**Ing. Canio Tuozzolo**



**Committente**

**Generazione Vincente S.p.A.**

*Agenzia per il lavoro*

Centro Direzionale di Napoli Isola E7

80143 Napoli

**Progettazione e Coordinamento delle attività specialistiche**

**Architetto Giuseppe Vele**

Collaboratori:

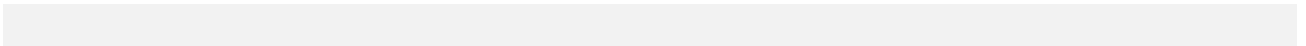
Ludovica Reed, Cecilia Polcari, Antonella Guerriero

Via Giulio Cesare 101 – Napoli; Via Pironti 1/A - Avellino

**SOMMARIO**

---

1. PREMESSE.....	- 3 -
2. Materiali utilizzati per le strutture.....	- 3 -
2.1 Materiali esistenti. ....	- 3 -
2.2 Materiali per gli interventi in progetto.....	- 8 -



## 1. Premesse

Oggetto del presente documento è la **Relazione Materiali** relativa alla messa in sicurezza per miglioramento statico/sismico dell'**Istituto Giovanni Battista De La Salle**, in uso alla Società "*Generazione Vincente S.p.A.*", sito in Napoli, nel Quartiere Materdei, tra le vie "Giuseppe Donzelli" e "Giovanni Battista De La Salle", meglio identificato in Catasto al **Foglio 7. P.III 247**.

La presente progettazione strutturale si esegue e si definisce sulla scorta della progettazione architettonica, a firma dell'Arch. Giuseppe Vele, di ri-funzionalizzazione dell'intero immobile, che si concretizza nella "*realizzazione di un'attrezzatura di interesse comune destinata a polo multifunzionale di eccellenza per l'alta formazione specialistica, i servizi al lavoro e le iniziative per i giovani*".

Si specifica che la presente progettazione strutturale, si basa sui rilievi architettonici/strutturali/materici redatti e consegnati dall'Arch. Vele, nonché sui dati provenienti dalle prove condotte in situ e definite nelle fasi di progettazioni precedenti, a cura della Società TecnoLab srl con sede in Via Santella c/o Parco La Perla in S.M.Capua Vetere (CE), pertanto, in questo contesto progettuale si utilizzeranno tutti i dati già acquisiti.

Le normative di riferimento per il calcolo e la verifica delle strutture sono riportate di seguito:

- **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. Min. Infrastrutture Min. degli Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018** e allegate "*Norme tecniche per le costruzioni*", di seguito **N.T.C 2018**, con particolare riferimento al dettato normativo del **Cap. 8** – "*Costruzioni Esistenti*";
- **Circolare 21 Gennaio 2019 n. 07/C.S.LL.PP**, di seguito **Circ. NTC 2018**.

## 2. Materiali utilizzati per le strutture.

### 2.1 Materiali esistenti.

Le strutture portanti caratterizzanti il complesso architettonico dell'Istituto **Giovanni Battista De La Salle** sono costituite da murature e conglomerato cementizio armato. Di seguito, si rappresentano le caratteristiche meccaniche dapprima per le "Murature", successivamente per il "Conglomerato cementizio armato".

La muratura in una costruzione esistente è il risultato dell'assemblaggio di materiali diversi, in cui la tecnica costruttiva, le modalità di posa in opera, le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti e il loro stato di conservazione, determinano il comportamento meccanico dell'insieme. La misura diretta delle caratteristiche meccaniche della muratura avviene mediante l'esecuzione di prove in-situ su porzioni di muratura, o di prove in laboratorio su elementi indisturbati prelevati in-situ, ove questo sia possibile. Laddove invece non sia possibile reperire dati sulla base di prove in situ, le informazioni si possono desumere da metodi di prova non distruttivi, utili anche ad estendere all'intero edificio i risultati ottenuti a livello locale con prove distruttive o mediamente distruttive.

In particolare, la **tabella C8.5.I** della **Circ. NTC 2018**, riporta, per il comportamento delle tipologie murarie più ricorrenti, indicazioni, non vincolanti, sui possibili valori dei parametri meccanici, identificati attraverso il rilievo degli aspetti costruttivi e relativi, sotto le seguenti ipotesi:

- malta di calce di modeste caratteristiche (resistenza media a compressione  $f_m=0,7\div 1,5$  N/mm<sup>2</sup>);
- assenza di ricorsi (listature);
- paramenti semplicemente accostati o mal collegati;
- tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte;
- muratura non consolidata.

Per interpretare fenomeni pregressi e/o per cercare di stimare fenomeni futuri a tempi lunghi è bene considerare che nel materiale muratura sono presenti fenomeni consistenti di deformazioni lente plastiche e di viscosità, con comportamenti meccanici anche notevolmente differenti da quelli a tempi brevi, che possono dare luogo ad una redistribuzione dei picchi di sollecitazione.

Di seguito si riporta la **tabella C8.5.I** della **Circ. NTC 2018**, evidenziando con un riquadro rosso la tipologia di muratura a cui si potrebbero riferire le strutture verticali portanti dell'edificio oggetto di studio.

Tipologia di muratura	f	$\tau_0$	$f_{v0}$	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 + 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura $\leq 40\%$ )	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

**Fig.8:** Tabella C.8.5.I estratta dalla **Circ. NTC 2018** - §. C.8.5.3

In particolare si esplicitano i significati dei simboli utilizzati in tabella:

- **f** = resistenza media a compressione;
- **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3 della **Circ. NTC 2018**);
- **$f_{v0}$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3 della **Circ. NTC 2018**);
- **E** = valore medio del modulo di elasticità normale;
- **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale;
- **w** = peso specifico medio.

Le muratura di tufo si distinguono in 2 tipologie, in funzione della regolarità o meno dei blocchi di pietra nella tessitura muraria; in particolare il caso di studio afferisce alla “**Muratura a Conci regolari di pietra tenera**”.

Inoltre, le caratteristiche meccaniche della muratura, in uno stato di fatto migliore di quello indicato nella **Tabella C8.5.I**, possono ottenersi applicando (indicativamente e salvo più dettagliate valutazioni) i coefficienti migliorativi di **Tabella C8.5.II**, che si riporta di seguito.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

**Fig.9:** Tabella C.8.5.II estratta dalla **Circ. NTC 2018 - §. C.8.5.3.**

I coefficienti correttivi riportati in tabella sono quelli massimi da applicarsi in presenza di:

- malta di caratteristiche buone;
- ricorsi o listature;
- sistematiche connessioni trasversali;
- consolidamento con iniezioni di malta;
- consolidamento con intonaco armato;
- ristilatura armata con connessione dei paramenti

In particolare, per quanto concerne lo **Stato di Fatto** della costruzione in oggetto, i parametri meccanici delle murature saranno desunti in parte dalla **tabella C8.5.I** della **Circ. NTC 2018**, con riferimento alla tipologia “**Muratura a conci regolari di pietra tenera**”, senza incremento alcuno dei rispettivi parametri meccanici.

In maggior dettaglio, si specifica che per le prove sui materiali indirizzate alla conoscenza della tipologia di muratura e calcestruzzi esistenti nel complesso strutturale *de quo*, sono state condotte in maniera “**Estesa**” così come indicato nella **Circ. NTC 2018** al §.C.8.5.3, dove per “**prove estese**” per le murature si intende “*indagini visive, diffuse e sistematiche, accompagnate da approfondimenti locali. Si prevedono saggi estesi, sia in superficie sia nello spessore murario (anche con endoscopie), mirati alla conoscenza dei materiali e della morfologia interna della muratura, all’individuazione delle zone omogenee per materiali e tessitura muraria, dei dispositivi di collegamento trasversale, oltre che dei fenomeni di degrado. È inoltre prevista l’esecuzione di analisi delle malte e, se significative, degli elementi costituenti, accompagnate da tecniche diagnostiche non distruttive (penetrometriche, sclerometriche, soniche, termografiche, radar, ecc.) ed eventualmente integrate da tecniche moderatamente distruttive (ad esempio martinetti piatti), finalizzate a classificare in modo più accurato la tipologia muraria e la sua qualità*”, mentre per il **calcestruzzo** si intende “*prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente (Prove Limitate) e finalizzate a fornire informazioni in assenza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova o quando i valori ottenuti con le prove limitate risultino inferiori a quelli riportati nei disegni o sui certificati originali*”.

Nel dettaglio sull’edificio in oggetto sono state eseguite le seguenti prove:

- carotaggi su strutture in c.a.
- profondità di carbonatazione dei campioni di calcestruzzo;
- determinazione dell'indice sclerometrico;
- prova ultrasonica;
- localizzazione e dimensionamento delle barre di armatura;
- estrazione barre di armature;
- prove durometriche in situ;
- martinetti piatti;
- determinazione resistenza delle malte per penetrazione;
- prove endoscopiche;
- prove di carico sui solai.

Il tutto viene meglio rappresentato nei documenti allegati di prove materiali che fa parte integrante del presente documento, di cui di seguito se ne riporta uno stralcio, nella parte maggiormente utile ai fini del mero calcolo strutturale.

Per quanto concerne le **murature d'ambito**, dalle prove eseguite e dai parametri desumibili (per quelli mancanti nelle prove) dalla tabella di cui alla Fig. 8, è possibile definire le seguenti caratteristiche meccaniche

<b>Muratura originaria - LC = 2 - FC = 1.20</b>						
Muratura a conci regolari di pietra tenera (Tab. C.8.5.I)						
<b>f<sub>m</sub></b>	<b>τ<sub>0</sub></b>	<b>f<sub>v0</sub></b>	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>δ</b>	<b>W</b>
[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[-]	[daN/cm <sup>2</sup> ]
<b>28.5</b>	<b>0.6</b>	<b>1.45</b>	<b>7026</b>	<b>2509</b>	<b>0.4</b>	<b>1500</b>

Fig.10: Tabella del Materiale Muratura nello Stato di Fatto

Per quanto concerne il calcestruzzo invece il parametro fondamentale relativo alla resistenza media dei provini prelevati, supportati dalle prove ultrasoniche e sclerometriche in situ risulta:

Sigla	ELEMENTO	battute sclerometriche												ultrasuoni				Rcls 1 in MPa	Rcls 2 in MPa	Rcls 3 in MPa	Rcls medio in MPa	E <sub>o</sub> in MPa	
		valori di rimbalzo												media pesata	d cm	ritardo sec-6	v m/sec						v1 m/sec
		36	32	34	32	36	34	32	36	34	32	36	34										
C1	PIL. - P.SEMINT. CORPO C	36	32	34	32	36	34	32	36	34	32	36	34	34,00	15	54,0	1911	2779,5	24,00	25,12	23,47	24,20	14192
C2	PIL. - P.RIALZ. CORPO C	36	32	34	32	36	34	32	36	34	32	36	34	34,00	15	52,2	1975	2871,9	26,11	26,69	25,43	26,07	15151
C3	TR. - PALESTRA CORPO B	28	30	32	28	34	28	26	30	28	30	26	30	29,00	15	46,5	2219	3226,8	28,00	27,16	28,57	27,91	19127
C4	TR. - PALESTRA CORPO B	28	32	30	28	26	24	28	30	36	30	26	24	28,20	15	45,8	2252	3274,8	27,93	26,95	28,76	27,88	19701
S1	TR. - PALESTRA CORPO B	28	30	32	34	32	30	26	28	30	32	30	32	30,40	15	47,7	2163	3145,3	28,07	27,47	28,21	27,92	18174
S2	TR. - PALESTRA CORPO B	30	32	34	32	30	26	28	30	32	30	32	34	31,00	15	49,9	2066	3004,3	25,65	25,86	25,74	25,75	16560
S3	TR. - PALESTRA CORPO B	30	30	26	30	30	28	32	30	32	30	32	30	30,20	15	49,7	2074	3016,6	24,96	25,22	25,30	25,16	16717
S4	SOLETTA - PALESTRA CORPO B	32	32	28	32	34	30	30	32	30	26	32	30	30,80	15	49,9	2066	3005	25,43	25,68	25,58	25,56	16588
S5	SOLETTA - PALESTRA CORPO B	30	32	30	32	32	26	30	26	28	30	32	30	30,20	15	52,7	1959	2848,6	21,53	22,68	21,99	22,07	14907
S6	SOLETTA - PALESTRA CORPO B	32	30	32	32	30	30	28	30	28	30	26	30	30,90	15	51,8	1991	2895,2	22,23	23,18	22,72	22,71	15398
S7	PIL. - P.SEMINT. CORPO C	36	32	32	36	34	32	6	34	32	36	34	36	33,80	15	56,5	1826	2655,9	21,16	22,93	20,87	21,65	12958
S8	TR. - P.SEMINT. CORPO C	36	34	32	36	34	32	34	32	36	34	32	36	34,00	15	51,0	2023	2942,4	27,79	27,92	26,98	27,56	15905
S9	TR. - P.SEMINT. CORPO C	34	32	36	36	34	32	36	34	32	36	34	36	34,40	15	47,5	2173	3159,9	33,98	32,32	32,52	32,94	18342
S10	PIL. - P.RIALZ. CORPO C	34	32	36	34	32	36	34	32	34	32	36	34	33,80	15	49,1	2103	3058,1	30,44	29,76	29,46	29,89	17179
S11	PIL. - P.RIALZ. CORPO C	36	34	34	32	36	34	32	36	34	36	34	36	34,60	15	48,1	2142	3115,5	33,04	31,71	31,61	32,12	17831
S12	TR. - P.RIALZ. CORPO C	36	36	34	32	36	34	32	36	34	32	36	34	34,40	15	46,5	2219	3226,8	35,87	33,60	34,23	34,56	19127
<b>MEDIE COMPLESSIVE</b>																							
27,26 27,14 26,97 27,12 16742																							

Fig.11: Risultanza prove ultrasoniche e sclerometriche combinate con le prove di rottura a compressione provini estratti

La **resistenza cubica a compressione media** che restituiscono le prove è pertanto pari a

$$R_{cm} = 270 \text{ daN/cm}^2 - R_{ck} 22/27$$

Per quanto concerne le prove sugli acciai in barre risultano i seguenti valori medi di resistenza a trazione:

Sigla	Diametro $\phi$ [mm] (*)	Sez. [mm <sup>2</sup> ]	All.to rottura A5%	Forza di snervam. [kN]	Forza di Rottura [kN]	Tens. Di Sner.to fy [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensione di Rottura ft [N/mm <sup>2</sup> ]	Rapporto ft/fy	Piega (esito) (**)
E1	9,00	63,62	24,00	31,16	36,76	489,8	577,8	1,18	**
E2	9,00	63,62	23,50	32,04	37,01	503,7	581,8	1,16	**
E3	12,50	122,71	25,00	60,01	75,48	489,0	615,1	1,26	**

Fig.12: Risultanze prove di trazione sugli acciai

La **resistenza a trazione media** è pertanto pari a

$$f_m = 4940 \text{ daN/cm}^2$$

Per quanto concerne ogni altro dettaglio sulle prove – materiali eseguite si faccia riferimento al documento “**Certificato Mon 3742**” del 17/02/2020 con prove eseguite in data 12-18-19 dicembre 2019 dalla **Società Tecnolab srl** Aut. Min. N. 9442/2012 R.309/2015 – Certificato UNI EN ISO 9001:2008 EA35 O.N. Re 350/11M/127 D.Mise 12/03/2015.

## 2.2 Materiali per gli interventi in progetto.

Gli interventi di miglioramento sismico su alcuni elementi strutturali (colonne e travi in c.a. e pilastri in muratura) prevedono l'introduzione di **Fibrocompositi rinforzati in FRP** le cui caratteristiche di progetto sono riportate nelle seguenti tabelle.

Per quanto concerne le **colonne murarie** si riportano i relativi tabulati con la definizione puntuale del tipo di rinforzo associato.

Id	Sigla FRP per mur.	Spess.	Mod. E	eps r	eps d	Applic.	Espos.	Fibra	L fasc.O	P fasc.O	L fasc.V	P fasc.V	A conc.	Conf.	R curv.
		mm	N/mm2	%	%				mm	mm	mm	mm	mm2		
1	Fibrorinforzo 1	1.00	2.300e+05	1.4	0.0	tipo A	esterna	carbo.	200.0	400.0	200.0	400.0	0.0	SI	20.0

Titolo colonna	Descrizione	Nota
Id	Indice nell'archivio	
Sigla FRP per mur.	Nome nell'archivio o riferimento al prodotto commerciale	
Spess.	Spessore del fibrorinforzo	Strati sovrapposti si modellano sommando gli spessori
Mod. E	Modulo elastico del fibrorinforzo	Elastico lineare fino a rottura
eps r	Tensione caratteristica di rottura	
eps d	Tensione di progetto assegnata	Valore della tensione massima nel fibrorinforzo, nel caso si adottino dispositivi di ancoraggio. Se pari a 0 viene calcolata dal programma automaticamente
Applicaz.	Applicazione tipo A o B	Utilizzato in Tabella 2-1
Espos.	Interna, esterna, ambiente aggressivo	Utilizzato in Tabella 2-3
Fibra	Arammidica, vetro, carbonio, altro	Utilizzato in Tabella 2-3
L fasc. O	Larghezza delle fasce orizzontali	
P fasc. O	Passo delle fasce orizzontali	
L fasc. V	Larghezza delle fasce verticali	
P fasc. V	Passo delle fasce verticali	
A conc.	Area di rinforzo concentrato alle estremità del maschio murario	
Conf.	Fibrorinforzo adottato per conseguire un effetto di confinamento sulla muratura	Utilizzato per elementi Pilastro in muratura
R curv.	Raggio di curvatura utilizzato nell'arrotondamento degli spigoli	

Per quanto concerne i **pilastri travi e travetti solai in c.a.** si riportano i relativi tabulati con la definizione puntuale del tipo di rinforzo associato.

Id	Sigla FRP per c.a.	Spess.	Mod. E	eps r	Direz.	Applic.	Espos.	Fibra	L fasc.	P fasc.	R curv.
		mm	N/mm2	%					mm	mm	mm
1	Fibrorinforzo quadriassiale	2.00	2.300e+05	1.4	quadriassiale	tipo A	interna	carbo.	200.0	200.0	20.0

Titolo colonna	Descrizione	Nota
Id	Indice nell'archivio	
Sigla FRP per c.a.	Nome nell'archivio o riferimento al prodotto commerciale	
Spess.	Spessore del fibrorinforzo	Strati sovrapposti si modellano assegnando lo spessore totale
Mod. E	Modulo elastico del fibrorinforzo	Elastico lineare fino a rottura
eps r	Tensione caratteristica di rottura	
Direz.	Schema di disposizione delle fibre	Da uniassiale a quadriassiale
Applicaz.	Applicazione tipo A o B	Utilizzato in Tabella 2-1
Espos.	Interna, esterna, ambiente aggressivo	Utilizzato in Tabella 2-3
Fibra	Arammidica, vetro, carbonio, altro	Utilizzato in Tabella 2-3
L fasc.	Larghezza delle fasce	Definizione geometrica della fasciatura, se L.fasc=P fasc. o uno dei 2 è nullo, si ritiene applicata un ricoprimento completo
P fasc.	Passo delle fasce	Definizione geometrica della fasciatura, se L.fasc=P fasc. o uno dei 2 è nullo, si ritiene applicata un ricoprimento completo
R curv.	Raggio di curvatura utilizzato nell'arrotondamento degli spigoli	



Per quanto concerne le **travi di supporto in acciaio** per la realizzazione del rinforzo previsto in progetto al livello del solaio di piano 2° si prevede l'uso di acciaio strutturale del tipo **S 275 – Fe 430** conforme alle norme armonizzate **UNI EN 10210-1** avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

Tipo / Note	V. caratt.	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
Acciaio Fe430 - S275 < MATERIALE NUOVO >	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
		2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	
Tensione ft	4300.0						
Tensione fy	2750.0						
Resistenza fd	2750.0						
Resistenza fd (>40)	2500.0						
Rapporto HRDb							1.00e-05
Rapporto HRDv							1.00e-05

Avellino, Ottobre 2020

I progettisti.

Ing. C. Tuozzolo

