

COMUNE DI SERRAMAZZONI
Provincia di MODENA

**LAVORI DI CONSOLIDAMENTO STATICO TRAVI
PORTANTI SOLAIO DI CALPESTIO PIANO TERRA E RAMPE SCALE
SCUOLA MEDIA “CAVANI”.**



Committente:
Serramazzoni Patrimonio srl
Febbraio 2015

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti
ing. Emanuel Perani,
ing. Massimo Pilati,
via Doneghe, 3 - 25085 Gavardo (BS)
Tel. e Fax 036532845
e-mail: info@ingegneriaprogetti.net

FASCICOLO TECNICO:

1. RELAZIONE GENERALE
2. RELAZIONE GEOTECNICA E
DELLE FONDAZIONI
3. RELAZIONE SUI MATERIALI
4. RELAZIONI SPECIALISTICHE –
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE
STRUTTURE
5. PIANO DI MANUTENZIONE;

INDICE

1.	RELAZIONE GENERALE	3
1.1.	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE	3
1.2.	ANALISI DEI CARICHI.....	7
2.	RELAZIONE GEOTECNICA e DELLE FONDAZIONI.....	8
3.	RELAZIONE SUI MATERIALI	9
3.1.	MATERIALI ESISTENTI	9
3.1.1	CALCESTRUZZO.....	9
3.1.2	ACCIAIO	9
3.2.	MATERIALI PREVISTI IN PROGETTO	9
3.2.1	LAMINE PULTRUSE E TESSUTI IN FIBRE DI CARBONIO	9
3.2.2	MATTONI SEMIPIENI DOPPIO UNI CON MALTA A PRESTAZIONE GARANTITA M5	10
3.2.3	CALCESTRUZZO.....	10
3.2.4	ACCIAIO	10
4.	RELAZIONI SPECIALISTICHE RelAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE....	10
4.1.	VERIFICHE NUMERICHE PRE-INTERVENTO	11
4.1.1	TRAVE PORZIONE AMPLIAMENTO	12
4.1.2	TRAVE PORZIONE ORIGINARIA	16
4.2.	PROGETTO E VERIFICHE NUMERICHE POST-INTERVENTO	18
4.2.1	RINFORZI FLESSIONALI	19
4.2.2	RINFORZI A TAGLIO.....	22
4.2.3	VERIFICA RINFORZI IN ACCIAIO	24
5.	PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA.....	26

1. RELAZIONE GENERALE

1.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

La necessità di un intervento di rinforzo di alcune travi in cemento armato e delle rampe scale dell'edificio scolastico sede delle Scuole Medie nel comune di Serramazzoni scaturisce dalle verifiche strutturali commissionate dall'amministrazione comunale nel 2008.

Obiettivo del presente progetto è quello di adeguare da un punto di vista ESCLUSIVAMENTE statico le travi in cemento armato e le rampe scale costituite da solai in laterocemento.

Per tali elementi le verifiche condotte non avevano fornito esito positivo.

Le tecniche di consolidamento proposte prevedono:

- impiego di materiali fibrocompositi applicati per il rinforzo flessionale e a taglio delle travi.
- il rinforzo delle scale attraverso un sistema di putrelle intradossali, dimensionate in modo che siano in grado di sostenere, oltre al carico accidentale, anche il peso proprio e ed il sovraccarico permanente della scala. In corrispondenza del livello 1° SS, in ragione di difficoltà operative nella posa di elementi in acciaio, si realizzerà una muratura portante al fine di creare un appoggio per le travi di rinforzo.

In entrambi i casi non si altera in alcun modo la risposta sismica del fabbricato, né i livelli di sicurezza sismici valutati nel precedente studio.

A) Contesto Edilizio e Caratterizzazione geologica, morfologica e idrogeologica.

L'edificio oggetto d'intervento è isolato rispetto al contesto urbano, non interferendo con alcun altro manufatto.

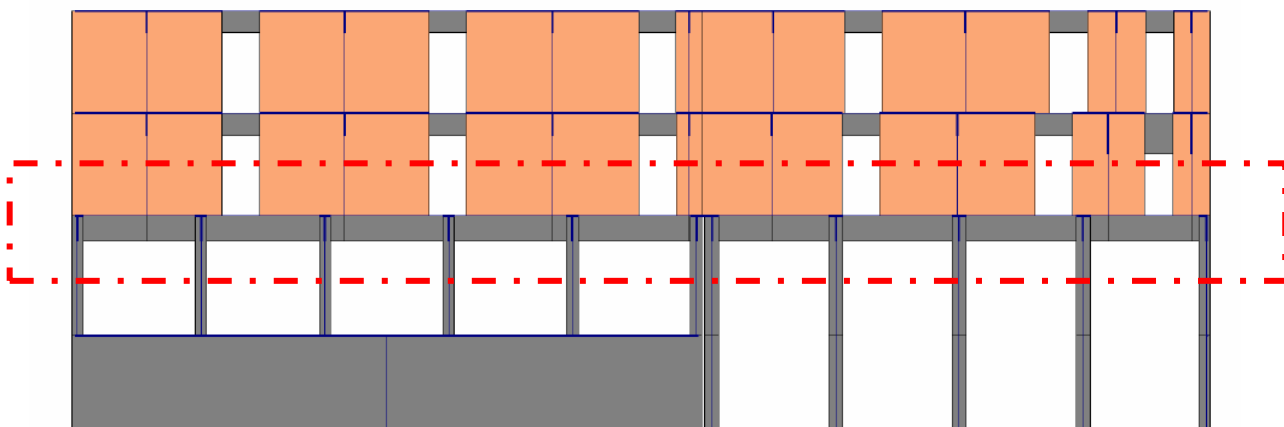
Limitatamente agli aspetti geologici, morfologici e idrogeologici si evidenzia come l'intervento non risenta, né sia influenzato da tali aspetti, riguardando meramente il consolidamento statico di alcuni elementi del primo orizzontamento, senza aggravio di azioni a livello del piano fondale.

B) Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento.

Trattasi di edificio scolastico realizzante con struttura portante muratura ed elementi in cemento armato utilizzati per travi e fondazioni.

I solai sono in latero-cemento.

In particolare gli elementi oggetto di rinforzo sono travi fuori spessore della dimensione di 25*90 cm posizionate al solaio di calpestio del piano primo sottostata in corrispondenza delle pareti di spina.



C) Normativa tecnica e riferimenti tecnici.

Il progetto è conforme alla seguente normativa tecnica:

- **Norme Tecniche per le Costruzioni** di cui al DM 14 gennaio 2008
- **Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche** di cui al D.M. 14 gennaio 2008 pubblicate in data 26 febbraio 2009.
- **Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati CNR 200-R1/2013** - Roma, CNR 10 ottobre 2013 – versione del 15 Maggio 2014.

D) Definizione dei parametri di progetto e dell'azione sismica di base del sito.

Non pertinenti in relazione all'intervento proposto in base a quanto asserito in epigrafe.

E) Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale.

Si rimanda integralmente alla successiva "Relazione sui Materiali".

F) Criteri di progettazione e di modellazione.

Le azioni (N, T, M) agenti interne sono valutate secondo i criteri della scienza e tecnica della costruzioni, assumendo - quali modelli di calcolo - gli schemi di travi mono o pluri-campata su appoggi puntuali.

Le azioni resistenti sono invece valutate secondo le procedure indicate di volta in volta dalla Normativa vigente

G) Combinazione delle Azioni.

La combinazione delle azioni considerate ai fini delle verifiche è (così come definita e proposta al paragrafo 2.5.3 Combinazione delle azioni delle NTC) la seguente:

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

Nelle precedenti espressioni il significato dei simboli e lettere è il seguente:

G_1 : peso proprio di tutti gli elementi strutturali, il peso proprio del terreno incluse le forze indotte (se pertinenti) e le forze di pressione dell'acqua (se pertinenti e costanti nel tempo);

- G_2 : peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P: pretensione e precompressione;
- Q_{k1} : carico variabile j-esimo al valore caratteristico;
- γ_{Gi} e γ_{qj} : coefficiente parziali delle azioni nelle verifiche allo stato limite ultimo come definiti nella tabella 2.6.1 delle NTC. Come altresì specificato al paragrafo 8.5.5 delle NTC, a fronte di una accurata conoscenza degli aspetti geomotrico-strutturali, quale quella che si è conseguita a fronte delle indagini integrative effettuate, si adottano per le verifiche illustrate nel seguito valori pari a 1.15 del solo coefficiente γ_{Gi} ;
- ψ_{0j} : coefficiente di combinazione che fornisce il valore raro del carico variabile j-esimo;
- I valori dei coefficienti di combinazione verranno assunti sulla base delle indicazioni contenute nella tabella 2.5.1 delle NTC
- +: simbolo che vuol dire “combinato con”;

H) Metodi di analisi.

Metodo semiprobabilistico agli stati limite

I) Criteri di verifica in presenza di azione sismica.

Non pertinenti in relazione all'intervento proposto in base a quanto asserito in epigrafe.

J) Rappresentazione configurazioni deformate e delle sollecitazioni delle strutture più significative, sintesi delle verifiche di sicurezza e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Si rimanda al successivo paragrafo 1.2 Verifiche numeriche e al punto P) Sintesi dei risultati più significativi

K) Caratteristiche ed affidabilità del codice di calcolo.

I calcoli sono stati eseguiti con procedure (free-software) sviluppate internamente o in ambito universitario. In particolare:

- per la valutazione delle azioni interne si è utilizzato TRAVECONDWG (freesoftware) del prof. Piero Gelfi, dell'Università degli Studi di Brescia);
- la verifica flessionale delle sezioni nello è stata eseguita con VCASLU (freesoftware) del prof. Piero Gelfi, dell'Università degli Studi di Brescia);
- la verifica flessionale e a tagli delle sezioni nello stato di progetto con codici interni implementati su EXCEL;
- la verifica a taglio delle sezioni nello stato di fatto e/o di progetto con codici interni implementati su EXCEL.

L) Strutture di fondazione: fasi di realizzazione dell'opera, sintesi massime pressioni,....

Verrà realizzata una fondazione a platea di ridotte dimensioni per la realizzazione di un breve tratto di muratura portante. In ragione dei carichi in gioco e della dimensione della platea le

pressioni sul terreno si ritengono assolutamente modeste e le verifiche ampiamente soddisfatte.

M) Categoria di intervento previsto

Da un punto di vista del comportamento sismico, l'intervento - finalizzato all'adeguamento statico - non influenza in alcun modo il comportamento sismico dell'edificio, pertanto può ascrivere alla categoria degli interventi locali.

N) Descrizione della struttura esistente

Per eventuali approfondimenti vedasi precedente studio allegato alla presente in formato digitale

O) Descrizione della proprietà meccaniche

Si rimanda integralmente alla successiva "Relazione sui Materiali".

P) Sintesi dei risultati più significativi

Il progetto di rinforzo consente di raggiungere i livelli di sicurezza previsti dalla normativa tecnica per la destinazione d'uso corrente del fabbricato (scuola).

In particolare il rinforzo incrementa i valori dei momenti resistenti e del taglio sino al superamento dei valori agenti.

1.2. ANALISI DEI CARICHI

Si assumono i seguenti carichi:

COPERTURA e IMPALCATO DI SOTTOTETTO

(si assumono i dati riportati nella valutazione dei livelli di sicurezza strutturale a firma dell'Ing. Gianfranco Boschetti)

Solaio con travetti in laterizio armato e interposti laterizi di alleggerimento

Peso Proprio e Permanente (copertura +sottotetto): **3.90 kN/m²**

Sovraccarico Accidentale:

Neve (NTC08) **2.60 kN/m²**

PRIMO E SECONDO IMPALCATO (PAVIMENTO PIANO TERRA E PRIMO)

Solaio con travetti in laterizio armato e getto intergrativo a realizzare una cappa di 1.,5cm e interposti laterizi di alleggerimento (H=20+1.5)cm

Peso Proprio: **2.30 kN/ m²**

Sovraccarico Permanente:

pavimento (sp. 2cm) **0.50 kN/m²**

sottofondo (sp.3cm) **0.60 kN/m²**

intonaco (sp.1cm) **0.20 kN/m²**

incidenza tramezze **1.40 kN/m²**

Totale Sovraccarico Permanente 2.70 kN/m²

Sovraccarico Accidentale:

ambienti suscettibili di affollamento (NTC08) **3.00 kN/m²**

SCALA PRINCIPALE

Solaio con travetti in laterizio armato e getto intergrativo a realizzare una cappa di 1.,5cm e interposti laterizi di alleggerimento (H=12+1)cm

Peso Proprio: **1.50 kN/ m²**

Sovraccarico Permanente:

falsi gradini marmo **2.00 kN/m²**

intonaco (sp.1cm) **0.25 kN/m²**

Totale Sovraccarico Permanente 2.25 kN/m²

Sovraccarico Accidentale:

scale (NTC08) **4.00 kN/m²**

MURATURE IN LATERIZIO SEMIPIENO (disposti a fori orizzontali)

Peso Proprio: **15.00 kN/ m³**

2. RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI

Come descritto nella relazione generale l'intervento consiste nel rinforzo delle travi in calcestruzzo mediante l'utilizzo di fibrorinforzati all'intradosso dell'elemento.

I pesi nella condizione pre e post intervento non subiscono alcuna modifica e non è pertanto necessario indagare il terreno e valutare la sicurezza strutturale del sistema fondale.

3. RELAZIONE SUI MATERIALI

Sulla base delle indicazioni contenute nelle verifica di sicurezza sismica del fabbricato e delle indagini effettuate ai fini del calcolo verranno utilizzati i seguenti materiali:

3.1. MATERIALI ESISTENTI

3.1.1 CALCESTRUZZO

In conformità alle prescrizioni progettuali e alle indagini condotte al calcestruzzo è stata attribuita la classe C20/25 assumendo quale valore medio della resistenza cilindrica a compressione il valore caratteristico prescritto dalla normativa per quella classe. Pertanto i parametri meccanici più significativi assumono i seguenti valori

- | | | |
|--------------------------------------|------------|-----------|
| - resistenza media alla compressione | $f_{cm} =$ | 20 Mpa |
| - modulo di elasticità | $E =$ | 30000 Mpa |

I valori di calcolo verranno determinati assumendo per il fattore di confidenza il valore è $F_c = 1.2$.

3.1.2 ACCIAIO

La determinazione delle proprietà meccaniche dell'acciaio è stata condotta sulla scorta di documentazione tecnica di progetto che testimonia l'utilizzo di acciaio tipo RUMI.

- | | | |
|---|------------|-------------|
| - resistenza media trazione (snervamento) | $f_{ym} =$ | 400 Mpa |
| - modulo di elasticità | $E =$ | 210.000 Mpa |

I valori di calcolo verranno determinati assumendo per il fattore di confidenza il valore è $F_c = 1.0$.

3.2. MATERIALI PREVISTI IN PROGETTO

3.2.1 LAMINE PULTRUSE E TESSUTI IN FIBRE DI CARBONIO

Per il rinforzo a flessione si utilizzeranno **sistemi preformati mediante pultrusione incollati all'elemento da rinforzare** eventi aventi le seguenti caratteristiche meccaniche

- | | | |
|--|----------------------|-------------|
| - modulo di elasticità (valore medio) | $E =$ | 165.000 Mpa |
| - modulo di elasticità (minimo) | $E =$ | 160.000 Mpa |
| - resistenza trazione caratteristica (valore medio) | $f_{fk} =$ | 3100 Mpa |
| - resistenza trazione caratteristica (valore minimo) | $f_{fk} =$ | 2800 Mpa |
| - deformazione a rottura (valore minimo) | $\varepsilon_{fk} =$ | 1,70% Mpa |

- spessore delle lamine $t_f = 1,20 \text{ mm}$

Per il rinforzo a taglio si utilizzeranno **tessuti in fibra di carbonio ad alto modulo applicati con resine** aventi le seguenti caratteristiche meccaniche

- modulo di elasticità $E = 390.000 \text{ Mpa}$
- resistenza trazione del composito $f_{fk} = 3400 \text{ Mpa}$
- deformazione a rottura del composito $\varepsilon_{fk} = 0,80\% \text{ Mpa}$
- spessore del tessuto $t_f = 0,22 \text{ mm}$

3.2.2 MATTONI SEMIPIENI DOPPIO UNI CON MALTA A PRESTAZIONE GARANTITA M5

$f_{bk} > 10 \text{ N/mm}^2$ $f_k = 4.7 \text{ N/mm}^2$ ai sensi tabella 11.10.V N.T. 08

3.2.3 CALCESTRUZZO

Calcestruzzo di classe C25/30 avente :

- resistenza alla compressione $f_{ck} = 25 \text{ Mpa};$
- modulo di elasticità $E = 31.000 \text{ Mpa}$

3.2.4 ACCIAIO

Acciaio per barre d'armatura B450C avente:

- resistenza caratteristica trazione (snervamento) $f_{yk} = 450 \text{ Mpa};$
- modulo di elasticità $E = 210.000 \text{ Mpa}$

4. RELAZIONI SPECIALISTICHE RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

4.1. VERIFICHE NUMERICHE PRE-INTERVENTO

Le dimensioni e i dettagli costruttivi degli elementi su cui si è condotta la verifica sono stati ricavati da elaborati grafici recuperati presso gli archivi della stazione appaltante, supportati dai saggi manuali eseguiti in concomitanza con le verifiche di sicurezza sismica del fabbricato.

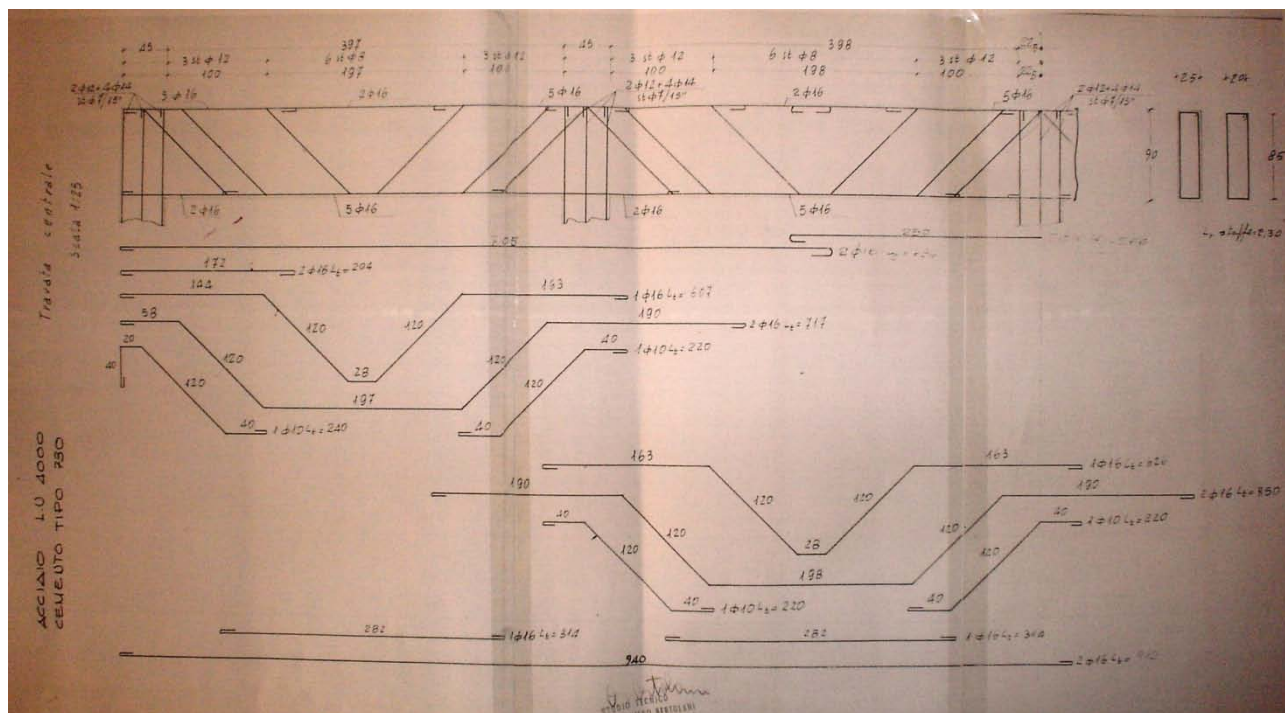


Figura 1.. Estratto tavola strutturale trave porzione ampliamento – solaio di calpestio piano terra

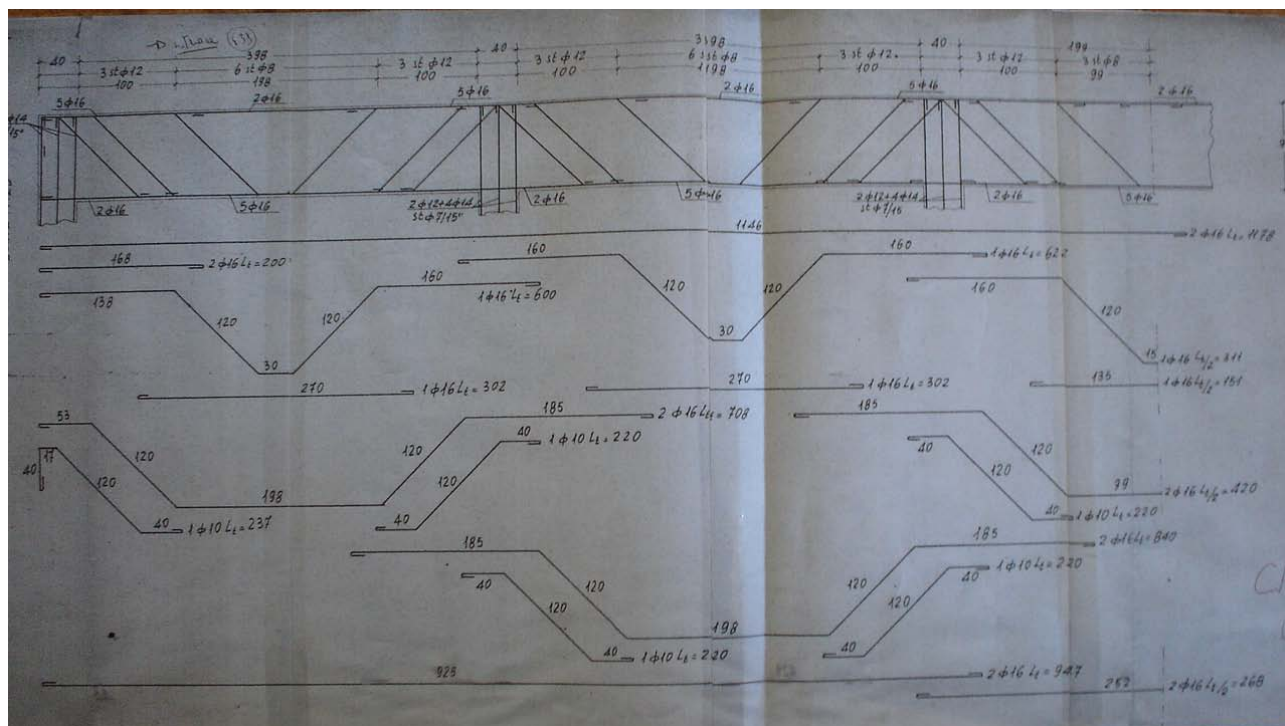


Figura 2.. Estratto tavola strutturale trave porzione originaria – solaio di calpestio piano terra

Le due travi presentano le medesime geometrie ed armature e si differenziano solo per il numero di campate (4 per la porzione in ampliamento e 5 per il corpo originario).

4.1.1 TRAVE PORZIONE AMPLIAMENTO

Sotto è riportato l'estratto del foglio di calcolo utilizzato per la determinazione dei carico elementari (pesi permanenti e accidentali) agenti sulle singole campate della trave ed evidenziati a sfondo rosso.

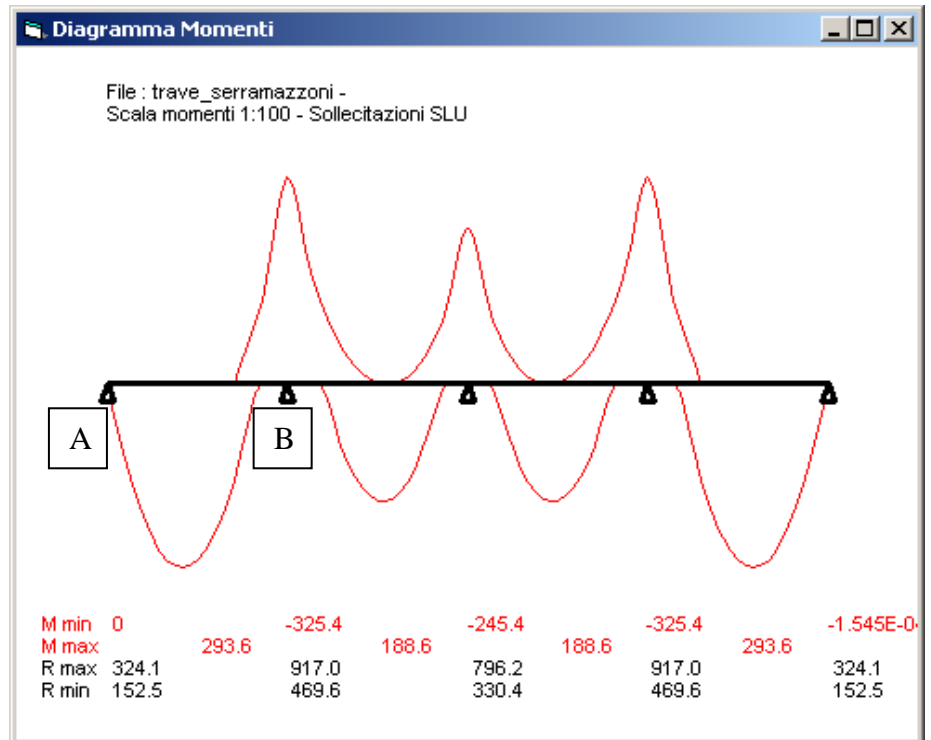
I valori di calcolo delle azioni interne sono ottenuti considerando i coefficienti $\gamma_{G,1} = \gamma_{G,2} = 1,15$ e $\gamma_Q = 1,50$ in accordo con il paragrafo 8.5.5 delle NT08, avendo determinato i pesi proprio sulla scorta di un accurato rilievo materico

Tabella 1 – Trave 1. Carichi agenti

Carichi trave									
		kN/mq	kN/mq	kN/mq		m		Permanenti	Accidentali
		Permanenti	Perm. non strut.	Accidentali		Luce influenza		kN/m	kN/m
								Carico totale	Carico totale
Copertura		3.90	0.00	2.60		4.95		19.31	12.87
Solaio1		2.30	2.70	3.00		4.95		24.75	14.85
Solaio2		2.30	2.70	3.00		4.95		24.75	14.85
								68.81	42.57
		kN/mc	kN/mq	m		m		kN/m	
		Peso proprio	Perm. non strut.	Spessore		Altezza		Carico totale	
Pareti superiore		15.00		0.25		6.80		25.50	
								25.50	
		kN/mc	m	m				kN/m	
		Peso proprio base		altezza				Carico totale	
Peso proprio		25.00	0.25	0.90				5.63	
								5.63	
						TOTALE		99.93	42.57
								kN/m	kN/m

CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE DI PROGETTO - (TRAVERCON DWG)

Si riporta a lato il diagramma del momento flettente agente sulla trave.



CALCOLO DELLE AZIONI RESISTENTI DI PROGETTO - (VCASLU)

Verifica C.A. S.L.U. - File: MEDIE_CAMPATA_TRAVE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVE MEDIE CAMPATA 5fi16 + 2fi16

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	25	90	1	4.02	3
			2	10.05	87

Sollecitazioni: S.L.U. **Metodo n**

N Ed 0 **M** Ed 0 **M** xEd 0 **M** yEd 0

P.to applicazione N: Centro **Coord. [cm]:** xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali:

RUMI		C20/25	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	289.9 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200 000 N/mm²	f_{cd}	9.444
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.45 ‰	$\sigma_{c,adm}$	8.5
$\sigma_{s,adm}$	1600 N/mm²	τ_{co}	0.5333
		τ_{c1}	1.686

Calcolo: **M_{Rd}** 243.3 kN m

Tipo flessione: Retta **N° rett.** 100

Calcola M_{Rd} **Dominio M-N** **L₀** 0 cm **Col. modello**

Precompresso

Campata A-B.

Sezione trasversale:

25cm x 90cm

Armatura considerata:

5 Φ 16 inferiori

2 Φ 16 superiori

M_{rd}: 243,30kNm

Verifica C.A. S.L.U. - File: MEDIE_APPOGGIO_TRAVE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVE MEDIE APPOGGIO 8f16 + 2f16

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	25	90	1	16.08	3
			2	4.02	87

Tipo Sezione:
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n
 N: 0 kN
 M: 0 kNm
 xEd: 0
 yEd: 0

P.to applicazione N:
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord. [cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione:
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali:
 RUMI C20/25
 E_{su}: 67.5 % E_{c2}: 2 %
 f_{yd}: 289.9 N/mm² E_{cu}: 3.5
 E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 9.444
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 E_{syd}: 1.45 % C_{c,adm}: 8.5
 C_{s,adm}: 1600 N/mm² τ_{co}: 0.5333
 τ_{c1}: 1.686

M_{xRd}: -375.4 kNm
 σ_c: -9.444 N/mm²
 σ_s: 289.9 N/mm²
 ε_c: 3.5 %
 ε_s: 13.15 %
 d: 87 cm
 x: 18.28 x/d: 0.2102
 δ: 0.7027

Appoggio B.

Sezione trasversale:

25cm x 90cm

Armatura considerata:

8 Φ 16 superiori

2 Φ 16 inferiori

Mrd: 375,40kNm

L'armatura delle travi si mantiene la medesima per le successiva campate e per gli appoggi.

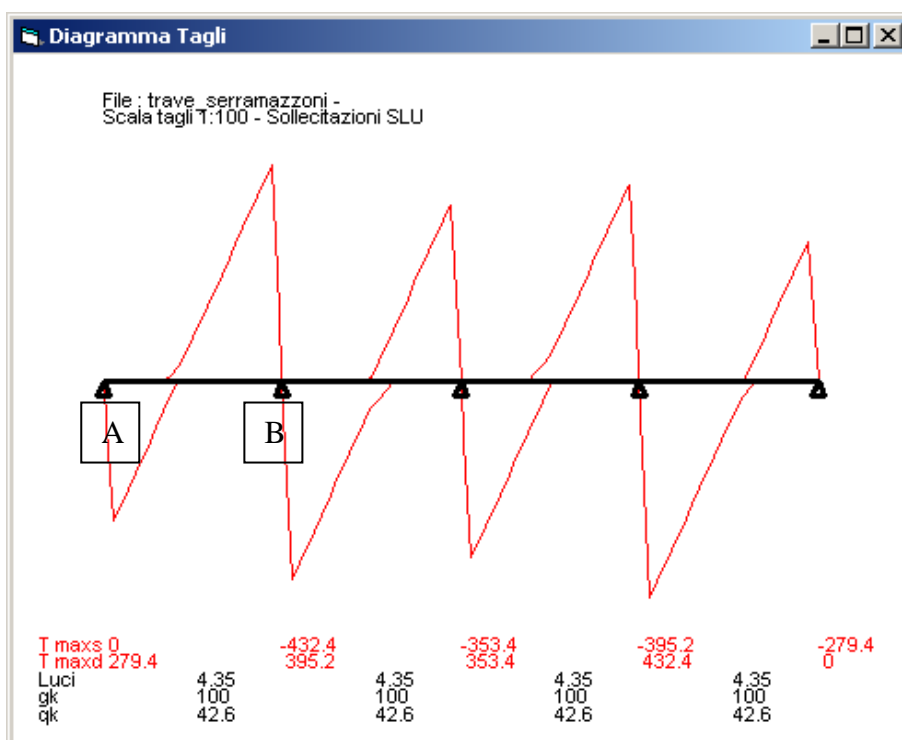
La verifica flessionale non risulta pertanto soddisfatta limitatamente alle campate esterne essendo i momenti resistenti minori rispetto a quelli sollecitanti:

$$M_{rd} = 243.3 \text{ kNm} < M_{sd} = 293.6 \text{ kNm}$$

VERIFICA A TAGLIO.

CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE DI PROGETTO - (TRAVECON DWG)

Si riporta a lato il diagramma del taglio agente sulla trave.



CALCOLO DELLE AZIONI RESISTENTI DI PROGETTO

Si riportano i calcoli, condotti mediante fogli di calcolo internamente implementati su Excel in accordo con la normativa tecnica ed in particolare con il paragrafo 4.1.2.1.3.2.

Verifica a taglio di travi armate secondo NTC 2008 §4.1.2.1.3.2							
INPUT		AZIONI AGENTI		CALCOLO			
GEOMETRIA DELLA TRAVE				GEOMETRIA DI CALCOLO			
bw[mm]	250	Ned	0	d[mm]	870		
hw[mm]	900	Med[kNm]	0				
copri ferro[mm]	30	Ved,max[kN]	1				
CLASSE CALCESTRUZZO		Ved,min[kN]	1	CLASSE CALCESTRUZZO			
fck	20	coeff amplif taglio C	1	σcp	0		
γc	1.5	α	90	fcd[Mpa]	9.44	Fo =	1.2
CLASSE ACCIAIO		δ	45	fcd[Mpa]	4.72		
fyk[Mpa]	400	OUTPUT		CLASSE ACCIAIO			
ARMATURA A TAGLIO		Verifica puntone compresso		fyk[Mpa]	289.9	Fo =	1.2
cl staffe[mm]	12	VRod[kN]	482.19	ARMATURA DELLA TRAVE			
passo staffe [mm]	333	Verifica a taglio trazione armatura		Asw[mm²]	228		
n braccia	2			αc	1		
		VRsd[kN]	154.16	ctgθ	1.00	1<=ctgθ<=2.5	VERIFICATO
				Ad[mm²]	225000		

Il valore Vrsd della resistenza a taglio trazione dell'armatura deve essere incrementato del contributo fornito dai ferri piegati presenti.

Ferri piegati 1 Φ 16 / 90 cm

$$V_{fp} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw} / s) \cdot f_{yd} \cdot \sqrt{2} = 0.9 \cdot 870 \cdot 201 / 9000 \cdot 289.85 \cdot 1.41 = 71.46 \text{ kN}$$

$$V_{Rsd} = V_{rst} + V_{fp} = 154.16 + 71.46 = 225.62 \text{ kN}$$

La verifica a taglio risulta pertanto sistematicamente non verificata. In particolare in corrispondenza dell'appoggio B:

$$V_{Rsd} = 225.62 \text{ kN} < V_{sd} = 432.4 \text{ kN}$$

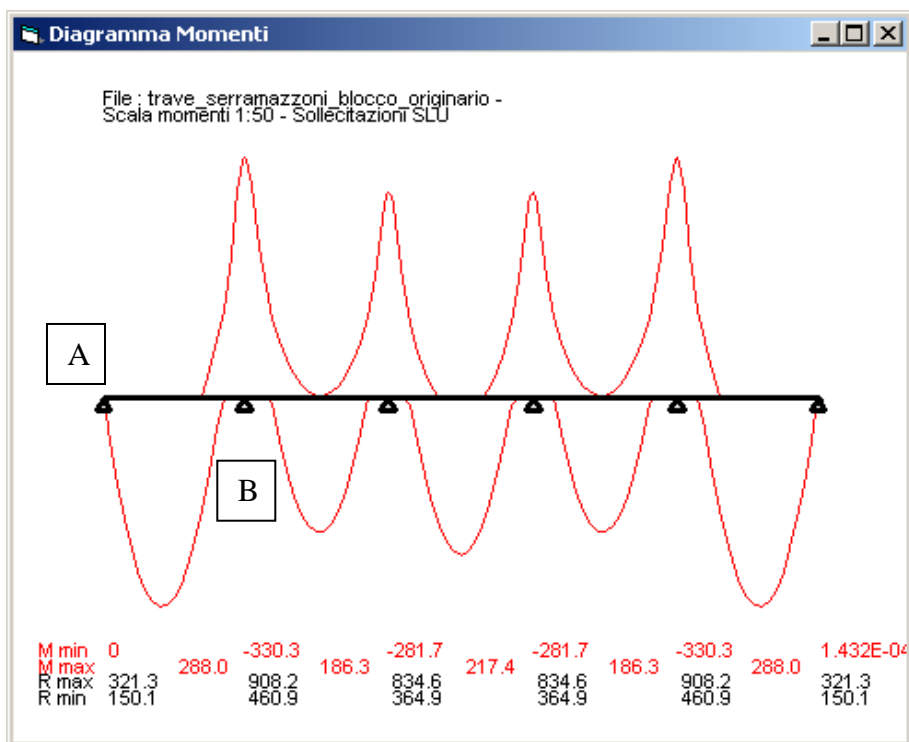
4.1.2 TRAVE PORZIONE ORIGINARIA

I carichi e le armature sono i medesimi della porzione in ampliamento con l'unica differenza legata alla presenza di cinque campate anziché quattro.

VERIFICA A FLESSIONE.

CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE DI PROGETTO - (TRAVECON DWG)

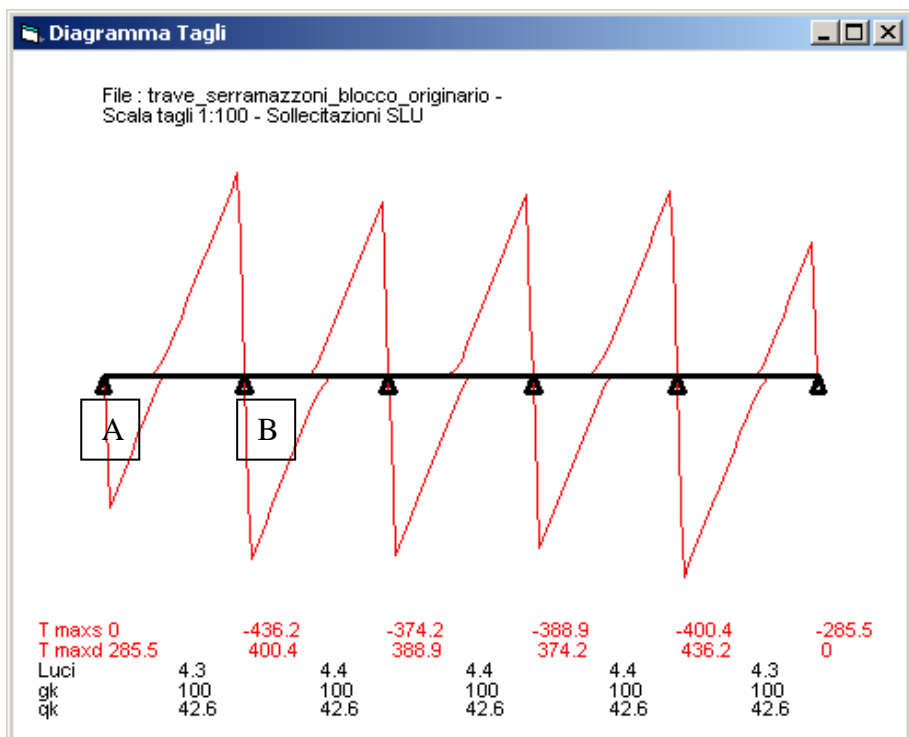
Si riporta a lato il diagramma del momento flettente agente sulla trave



VERIFICA A TAGLIO.

CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE DI PROGETTO - (TRAVECON DWG)

Si riporta a lato il diagramma del taglio agente sulla trave



Le azioni sono sostanzialmente identiche a quelle della trave precedente.
Vengono confermate le inadeguatezze relative al momento flettente per le campate di estremità e a taglio in corrispondenza di tutti gli appoggi.

4.2. PROGETTO E VERIFICHE NUMERICHE POST-INTERVENTO

Il progetto di rinforzo prevede l'applicazione di lamine pultruse e di tessuti in materiale fibrocomposito aventi caratteristiche e proprietà meccaniche descritte nel paragrafo dedicato ai materiali.

Il rinforzo a flessione con lamine pultruse sarà applicato all'intradosso delle campate laterali delle travi late come individuate al paragrafo precedente.

Il rinforzo a taglio con tessuti sarà invece applicato sui lati delle travi con una disposizione ad U e inclinazione di 45°.

Per quanto concerne gli aspetti esecutivi, dopo la rimozione dell'intonaco intradossale (ove presente) si eseguiranno indagini di dettaglio per verificare la consistenza del supporto (calcestruzzo). Il set di indagini a cura della direzione lavori previste sarà costituito da prove sclerometriche (precedute necessariamente da prove pacometriche per il rilievo delle armature e l'individuazione esatta delle aree di prova) in numero tale da coprire l'estensione di tutto l'intervento.

Successivamente si procederà alla semplice pulitura, rettifica e carteggiatura della superficie o, qualora le indagini svolte lo rendano necessario, all'applicazione di malta di ripristino previa rimozione del copriferro ammalorato e applicazione di formulato epossidico passivante.

Poi si applicheranno i rinforzi in fibra di carbonio secondo le quantità stabilite dalle verifiche riportate al punto successivo.

Oltre ai normali controlli di accettazione dei materiali sarà cura della direzione lavori definire le prove per la valutazione della corretta esecuzione dei rinforzi. In sede di progetto si suggerisce almeno l'esecuzione di un congruo numero di prove di strappo e una prova di carico.

4.2.1 RINFORZI FLESSIONALI

I rinforzi in FRP verranno applicati all'intradosso delle campate esterne

La sezione maggiormente vincolante ai fini della verifica è la campata esterna della trave della porzione in ampliamento.

Il valore del momento agente in campata è valutabile in $M_{sd} = 293,3 \text{ kNm}$

Per la quantificazione di lamine necessarie al soddisfacimento delle verifiche si procede valutando in primo luogo lo stato tensionale iniziale della sezione non rinforzata. In particolare si valuta il parametro ε_0 (deformazione al lembo teso) assumendo come carichi solo i pesi propri e quelli permanenti.

Nel caso in esame previo calcolo dell'azione agente e di alcuni parametri geometrici si ottiene:

$M_0 = 201 \text{ kNm}$ (momento dovuto al solo peso proprio e permanenti portati);

$y_0 = 25.25 \text{ cm}$ (asse neutro);

$J_0 = 1885178 \text{ cm}^4$ (Inerzia sezione omogeneizzata);

$\varepsilon_{c0} = (M_0 * y_0) / (E_c * J_0) = 0.0000097$ (deformazione cls compresso);

$\varepsilon_0 = \varepsilon_{c0} * (H - y_0) / y_0 = 0.0000249$ (deformazione lembo teso).

Procedendo in modo iterativo, si calcola il parametro ε_{fd} , deformazione massima nel rinforzo FRP, condotto ai sensi della CNR-DT 200 R1/2012 e, a seguire, il momento resistente della sezione rinforzata sino al soddisfacimento delle verifiche, conseguita con **l'applicazione di lamine pultruse di fibra di carbonio aventi:**

$E_f = 165000 \text{ Mpa}$ (modulo di elasticità – valore medio);

$f_{fk} = 3100 \text{ Mpa}$ (resistenza caratteristica a rottura – valore medio)

$\varepsilon_{fk} = 1,7\%$ (deformazione caratteristica a rottura valore minimo)

$b = 500\text{mm}$ (larghezza complessiva del rinforzo)

$t_f = 1,20\text{mm}$ (spessore delle lamine)

(corrispondente al prodotto SIKA CARBODUR S1012/160 posato in N. 2 lamine di larghezza 100mm, spessore 1.2 mm con singola striscia)

La **deformazione massima del rinforzo** è data dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{fd} = \min (\eta_a \cdot \varepsilon_{fk} / \gamma_f ; \varepsilon_{fdd}) \quad (\text{espressione 4.14 CNR-DT})$$

In cui η_a (fattore di conversione ambientale) è assunto pari a 0,85 e γ_f (coefficiente parziale di sicurezza assunto pari a 1,10). Il parametro ε_{fdd} (deformazione massima per distacco intermedio che generalmente governa l'espressione 4.14), è dato dalla:

$$\varepsilon_{fdd} = f_{fdd,2} / E_f > \varepsilon_{sy} - \varepsilon_0. \quad (\text{espressione 4.7 CNR-DT})$$

In cui ε_{sy} (deformazione di calcolo dell'armatura preesistente a snervamento ottenuta dalla corrispondente deformazione media divisa per il FC) e ε_0 (deformazione al lembo teso) come precedentemente calcolata.

$f_{fdd,2}$ rappresenta la tensione massima nel composito fibrorinforzato che può essere valutata con la seguente espressione:

$$f_{fdd,2} = k_q / \gamma_{f,d} \times [(E_f / t_f) \times (2 k_b k_{G,2} / FC) \times (f_{cm} \times f_{ctm})^{1/2}]^{1/2} \quad (\text{espressione 4.6 CNR-DT})$$

In cui:

- k_q : coefficiente che tiene conto della condizione di carico (assunto qui pari a 1,25 essendo il carico distribuito);
 $\gamma_{f,d}$ coefficiente parziale del fibrorinforzato per distacco qui posto 1,20;
 k_b : coefficiente correttivo di tipo geometrico funzione di della larghezza delle fibre e della sezione (b_f/b), qui pari a 1;
 $k_{G,2}$: coefficiente correttivo calibrato sulla base dei risultati di prove sperimentali da assumersi pari a 0,10
FC: fattore di confidenza posto pari a 1.20
 E_f , t_f , f_{cm} , f_{ctm} proprietà meccaniche dei materiali secondo i consolidati significati riportati nella letteratura tecnica;

Applicando le formule sopra descritte si ottiene:

$$f_{fd,2} = k_q / \gamma_{f,d} \times [(E_f / t_f) \times (2 k_b k_{G,2} / FC) \times (f_{cm} \times f_{ctm})^{1/2}]^{1/2} = 397,07 \text{ Mpa}$$

$$\epsilon_{fd} = \epsilon_{fdd} = 0.002386$$

Il **momento resistente in condizioni di progetto** è dato dalla seguente relazione:

$$M_{Rd} = 1 / \gamma_{r,d} [\Psi b x f_{cd} \times (d - \lambda x) + (A_{s2} \sigma_{s2} (d - d_2) + (A_f \sigma_f d_l))]$$

(espressione 4.16 CNR-DT)

determinato a partire dall'equazione di equilibrio alla rotazione intorno all'asse passante per il baricentro delle armature tese.

Tutti i simboli indicati nell'espressione 4.16 assumono i significati consolidati riportati nella letteratura tecnica, mentre $\gamma_{r,d}$ può essere assunto pari ad 1,00.

Verificato anche che la rottura avviene nel campo 1 ovvero per raggiungimento della massima trazione nel fibrocomposito e non per il raggiungimento della massima compressione nel calcestruzzo si ottiene:

$$M_{Rd} = 315,32 \text{ kNm}$$

Si allega estratto dei fogli di calcolo implementati su excel

$\epsilon_0 =$	0.0000249		deformazione lembo teso per carichi pre-agenti				
$\epsilon_{fd} =$	0.002386		massimo allungamento per crisi laminazione				
$h =$	90	cm	altezza trave				
$b =$	25	cm	base trave				
$f_{cd} =$	111	kg/cm ²	resistenza calcestruzzo				
$A_{s1} =$	10.05	cm ²	area barre inferiori				
$A_{s2} =$	4.02	cm ²	area barre superiori				
$A_f =$	2.4	cm ²	area fibre		$d =$	87	cm
$E_f =$	1650000	Kg/cm ²	modulo elastico fibre		$d1 =$	3	cm
$f_{yd} =$	2898	kg/cm ²	resistenza acciaio		$d2 =$	3	cm
$E_s =$	2100000	Kg/cm ²	modulo elastico acciaio		$\psi =$	0.8	
$x =$	15.8	cm	valore da inserire per tentativi		$\lambda =$	0.4	
Equilibrio =	13.53822		deve essere prossimo a zero				
$\epsilon_c =$	0.000513372		cls lembo compresso	<	0.0035		
$\epsilon_{s2} =$	0.000415896		acciaio compresso				
$\epsilon_{s1} =$	0.002313424		acciaio teso				
$M_u =$	3153201.21	kgcm					
	315.320121	kN m	>	$M_{sd} =$	293	kNm	

Figura 3 estratto foglio di calcolo del Momento resistente della sezione rinforzata

CNR-DT 200 R1/2012 8 Marzo 2012										
E_f	165000	MPa	k_q	1.25	FC	1.20				
f_{fk}	3100.00	MPa	k_{G2}	0.10	mm	Calcestruzzo				
α_{fE}	0.90		s_u	0.25	mm	f_{cm}	20.00	MPa		
α_{ff}	0.90		k_g	0.023	mm	f_{ck}	12.00	MPa		
E_{fd}	148500	MPa	γ_{Rd}	1.25		f_{ctm}	1.57	MPa		
ϵ_{fk}	0.016909091					Acciaio				
γ_f	1.10					f_{sm}	400.00	MPa		
η_a	0.95					E_s	210000	MPa		
$\gamma_{f,del}$	1.20					f_{yd}	333.333	MPa		
γ_c	1.50					ϵ_{sy}	0.001587			
n° strati	1					ϵ_0	0.000427			
t_f	1.2	mm								
t_{totale}	1.2	mm								
b_f	200	mm								
						ϵ_{fd}	f_d			
							MPa			
						0.002386	354.34			
		(4.3)	(4.2)	(4.4)	(4.6)	(4.7)	(4.14)	(4.1)	(4.1)	
b	b_f/b	k_b	Γ_{fk}	f_{dd}	f_{dd2}	ϵ_{rdd}	ϵ_{fd}	f_d	f_{bd}	l_{ed}
mm			N/mm	MPa	MPa			MPa	MPa	mm
250	0.800	1.000	0.108	135.95	354.34	0.002386	0.002386	354.34	0.860	200.00

Figura 4 estratto foglio di calcolo per valutazione della deformata massima del rinforzo (i codici si riferiscono nono alle espressioni CNR)

4.2.2 RINFORZI A TAGLIO

I rinforzi in FRP con tessuti verranno applicati sul lato esterno delle travi in corrispondenza di tutti gli appoggi.

La sezione maggiormente vincolante ai fini della verifica è l'appoggio B della trave della porzione originaria.

Il valore del taglio è valutabile in $V_{sd} = 436,3 \text{ kN}$

L'incremento di taglio resistente richiesto al rinforzo per il raggiungimento delle verifiche è pari a $210,6 \text{ kN}$ (pari a $V_{sd} 436,3 \text{ kN}$ a cui viene detratto il valore resistente fornito dalle armature $V_{Rsd} = V_{rst} + V_{fp} = 154,16 + 71,46 = 225,62 \text{ kN}$).

Analogamente alla verifica precedente, procedendo in modo iterativo, si calcola il parametro f_{ed} , tensione efficace di calcolo del sistema di rinforzo, condotto ai sensi della CNR-DT 200 R1/2012 e, a seguire, il taglio resistente della sezione rinforzata sino al soddisfacimento delle verifiche, conseguita con **l'applicazione di tessuti di fibra di carbonio aventi:**

$E_f = 390000 \text{ Mpa}$ (modulo di elasticità del composito– valore medio);
 $f_{fk} = 3400 \text{ Mpa}$ (resistenza caratteristica a rottura del composito– valore medio)
 $\epsilon_{fk} = 0,8\%$ (deformazione caratteristica a rottura valore minimo)
 $b = 150 \text{ mm}$ (larghezza del tessuto)
 $t_f = 0,22 \text{ mm}$ (spessore del tessuto)

(corrispondente al prodotto SIKA WRAP 400C posato in N. 1 strato di larghezza 150mm, spessore 0.22 mm con passo 200 mm ed inclinazione a 45°)

La **tensione efficace di calcolo del rinforzo** è data dalla seguente espressione:

$$f_{ed} = f_{dd} (1 - 1/3 \times l_{ed} \times \sin \beta / \min [0,9d, h_w]) \quad (\text{espressione 4.21 CNR-DT})$$

con

$$f_{dd} = 1 / \gamma_{f,d} \times [(2 E_f \times \Gamma_{Fd} / t_f)]^{1/2} \quad (\text{espressione 4.4 CNR-DT})$$

Applicando le formule sopra descritte si ottiene:

$$\mathbf{f_{ed} = 587.5 \text{ Mpa}}$$

Il valore del taglio resistente fornito dal rinforzo è dato da:

$$\mathbf{V_{rd,f} = 1 / \gamma_{f,d} \times 0,9 \times d \times f_{ed} \times 2 \times t_f \times (\cotg \theta + \cotg \beta) \times b_f / p_f = 252,79 \text{ kN}}$$

Si allega estratto dei fogli di calcolo implementati su excel

Figura 5 estratto foglio di calcolo del taglio resistente del rinforzo in FRP

E_f	390000 MPa	S_u	0.25 mm
f_{fk}	3400.00 MPa	k_g	0.037 mm
α_{fE}	0.90		
α_{ff}	0.90	Calcestruzzo	
E_{fd}	351000 MPa	f_{cm}	20.00 MPa
ε_{fk}	0.007846154	f_{ck}	12.00 MPa
γ_f	1.10	f_{ctm}	1.57 MPa
		FC	1.20
η_a	0.95	H sezione	900 mm
		H solaio	215 mm
$\gamma_{f,del}$	1.20	copr	30 mm
γ_{Rd}	1.25	ϕ_{staffa}	12 mm
k_{cr}	3.00	ϕ_{barre}	16 mm
n° strati	1	d	850 mm
t_f	0.22 mm	h_w	685 mm
t_{totale}	0.22 mm	β	45 °
b_f	300 mm		0.785 rad
f_{fd}	6062.73 MPa	r_c	20 mm

								U	Avv
								f_{fed}	f_{fed}
								MPa	MPa
								587.50	942.41
								U	Avv
		(4.3)	(4.2)	(4.1)	(4.1)	(4.4)	(4.23)	(4.21)	(4.22)
b	b_f/b	k_b	Γ_{fd}	f_{bd}	l_{ed}	f_{fdd}	Φ_r	f_{fed}	f_{fed}
mm			N/mm	MPa	mm	MPa		MPa	MPa
250	1.200	1.000	0.173	1.384	148.422	619.12	0.328	587.50	1183.13

Figura 6 estratto foglio di calcolo per valutazione della tensione efficace del rinforzo(i codici si riferiscono non alle espressioni CNR).

4.2.3 VERIFICA RINFORZI IN ACCIAIO

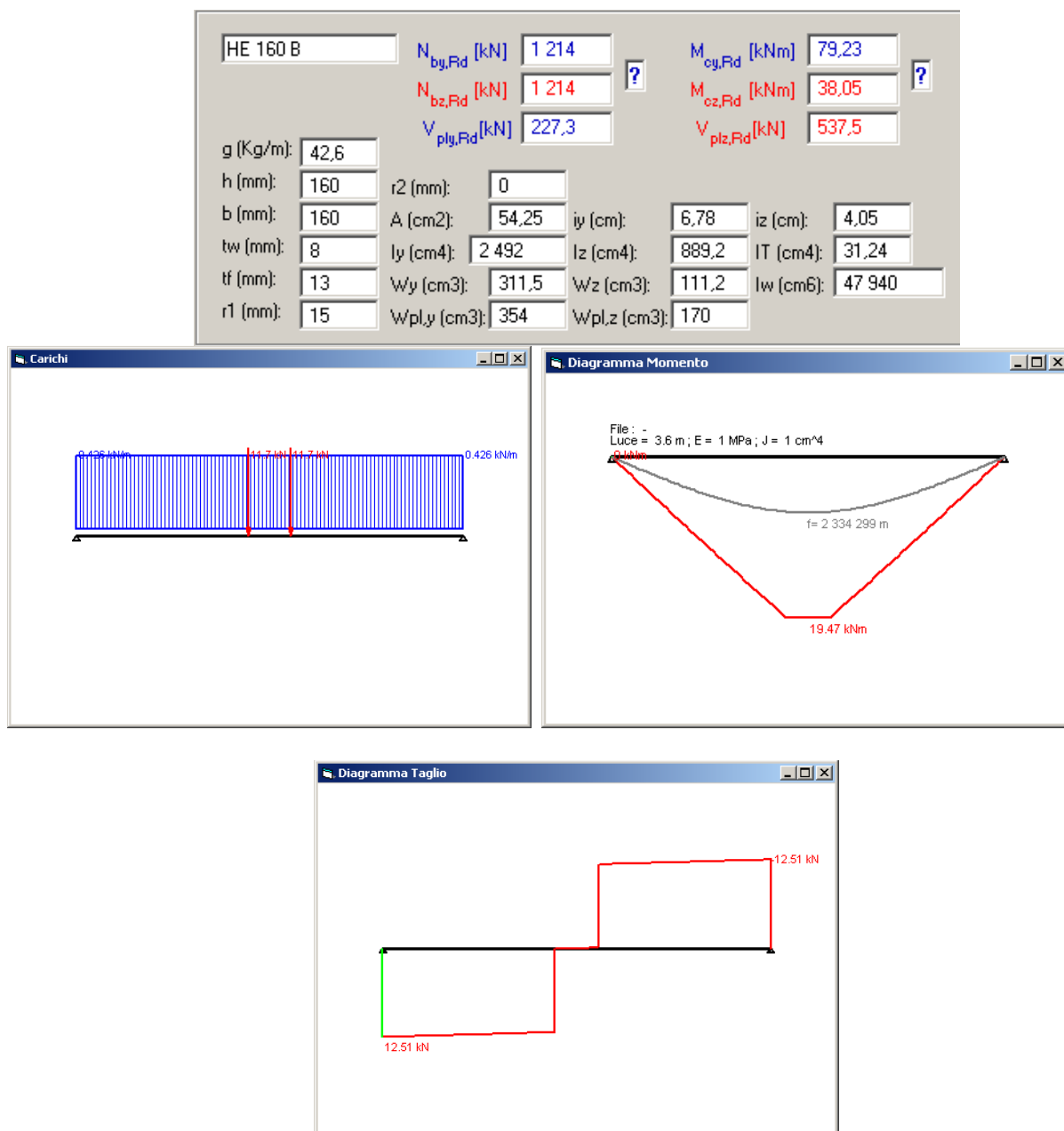
Si riportano le verifiche degli elementi in acciaio utilizzati per il consolidamento della rampa scale, realizzati con profili HEB160 in acciaio S235.

Trave di rinforzo rampa scala

Considerando i rompitratta posizionati trasversalmente lungo la rampa che spezzano la luce del solaio in tre campate della lunghezza di circa 1.20m e della larghezza di 1.8m, i carichi concentrati sul profilo sono i seguenti:

$$(3.75 \text{ kN/m}^2 * 1.3 + 4.0 \text{ kN/m}^2 * 1.5) * 0.9 \text{ m} * 1.2 \text{ m} = 11.74 \text{ kN}$$

Le caratteristiche del profilo HE 160 B sono le seguenti.



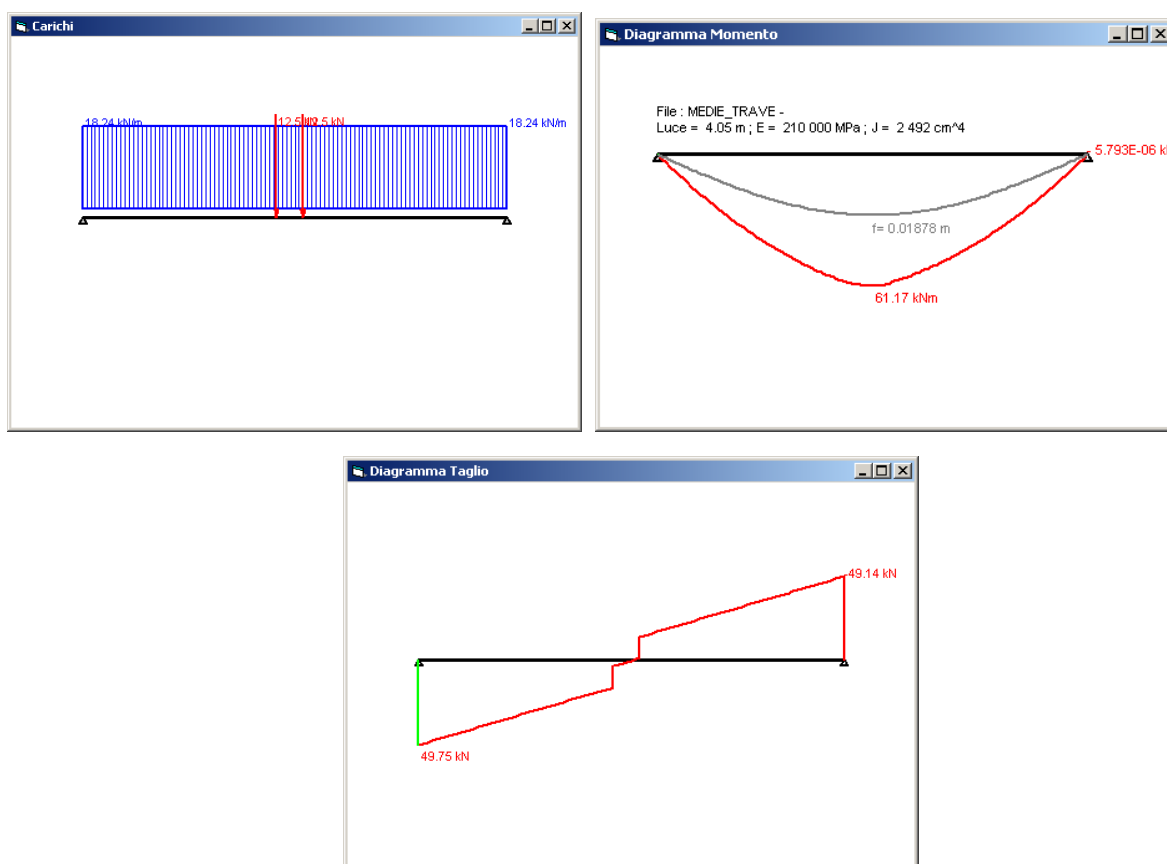
Le verifiche di resistenza risultano ampiamente soddisfatte.

La verifica è stata condotta, prudenzialmente, trascurando ogni contributo dell'esistente trave in calcestruzzo.

I carichi agenti sono i seguenti :

Solaio laterocemento	$(3.6 \text{ kN/m}^2 * 1.3 * 0.9 \text{ m} + 3.0 \text{ kN/m}^2 * 1.5 * 0.9 \text{ m})$	8.26 kN/m
Scala	$(3.75 \text{ kN/m}^2 * 1.3 * 0.60 \text{ m} + 4.0 \text{ kN/m}^2 * 1.5 * 0.60 \text{ m})$	6.52 kN/m
Peso proprio trave cls	$(0.3 \text{ m} * 0.3 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1.3)$	2.92 kN/m
Peso proprio profilo HEB160		0.54 kN/m
TOTALE		18.24
kN/m		

Reazione profilo acciaio rampa 12.51 kN



Le verifiche di resistenza risultano ampiamente soddisfatte.

In termini deformativi, in combinazione rara, il valore massimo della deformazione è pari a 1.30 cm = $1/311 L$, valore compatibile ai sensi del paragrafo 4.2.4.2.2 NTC08.

5. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

Il piano di manutenzione delle strutture è il documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera l'attività di manutenzione, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità l'efficienza ed il valore economico.

I manuali d'uso e di manutenzione rappresentano gli strumenti con cui l'utente si rapporta con l'immobile: direttamente utilizzandolo evitando comportamenti anomali che possano danneggiarne o comprometterne la durabilità e le caratteristiche; attraverso i manutentori che utilizzeranno così metodologie più confacenti ad una gestione che coniughi economicità e durabilità del bene.

A tal fine, i manuali definiscono le procedure di raccolta e di registrazione dell'informazione nonché le azioni necessarie per impostare il piano di manutenzione e per organizzare in modo efficiente, sia sul piano tecnico che su quello economico, il servizio di manutenzione.

Il manuale d'uso mette a punto una metodica di ispezione dei manufatti che individua sulla base dei requisiti fissati dal progettista in fase di redazione del progetto, la serie di guasti che possono influenzare la durabilità del bene e per i quali, un intervento manutentivo potrebbe rappresentare allungamento della vita utile e mantenimento del valore patrimoniale. Il manuale di manutenzione invece rappresenta lo strumento con cui l'esperto si rapporta con il bene in fase di gestione di un contratto di manutenzione programmata.

Il programma infine è lo strumento con cui, chi ha il compito di gestire il bene, riesce a programmare le attività in riferimento alla previsione del complesso di interventi inerenti la manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo.

Il piano di manutenzione è organizzato nei tre strumenti individuati dall'art. 40 del regolamento LLPP ovvero:

- a) il manuale d'uso;
- b) il manuale di manutenzione;
- c) il programma di manutenzione:
 - c1) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
 - c2) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
 - c3) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

Tali strumenti devono consentire di raggiungere, in accordo con quanto previsti dalla norma “ UNI 10874 Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione” almeno i seguenti obiettivi, raggruppati in base alla loro natura:

1. Obiettivi tecnico – funzionali:

- ✧ istituire un sistema di raccolta delle "informazioni di base" e di aggiornamento con le "informazioni di ritorno" a seguito degli interventi, che consenta, attraverso l'implementazione e il costante aggiornamento del "sistema informativo", di conoscere e mantenere correttamente l'immobile e le sue parti;
 - ✧ consentire l'individuazione delle strategie di manutenzione più adeguate in relazione alle caratteristiche del bene immobile ed alla più generale politica di gestione del patrimonio immobiliare;
 - ✧ istruire gli operatori tecnici sugli interventi di ispezione e manutenzione da eseguire, favorendo la corretta ed efficiente esecuzione degli interventi;
 - ✧ istruire gli utenti sul corretto uso dell'immobile e delle sue parti, su eventuali interventi di piccola manutenzione che possono eseguire direttamente; sulla corretta interpretazione degli indicatori di uno stato di guasto o di malfunzionamento e sulle procedure per la sua segnalazione alle competenti strutture di manutenzione;
 - ✧ definire le istruzioni e le procedure per controllare la qualità del servizio di manutenzione.
2. Obiettivi economici:
- ✧ ottimizzare l'utilizzo del bene immobile e prolungarne il ciclo di vita con l'effettuazione d'interventi manutentivi mirati;
 - ✧ conseguire il risparmio di gestione sia con il contenimento dei consumi energetici o di altra natura, sia con la riduzione dei guasti e del tempo di non utilizzazione del bene immobile;
 - ✧ consentire la pianificazione e l'organizzazione più efficiente ed economica del servizio di manutenzione.

Il presente "Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera" è redatto ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 art. 10.1.

PIANO DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE (art. 10.1 DM 14/01/2008)

- ✧ Committente dei Lavori: Comune di SERRAMAZZONI (MO)
- ✧ Ubicazione opere: SCUOLA MATERNA DEL CAPOLUOGO di SERRAMAZZONI (MO)
- ✧ Descrizione interventi: Consolidamento statico alcune travi in c.a. dell'impalcato di calpestio del piano primo
- ✧ Progettazione delle Strutture e direzione lavori delle strutture: ingg. Emanuel Perani, Massimo Pilati.

Al termine dei lavori le opere verranno consegnate al Committente dei Lavori. Restano a carico del Committente le attività di ispezione, gestione e manutenzione delle opere realizzate, rimanendo altresì a carico dell'appaltatore la garanzia per le difformità e i vizi dell'opera.

Unità strutturali

Strutture in elevazione	Travi in c.a. consolidate con frp
Strutture in elevazione	Travi in acciaio

MANUALE D'USO

Travi in ca consolidate con FRP

Descrizione

Elementi strutturali in conglomerato cementizio armato a sviluppo lineare orizzontale o sub-orizzontale.

Funzione

Sostegno delle murature di tamponamento e dei solai.

Modalità d'uso corretto

Le travi in c.a. sono concepite per resistere ai carichi di progetto trasmessi dai solai e dai tamponamenti. Non ne deve essere compromessa l'integrità e la funzionalità. Controllo periodico del grado di usura con contestuale rilievo di eventuali anomalie.

Travi in acciaio

Descrizione

Elementi strutturali in acciaio a sviluppo lineare orizzontale o sub-orizzontale.

Funzione

Sostegno delle travi e dei solai in corrispondenza del vano scala.

Modalità d'uso corretto

Le travi in acciaio sono concepite per resistere ai carichi di progetto trasmessi dai solai e dai tamponamenti. Non ne deve essere compromessa l'integrità e la funzionalità. Controllo periodico del grado di usura con contestuale rilievo di eventuali anomalie.

MANUALE DI MANUTENZIONE

Travi in c.a. consolidate con FRP

Livello minimo di prestazioni

Le travi in c.a. devono garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti.

Anomalie riscontrabili

- ⤴ Distacchi
- ⤴ Lesioni
- ⤴ Cavillature
- ⤴ Comparsa di macchie di umidità

Controlli

- ⤴ Periodicità: annuale
- ⤴ Esecutore: personale tecnico specializzato
- ⤴ Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive

Interventi manutentivi

Esecutore: personale tecnico specializzato

Travi in acciaio

Livello minimo di prestazioni

Le travi in acciaio devono garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti.

Anomalie riscontrabili

- ⤴ Ossidazione
- ⤴ Sistemi di collegamento difettosi

Controlli

- ⤴ Periodicità: annuale
- ⤴ Esecutore: personale tecnico specializzato
- ⤴ Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive

Interventi manutentivi

Esecutore: personale tecnico specializzato

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Programma delle prestazioni

Le strutture in elevazione dovranno garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti.

Le strutture orizzontali dovranno garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti.

Programma dei controlli

L'esito di ogni ispezione deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla relativa documentazione tecnica. A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato d'opera.

Strutture in elevazione

Travi in c.a. consolidate con FRP

Strutture in elevazione

Travi in acciaio

Controlli

1. Periodicità: annuale. In caso di eventi eccezionali procedere al controllo
2. Esecutore: personale tecnico specializzato
3. Forma di controllo: visivo, integrato da eventuali prove non distruttive
4. Risorse: necessità di strumentazione tecnica a richiesta dell'Esecutore