

S . I . R . M.

STUDIO TECNICO

MAZZUCCO ROBERTO

INGEGNERE

Via Stefano Guazzo, 3 - 15033 Casale Monferrato (AL)

Tel 0142/73277 Fax 0142/73277 Cell 333.2422705

RELAZIONE DI CALCOLO

D.M. 14/01/2008 *Norme Tecniche per le costruzioni*, G.U. n° 29 del 04/02/2008 _

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri 20/03/2003, n° 3274 - allegati 2 & 4

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri 03/05/2005, n° 3431

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri 28/04/2006, n° 3519

EN 1992-1-1 Eurocodice 2 - CEN dicembre 2004

EN 1998-1-1 Eurocodice 8 - CEN dicembre 2004

UNI EN 206-1 *Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità* - 2001

UNI EN 11104 *Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità* - istruzioni

Quaderni Tecnici - *Strutture in calcestruzzo* - 2007

***** o 0 o *****

INTERVENTI DI RISANAMENTO CONSERVATIVO PARTI STRUTTURALI

UBICAZIONE

Scuola materna di via Rosselli

PROPRIETA'

Comune di Casale Monferrato (AL)

I CALCOLI SONO DEPOSITATI IN FASCICOLO PRESSO LO SCRIVENTE PROGETTISTA

Localizzazione

L'edificio, destinato a funzione di scuola materna, è situato nell'abitato di Casale Monferrato, ad una quota di 153 metri s.l.m., posizionato su un versante debolmente inclinato.

Tipologia

L'edificio è costituito da un piano fuori terra. La configurazione planimetrica è di un corpo unico compatto senza giunti di dilatazione.

Descrizione dell'intervento

In seguito a manifesti assestamenti di una porzione limitata dell'edificio in oggetto, l'Amministrazione comunale protempore ha voluto ripristinare alcune porzioni strutturali che, in seguito a quanto precedentemente dichiarato, hanno patito deformazioni sensibili ed in alcuni casi lievi distacchi strutturali. Oggetto di intervento sono il rifacimento di una porzione di orizzontamento dell'attuale locale dispensa e la cucitura di alcuni travetti in latero-cemento del solaio inclinato di copertura. Al fine di alleggerire le parti strutturali già in opera, viene realizzata una muratura interna con funzione di rompitratta ove trovano sede i profilati in acciaio che costituiscono l'ossatura portante della nuova porzione di orizzontamento, supportanti una sovrastruttura in acciaio e calcestruzzo adatta ai carichi di esercizio a cui è destinato l'edificio, riducendo altresì il peso permanente provocato dall'attuale struttura.

Durabilità

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico, dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo. Per le parti strutturali posizionate all'esterno dell'edificio si prescrive l'impiego del calcestruzzo normalmente usato per il resto della costruzione con l'obbligo di aumentare ulteriormente il copriferro appositamente previsto di 5 mm riducendo il degrado da ossidazione delle armature dovuto alla carbonatazione del calcestruzzo.

CLASSE	ESPOSIZIONE	ELEMENTI
XC1	calcestruzzo asciutto o permanentemente bagnato	tutte le strutture all'interno
XC2	calcestruzzo bagnato, raramente asciutto (superfici a contatto con acqua per lungo tempo)	fondazioni e muri controterra
XC3	calcestruzzo asciutto o permanentemente bagnato	logge, pilastri esterni, cornicioni
XA1	calcestruzzo asciutto o permanentemente bagnato	fondazioni e muri controterra

Copriferro

Il copriferro nominale da considerare nel progetto delle armature e riportare nei disegni esecutivi è la somma del copriferro minimo - necessario ad assolvere il requisito di aderenza (bond) e supportare le condizioni ambientali (durability) - con la tolleranza di posizionamento delle armature (8÷10 mm). Tenendo conto delle tipologie di distanziatori disponibili in commercio si adottano i seguenti valori.

ELEMENTO STRUTTURALE	CLASSE	C _{min}	C _{nom}
travi, pilastri, nuclei interni all'edificio	XC1	8 mm	20 mm
solai interni	XC1	12 mm	20 mm
solette, travi, logge esterne (armatura sup.)	XC3	12 mm	20 mm
solette, travi, logge esterne (armatura inf.)	XC3	20 mm	30 mm
pilastri esterni	XC3	20 mm	30 mm

Carichi permanenti

Sono considerati carichi permanenti i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, pavimenti, impianti, controsoffitti ed altro; di seguito si riportano i pesi unitari dei più comuni materiali o parti d'opera.

terreno mediamente compatto	18,0	kN/m ³
conglomerato cementizio ordinario	24,0	kN/m ³
conglomerato cementizio ordinario armato	25,0	kN/m ³
sabbia	17,0	kN/m ³
acciaio	78,5	kN/m ³
laterizio pieno	18,0	kN/m ³
legno lamellare	8,0	kN/m ³
ghiaia e pietrisco	18,0	kN/m ³
rivestimenti e piastrelle	27,0	kN/m ³
solaio con travetti tralicciati H = (18+5) cm	3,0	kN/m ²
solaio con travetti tralicciati H = (20+5) cm	3,2	kN/m ²
solaio con travetti tralicciati H = (22+5) cm	3,5	kN/m ²
solaio con lastre tralicciate (predalle) H = 24 cm	4,0	kN/m ²
solaio con lastre tralicciate (predalle) H = 26 cm	4,2	kN/m ²
muratura portante tipo poroton sp = 25 cm	2,0	kN/m ²
muratura portante tipo poroton sp = 30 cm	2,4	kN/m ²
muratura portante tipo poroton sp = 35 cm	2,8	kN/m ²
muratura a cappotto sp = (25+8+12) cm	3,9	kN/m ²
muratura a cappotto sp = (30+8+12) cm	4,8	kN/m ²
ripartizione di tramezzi interni sp = 10 cm	1,2	kN/m ²
intonaco sp = 1 cm	0,2	kN/m ²
pavimento con sottofondo tradizionale	1,6	kN/m ²
copertura in legno con manto in coppi	1,7	kN/m ²

Carichi accidentali

I sovraccarichi variabili comprendono la classe dei carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da carichi uniformemente distribuiti, carichi lineari e carichi concentrati.

abitazioni, alberghi, uffici non aperti al pubblico e relativi terrazzi	2,0	kN/m ²
ristoranti, banche, ospedali, scuole e relativi terrazzi	3,0	kN/m ²
cinema, teatri, negozi, chiese e relativi terrazzi	4,0	kN/m ²
sale da ballo, palestre, grandi magazzini, librerie e relativi terrazzi	5,0	kN/m ²
balconi, ballatoi e scale comuni	4,0	kN/m ²
sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,5	kN/m ²

TRAVETTO lamiera grecataAnalisi dei carichi ripartiti permanenti

	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]				
muratura di partizione interna	1,00	1,00	1,00	1,0	=	1,00	kN/m	
pavimento e sottofondo per impianti	1,00	1,00	1,00	1,8	=	1,80	kN/m	
peso proprio	1,00	1,00	1,00	2,1	=	2,10	kN/m	
sommatoria G_K					=	4,90	kN/m	$\gamma_G = 1,3$
carico ripartito permanente allo SLU					=	6,37	kN/m	

Analisi dei carichi ripartiti variabili

	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]				
carico accidentale di normativa	1,00	1,00	1,00	3,0	=	3,00	kN/m	
altro	1,00	1,00	1,00	0,0	=	0,00	kN/m	
sommatoria Q_K					=	3,00	kN/m	$\gamma_Q = 1,5$
carico ripartito variabile allo SLU					=	4,50	kN/m	

Caratteristiche del calcestruzzo

classificazione EN206-1	C25/30	N/mm ²
resistenza cubica R_{ck}	= 30	N/mm ²
resistenza cilindrica f_{ck}	= 24,9	N/mm ²
resistenza a compr. media f_{cm}	= 32,9	N/mm ²
$\gamma_{m,c}$ per spessore ≥ 50 mm (a)	= 1,50	
$\gamma_{m,c}$ per spessore < 50 mm (b)	= 1,50	
resistenza media a traz. f_{ctm}	= 2,06	N/mm ²
modulo elastico E_{cm}	= 31447	N/mm ²
resistenza compressione f_{cd} (a)	= 14,1	N/mm ²
resistenza compressione f_{cd} (b)	= 11,3	N/mm ²
resistenza a trazione f_{ctd} (a)	= 0,96	N/mm ²
resistenza a trazione f_{ctd} (b)	= 0,77	N/mm ²
aderenza caratteristica $f_{b,k}$	= 3,25	N/mm ²
aderenza di calcolo f_{bd}	= 2,17	N/mm ²

Caratteristiche dell'acciaio in barre

classificazione	B450C	
tensione di rottura f_{tk}	= 540	N/mm ²
tensione di snervamento f_{yk}	= 450	N/mm ²
allungamento uniforme max ϵ_{uk}	= > 75 ‰	
rapporto f_{tk} / f_{yk}	= 1,13 < f_{tk} / f_{yk} < 1,37	
modulo elastico E_s	= 200000	N/mm ²
coefficiente di sicurezza γ_s	= 1,15	
tensione di calcolo f_{yd}	= 391	N/mm ²
deformazione snervamento ϵ_{syd}	= 1,96 ‰	
deformazione allo SLU ϵ_{sd}	= 63 ‰	

luce di calcolo della membratura = 1,00 m $\chi = 1,00$ $l_0 = 1,00$ m

Sollecitazioni SLU sezione in campata carichi ripartiti

$\xi = 8$ $M_{sd} = 1,36$ kNm $V_{sd} = 0,00$ kN $T_{sd} = 0,00$ kNm

Sollecitazioni SLU sezione in campata carichi parzialmente ripartiti e/o concentrati permanenti

$M_{sd} = 0,00$ kNm $V_{sd} = 0,00$ kN $T_{sd} = 0,00$ kNm

Sollecitazioni compressive SLU sezione in campata

$M_{sd} = 1,36$ kNm $V_{sd} = 0,00$ kN $T_{sd} = 0,00$ kNm

Sollecitazioni SLU sezione in appoggio carichi ripartiti

$\xi = 32$ $M_{sd} = 0,34$ kNm $V_{sd} = 1,81$ kN $T_{sd} = 0,00$ kNm

Sollecitazioni SLU sezione in appoggio carichi parzialmente ripartiti e/o concentrati permanenti

$M_{sd} = 0,00$ kNm $V_{sd} = 0,00$ kN $T_{sd} = 0,00$ kNm

Sollecitazioni compressive SLU sezione in appoggio

$M_{sd} = 0,34$ kNm $V_{sd} = 1,81$ kN $T_{sd} = 0,00$ kNm

Controllo configurazione deformata in campo 3 sezione in campata

considerando il tipo di acciaio la configurazione in campo 3 sarà caratterizzata da:

$\xi_{lim} = 0,450$ $\mu_{lim} = 0,296$ $\omega_{lim} = 0,364$ $M = 1,36$ kNm $0,056 < \xi < 0,450$
 $h = 125$ mm $d' = 15$ mm $b_{min} = 27$ mm (per $h \geq 50$ mm)

Controllo configurazione deformata in campo 3 sezione in appoggio

considerando il tipo di acciaio la configurazione in campo 3 sarà caratterizzata da:

$\xi_{lim} = 0,450$ $\mu_{lim} = 0,296$ $\omega_{lim} = 0,364$ $M = 0,34$ kNm $0,056 < \xi < 0,450$
 $h = 125$ mm $d' = 15$ mm $b_{min} = 7$ mm (per $h \geq 50$ mm)

CARATTERISTICHE SEZIONE IN CAMPATA

h	=	125	mm
h_f	=	50	mm
b	=	190	mm
b_w	=	40	mm
b_{eff}	=	190	mm test 27
d'	=	15	mm
d	=	110	mm
A_t	=	50	mm ² < 500
A_c	=	28	mm ² < 500
X	=	25	mm
J	=	645	cm ⁴
ρ_h	=	36,1	mm
ρ_b	=	54,8	mm

6

<

CARATTERISTICHE SEZIONE IN APPOGGIO

h	=	125	mm
h_f	=	50	mm
b	=	190	mm
b_w	=	40	mm test 7
b_{eff}	=	190	mm
d'	=	15	mm
d	=	110	mm
A_t	=	28	mm ² < 500
A_c	=	50	mm ² < 500
X	=	32	mm
J	=	321	cm ⁴
ρ_h	=	36,1	mm
ρ_b	=	54,8	mm

27

<

FLESSIONE

 $h \geq 50 \text{ mm} \ \& \ b_{eff} \cdot b_w \geq b_{min}$

Verifica sezione in campata

$$\mu = 0,042 \rightarrow \mu_{prec} = 0,042 \rightarrow \xi_{prec} = 0,056$$

$$\mu_{succ} = 0,042 \rightarrow \xi_{succ} = 0,056 \rightarrow \xi = 0,056 \leq 0,455$$

$$\mu = 0,042 < 0,296 \quad \mu_{prec} = 0,042 \rightarrow \omega_{prec} = 0,045$$

$$\mu_{succ} = 0,042 \rightarrow \omega_{succ} = 0,045 \quad \omega_0 = 0,045$$

$$A_{so} = 34 \text{ mm}^2 < 50 \text{ mm}^2$$

Verifica sezione in appoggio

$$\mu = 0,050 \rightarrow \mu_{prec} = 0,049 \rightarrow \xi_{prec} = 0,062$$

$$\mu_{succ} = 0,055 \rightarrow \xi_{succ} = 0,070 \rightarrow \xi = 0,063 \leq 0,455$$

$$\mu = 0,050 < 0,296 \quad \mu_{prec} = 0,049 \rightarrow \omega_{prec} = 0,050$$

$$\mu_{succ} = 0,055 \rightarrow \omega_{succ} = 0,056 \quad \omega_0 = 0,051$$

$$A_{so} = 8 \text{ mm}^2 < 28 \text{ mm}^2$$

TAGLIO

Verifica sezione in appoggio non armata

$$k = 2,000$$

$$\rho_1 = 0,011$$

$$\sigma_{cp} = 0,00$$

$$V_{min} = 2,17 \text{ kN} < 3,22 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 3,22 \text{ kN} \geq 1,81 \text{ kN}$$

non occorre armatura per taglio

$$A_{sl} = 5 \text{ mm}^2 \leq 50 \text{ mm}^2$$

COMPUTO SEZIONE IN CAMPATA

armatura longitudinale superiore:

$$\begin{array}{ll} \text{per flessione} & 0 \text{ mm}^2 \\ \text{per taglio} & 0 \text{ mm}^2 \\ \text{totale} & 0 \text{ mm}^2 \leq 28 \text{ mm}^2 \end{array}$$

armatura longitudinale inferiore:

$$\begin{array}{ll} \text{per flessione} & 34 \text{ mm}^2 \\ \text{per taglio} & 0 \text{ mm}^2 \\ \text{totale} & 34 \text{ mm}^2 \leq 50 \text{ mm}^2 \end{array}$$

lunghezza di ancoraggio armatura inferiore

$$\phi = 8 \text{ mm}$$

$$l_{bd0} = 361 \text{ mm} \quad l_{bd} = 180 \text{ mm}$$

COMPUTO SEZIONE IN APPOGGIO

armatura longitudinale superiore:

$$\begin{array}{ll} \text{per flessione} & 8 \text{ mm}^2 \\ \text{per taglio} & 0 \text{ mm}^2 \\ \text{totale} & 8 \text{ mm}^2 \leq 28 \text{ mm}^2 \end{array}$$

armatura longitudinale inferiore:

$$\begin{array}{ll} \text{per flessione} & 0 \text{ mm}^2 \\ \text{per taglio} & 5 \text{ mm}^2 \\ \text{totale} & 5 \text{ mm}^2 \leq 50 \text{ mm}^2 \end{array}$$

lunghezza di ancoraggio armatura superiore

$$\phi = 8 \text{ mm}$$

$$l_{bd0} = 361 \text{ mm} \quad l_{bd} = 83 \text{ mm}$$

VERIFICHE IN ESERCIZIO**SEZIONE IN CAMPATA**

$$M_{gs} = 0,99 \text{ kNm}$$

Limitazione tensionale combinazione quasi permanente

$$\psi_{2i} = 0,60 \quad Q_k/G_k = 0,61$$

$$\sigma_c/f_{ck} = 0,42 < 0,45 \quad (0,36)$$

$$\sigma_s/f_{yk} = 0,57 < 0,80 \quad (0,64)$$

Stato tensionale combinazione caratteristica

$$\sigma_c = 3,83 \text{ MPa} \leq 9,75 \text{ MPa} \quad (7,80)$$

$$\sigma_s = 195,13 \text{ MPa} \leq 260,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_s = 23,03 \text{ MPa}$$

Limitazione della fessurazione

Essendo la tensione σ_s 195,13 MPa occorre utilizzarebarre aventi ϕ_{max} 24 mm con i_{max} 250 mm

Limitazione della inflessione

$$\rho_0 = 0,0050 \quad k = 1,0$$

$$\rho = 0,0114 \quad b_{eff}/b_w = 4,8$$

$$\rho' = 0,0064 \quad (l/d)_0 = 18,94$$

$$l/d = 24,07 \quad d = 42 \text{ mm} \leq 110$$

SEZIONE IN APPOGGIO

$$M_{cs} = 0,25 \text{ kNm}$$

Limitazione tensionale combinazione quasi permanente

$$\psi_{2i} = 0,60 \quad Q_k/G_k = 0,61$$

$$\sigma_c/f_{ck} = 0,42 < 0,45$$

$$\sigma_s/f_{yk} = 0,57 < 0,80$$

Stato tensionale combinazione caratteristica

$$\sigma_c = 2,45 \text{ MPa} \leq 9,75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 90,24 \text{ MPa} \leq 260,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_s = 19,40 \text{ MPa}$$

Limitazione della fessurazione

Essendo la tensione σ_s 90,24 MPa occorre utilizzarebarre aventi ϕ_{max} 32 mm con i_{max} 300 mm**PRESCRIZIONI ai sensi del Decreto Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 - G. U. 4 febbraio 2008 n° 29**

area armatura longitudinale zona tesa sezione in appoggio

$$28 \text{ mm}^2 \geq 27 \text{ mm}^2$$

area armatura longitudinale zona tesa sezione in campata

$$50 \text{ mm}^2 \geq 27 \text{ mm}^2$$

area armatura longitudinale intradosso sezione in appoggio

$$50 \text{ mm}^2 \geq 5 \text{ mm}^2$$

la lunghezza di sovrapposizione delle armature per la continuità deve essere almeno 20 volte il diametro, ovvero saldate

il getto di completamento all'estradosso deve avere spessore almeno di 40 mm, essere dotato di armatura di ripartizione a maglia incrociata e trasmettere le azioni di taglio tra elementi prefabbricati e getto di completamento

PRESCRIZIONI ai sensi dell' O.P.C.M. 20 marzo 2003 n° 3274 - G. U. 8 maggio 2003 n° 105 - s.m.i.resistenza caratteristica cubica R_{ck} del calcestruzzo cementizio

$$30 \text{ N/mm}^2 \geq 25 \text{ N/mm}^2$$

rapporto larghezza / altezza $[b_w/h]$ sia agli appoggi sia in campata

$$0,32 \geq 0,25$$

% armatura compressa per un tratto pari a $2d$ nelle sezioni in appoggio

$$0,01000 \geq 0,00280$$

TRAVE IPE 160

			massa [daN/m]	sezione [cm ²]	J _x [cm ⁴]	J _y [cm ⁴]	W _{xp} [cm ³]	W _{yp} [cm ³]
asta	IPE	160	15,8	20,10	869,0	68,3	123,9	26,1

Verifica S.L.U.

$$\text{permanente} = 490 \text{ [daN/m}^2\text{]} \quad \gamma_G = 1,3$$

$$\text{accidentale} = 300 \text{ [daN/m}^2\text{]} \quad \gamma_Q = 1,5$$

$$\text{IPE 160} \quad \text{lunghezza} = 360 \text{ [cm]} \quad E = 2100000 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$y = 0 \text{ [cm]}$$

$$[N] = 0 \text{ [daN]} \quad [V] = 1960 \text{ [daN]} \quad [M] = 0 \text{ [daNcm]}$$

$$c/t = 145 : 5 = 29,0 < 33 \text{ classe 1} \quad \alpha = 0,21$$

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_{yk}) : \gamma_{M0} = 39118 \text{ [daN]}$$

$$n = N / N_{pl,Rd} = 0,00 \quad (1 - n) = 1,00$$

$$N_{cr} = \pi^2 \times E \times J_x : l_0^2 = 138966 \text{ [daN]} \quad \lambda = [(A \times f_{yk}) : N_{cr}]^{0,5} = 0,58$$

$$\phi = \frac{1}{2} \times [1 + \alpha \times (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,71$$

$$\chi = 1 : [\phi + (\phi^2 - \lambda^2)^{0,5}] = 0,90 < 1,00$$

$$N_{bRd} = (\chi \times A \times f_{yk}) : \gamma_{M1} = 35062 \text{ [daN]} \quad N / N_{bRd} = 0,00 < 1,00$$

$$A_v = A - 2b_t + (t_w + 2r)t_f = 626,20 \quad V_{crd} = (A_v \times f_{yk}) / (1,73 \times \gamma_{M0}) = 704446 \text{ [daN]}$$

$$V / V_{crd} = 0,00 < 1,00 \quad \text{poiché } V < 50\% V_{crd} \text{ non occorre ridurre il momento resistente}$$

$$M_{cRd} = [(W_{xp} \times f_{yk}) : \gamma_{M0}] \times (1 - n) = 241130 \text{ [daNcm]}$$

$$M / M_{cRd} = 0,00 < 1,00 \quad (M : M_{cRd}) + (N : N_{bRd})^2 = 0,00 < 1,00$$

$$y = 180 \text{ [cm]}$$

$$[N] = 0 \text{ [daN]} \quad [V] = 0 \text{ [daN]} \quad [M] = 176100 \text{ [daNcm]}$$

$$c/t = 145 : 5 = 29,0 < 33 \text{ classe 1} \quad \alpha = 0,21$$

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_{yk}) : \gamma_{M0} = 39118 \text{ [daN]}$$

$$n = N / N_{pl,Rd} = 0,00 \quad (1 - n) = 1,00$$

$$N_{cr} = \pi^2 \times E \times J_x : l_0^2 = 138966 \text{ [daN]} \quad \lambda = [(A \times f_{yk}) : N_{cr}]^{0,5} = 0,58$$

$$\phi = \frac{1}{2} \times [1 + \alpha \times (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,71$$

$$\chi = 1 : [\phi + (\phi^2 - \lambda^2)^{0,5}] = 0,90 < 1,00$$

$$N_{bRd} = (\chi \times A \times f_{yk}) : \gamma_{M1} = 35062 \text{ [daN]} \quad N / N_{bRd} = 0,00 < 1,00$$

$$A_v = (A \times h) / (b + h) = 9,00 \quad V_{crd} = (A_v \times f_{yk}) / (1,73 \times \gamma_{M0}) = 10125 \text{ [daN]}$$

$$V / V_{crd} = 0,00 < 1,00 \quad \text{poiché } V < 50\% V_{crd} \text{ non occorre ridurre il momento resistente}$$

$$M_{crd} = [(W_{xp} \times f_{yk}) : \gamma_{M0}] \times (1 - n) = 241130 \text{ [daNcm]}$$

$$M / M_{crd} = 0,73 < 1,00 \quad (M : M_{crd}) + (N : N_{brd})^2 = 0,73 < 1,00$$

Verifica S.L.E.

$$f_{l/2} = 0,78 < 0,90 \text{ [mm]} \quad \text{la deformata è inferiore ad } 1/400$$