

VERIFICA DI STABILITA' DEL SOLAIO CELERSAP PRECOMPRESSO

PREMESSA - I travetti vengono costruiti in serie su licenza rilasciata dal Ministero LLPP., (protocollo n. 2760/60 - 14 marzo 1961) previo esame ed approvazione dei dati contenuti nelle tabelle che seguono. I materiali impiegati, la precompressione nei travetti, vengono costantemente controllati nel Laboratorio Tecnologico dello Stabilimento e periodicamente in Laboratori Ufficiali.

CARATTERISTICHE DEI TRAVETTI CELERSAP PRECOMPRESSI

(Tab. 1)

Vengono costruiti con casseforme mobili vibranti. Questo sistema consente di ottenere superfici perimetrali particolarmente ruvide ed atte ad assicurare una buona aderenza coi getti successivi.

Caratteristiche dei materiali impiegati:

- Conglomerato e laterizio —
 - Resistenza a rottura di compressione $\sigma_{cr} = 500 \text{ Kg./cm}^2$
 - Rottura per trazione ($2\sqrt{\sigma_{cr}-8}$) $\sigma_{ct} = 35$
 - Modulo elastico $E_{cp} = 3 \cdot 10^5$
- Acciaio —
 - Resistenza a rottura per trazione $\sigma_{fr} = 18600$
 - Limite elastico $\left\{ \begin{array}{l} \text{al } 0,2\% \quad 14650 \\ \text{al } 0,1\% \quad 12500 \end{array} \right.$
 - Modulo elastico $E_f = 2,1 \cdot 10^6$

L'armatura metallica è costituita da treccie di acciaio formate con fili $\varnothing 2,25 \text{ mm}$ (area $\text{mm}^2 4$) e $\varnothing 3$ ($A = \text{mm}^2 7$). Le treccie sono a due fili ($A = 8 \text{ mm}^2$), a 3 fili ($A = 12 \text{ mm}^2$) oppure a 3 fili $\varnothing 3$ ($A = 21 \text{ mm}^2$) e presentano modulo di elasticità complessivo $E_t = 1,8 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$. Le treccie vengono sottoposte a tensione iniziale pari a 125 Kg/mm². Per tener conto del ritiro e fluage del calcestruzzo e rilassamento dell'acciaio si valutano le compressioni indotte nei travetti in ragione di una tensione residua pari a 105 Kg/mm².

La posizione delle treccie è indicata in figura.

Le compressioni indotte risultano

$$\text{al lembo inferiore: } \sigma_{pi} = -\frac{N}{A_i} - \frac{N \cdot e \cdot y_i}{J_i}$$

$$\text{al lembo superiore: } \sigma_{ps} = -\frac{N}{A_i} + \frac{N \cdot e \cdot (H_i - y_i)}{J_i}$$

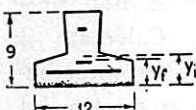
essendo:

$N = A_f \cdot 105 = \text{sforzo totale di compress.}$

$A_i = \text{area ideale della sez., per } n = 7 = \frac{E_f}{E_{cp}}$

$J_i y_i = \text{momento d'inerzia e distanza dell'asse neutro della sezione ideale dal lembo inferiore}$

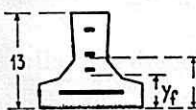
$e = y_i - y_f = \text{eccentricità di } N, \text{ rispetto baricentro della sezione ideale (essendo } y_f \text{ la distanza del baricentro dell'armatura metallica dal lembo inferiore).}$



$A = \text{cm}^2 71$
 $J = 424 \text{ cm}^4$

Peso Kg/ml 15

Tipo di travello	Armatura		A_i cm ²	y_f cm	y_i cm	J_i cm ⁴	σ_{pi} Kg/cm ²	σ_{ps} Kg/cm ²
	Treccie	Area A_f mm ²						
1	1 A 8 — 2 A 12	32	73,24	3,10	3,34	436	52	35,41
2	1 A 8 — 2 A 12 + 1 A 8	40	73,80	2,85	3,33	437	72	30,75
3	1 A 12 — 3 A 12	48	74,36	3,10	3,34	441	76,6	52,24
4	1 A 8 1 A 12 3 A 12	56	74,92	2,80	3,32	438	100,5	38,75
5	1 A 12 — 4 A 12	60	75,20	2,84	3,32	443	106,5	44,99
6	1 A 8 — 4 A 12 + 1 A 8	64	75,48	2,47	3,28	440	129,6	18,27
7	1 A 12 — 5 A 12	72	76,04	2,66	3,30	445	135,3	37,45
8	1 A 12 1 A 12 5 A 12	84	76,88	2,72	3,30	445	152,6	49,10



$A = \text{cm}^2 112,72$
 $J = 1626 \text{ cm}^4$

Peso Kg/ml 25

A1	1 A 21 — 4 A 21	105	119,02	3,80	5,14	1720,4	136,7	25,13
A2	1 A 21 1 A 21 — 4 A 21	126	120,28	4,42	5,17	1720,7	139,8	64,84
A3	1 A 21 1 A 21 1 A 21 — 4 A 21	147	121,54	4,57	5,17	1727,5	154,7	85,02

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI UNITARIE MASSIME E DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA ALLA FESSURAZIONE ED ALLA ROTTURA

Il calcolo delle sollecitazioni unitarie massime dovute al momento flettente di servizio viene eseguito con le comuni formule del c. a., considerando l'area dei travetti precompressi alla stregua di armature metalliche, omogeneizzando la sezione tenendo conto del seguente rapporto fra i moduli elastici del conglomerato pre-compresso e quello delle aree non pre-comprese: $E_{cp} : E_c = 1,5$. Calcolato il momento d'inerzia della sezione parzializzata J e la distanza x dell'asse neutro dal lembo superiore (vedi tabella a lato) si ottengono i seguenti valori per le tensioni al lembo superiore σ_c ed al lembo inferiore σ_i

$$\sigma_c = \frac{M_s x}{J} \quad \sigma_i = \frac{M_s (H - x) \cdot 1,5}{J}$$

L'ipotesi che sta alla base di detto procedimento è che non si verifichino fessurazioni per tensione al lembo inferiore dei travetti precompressi. A tale scopo è necessario e sufficiente che la calcolata tensione σ_i non superi il valore della pre-compressione indotta nel travetto in fase di costruzione, più la resistenza propria del calcestruzzo alla tensione. Vale a dire: $\sigma_i \geq \sigma_{pi} + 35$.

Il momento flettente corrispondente alla fessurazione è perciò dato da:

$$M_f = \frac{\sigma_{pi} + 35}{1,5 (H - x)} J$$

Il rapporto fra il momento di fessurazione M_f e il momento flettente di servizio M_s (coeff. di sicurezza alla fessurazione) deve risultare: $M_f : M_s \leq 1,10$.

Il momento flettente di rottura M_r si valuta con la formula

$$M_r = A_f \sigma_{fr} (h - 0,53 \frac{A_f \sigma_{fr}}{b \cdot \sigma_{cr}})$$

in cui

A_f = area metallica corrispondente alla striscia di solaio larga b

$\sigma_{fr} = 186 \text{ Kg/mm}^2$ (rottura acciaio)

$\sigma_{cr} = 200 \text{ Kg/cm}^2$ (rott. media calcestr. lat.)

h = distanza del baricentro dell'area metallica dal lembo superiore = $H - y_f$ (vedi tabelle 1 e 2).

Il rapporto fra il momento di rottura M_r e il momento di servizio M_s (coefficiente di sicurezza alla rottura) deve risultare $M_r : M_s \geq 2,00$.

MOMENTO D'INERZIA J DELLE SEZIONI PARZIALIZZATE
CELERSAP PRECOMPRESSO DI LARGHEZZA b

(Tab. 2)

Altezza solaio H cm	Travetto alto 9 cm. $b = 50$ cm		Travetto alto 13 cm $b = 52$ cm	
	x cm.	J cm ⁴	x cm	J cm ⁴
12	4,65	3.976	—	—
12 + 3	5,21	7.260	—	—
12 + 5	5,76	10.267	—	—
16,5	6,30	9.120	—	—
16,5 + 3	7,13	15.020	—	—
16,5 + 5	7,88	19.791	—	—
20	7,53	14.946	—	—
20 + 3	7,55	23.953	—	—
20 + 5	8,39	28.860	—	—
25	8,62	25.616	10,03	30.216
25 + 3	8,40	37.457	9,93	45.672
25 + 5	9,11	45.319	10,14	56.159
30	10,69	40.390	11,81	49.436
30 + 3	10,01	56.249	11,45	70.317
30 + 5	10,96	66.168	11,52	83.965
35	12,09	59.278	13,46	71.261
35 + 3	11,13	79.132	12,86	100.843
35 + 5	10,96	90.989	12,78	114.613
40	13,43	81.944	15,03	116.455
40 + 3	12,22	106.169	14,21	137.738
40 + 5	11,93	115.836	14,14	158.379
45	—	—	16,49	145.224
45 + 3	—	—	15,51	180.617
45 + 5	—	—	15,21	205.157

NOTA . Il tipo di calcolo adottato è in armonia coi risultati sperimentali e con le prescrizioni contenute nelle Norme emanate con circolare numero 2323 in data 2 Agosto 1955 e n. 494 del 7 Marzo 1960 del

VERIFICA DI STABILITA' DEL SOLAIO CELERSAP H/16,5+3 PRECOMPRESSO =

ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio del Solaio + Soletta	= Kg/mq.	230
Sovraccarico permanente	= "	70
" accidentale	= "	250
Incidenza Tramezzi	= "	50
Carico Totale riferito al mq.....	= Kg/mq.	600 =
Carico per unità di lunghezza 600 x 0,50	= Kg/ml.	300 =

CONDIZIONI DI VINCOLO: Semincastro

LUCE m. 5,30

MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

$$M = \pm \frac{1}{12} 300 \times 5,30^2 = \text{Kg.cm. } 70.225$$

LUCE m. 5,00

MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

$$M = \pm \frac{1}{12} 300 \times 5,00^2 = \text{Kg.cm. } 62.500$$

LUCE m. 4,50

MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

$$M = \pm \frac{1}{12} 300 \times 4,50^2 = \text{Kg.cm. } 50.625$$

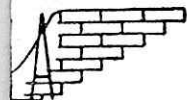
LUCE m. 4,30

MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

$$M = \pm \frac{1}{12} 300 \times 4,30^2 = \text{Kg.cm. } 46.225$$

R. DI E. L. A.
AGENZIA DI BARI
IL CONSULENTE TECNICO
(Dott. ing. Gerardo Avallone)

VERIFICA DI STABILITA'		AL MASSIMO MOMENTO		POSITIVO	
Descrizione		Unita' di misura	5,30	5,00	
MOMENTO FLETTEnte DI SERVIZIO	M_s	Kg. cm.	70.225	62.500	
Altezza del solaio (v. corrispondenti b, J e x in tab.2)	H	cm.	19,5	19,5	
Trav. Celerap Prec. adottati (v. caratt. A_f , y_f , σ_{pi} in tab.1)	Tipo	N°	5	3	
MOMENTO DI FESSURAZIONE					
$\frac{\sigma_{pi} + 35}{1,5 (H - x)} J$	M_f	Kg. cm.	114.500	90.300	
MOMENTO DI ROTTURA					
$A_f \sigma_{fr} \left[(H - y_f) - 0,53 \frac{A_f \sigma_{fr}}{b \sigma_{cr}} \right]$	M_r	"	179.330	142.196	
COEFFICIENTI DI SICUREZZA					
alla fessurazione M_f / M_s	K_f	-	1,63	1,44	
alla rottura M_r / M_s	K_r	-	2,55	2,27	
SOLLECITAZIONE MASSIMA DI COLPR.					
$\frac{M_s x}{J}$	σ_c	Kg/cmq.	33,33	29,67	
Resistenza a rottura del conglomerato (a 28 giorni) da usare per il getto	R	Kg/cmq.	150	150	



ACCOMANDITA LATERIZI ADRIATICA - PESCARA

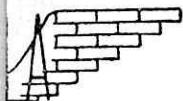
Concessionaria prodotti R.D.B. - Piacenza

DESCRIZIONE	Simboli	Unità di misura	5,30	5,00
Momento flettente	M	Kg/cm.	70.225	62.500
Altezza totale del solaio	H	cm.	19,5	19,5
Altezza utile del solaio	h	cm.	18	18
Larghezza soletta	b	cm.	50	50
Diametro dei ferri tesi	∅	mm.	2∅14	1∅12+2∅10
Sezione dei ferri tesi	F	cmq.	3,08	2,70
Asse neutro				
$\frac{m \cdot F}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{b \cdot h}{5 F}} \right]$	x	cm.	4,14	3,91
Distanza fra i centri di compressione e di tensione				
$h - \frac{x}{3}$	z	cm.	16,62	16,70
Compressione $\frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot z}$	σ _c	Kg/cmq.	40,82	38,29
Tensione armatura $\frac{M}{F \cdot z}$	σ _f	"	1372	1386

R. D. B. - A. L. A.
AGENZIA DI BARI
IL CONSULENTE TECNICO
(Dott. ing. Gerardo Avallone)

VERIFICA DI STABILITA'		AL MASSIMO MOMENTO		POSITIVO	
Descrizione		Unita' di misura	4,50	4,30	
MOMENTO FLETTENTE DI SERVIZIO	M_s	Kg. cm.	50.625	46.225	
Altezza del solaio (v. corrispondenti b, J e x in tab.2)	H	cm.	19,5	19,5	
Trav. Celsap Prec. adottati (v. caratt. A_f , y_f , σ_{pi} in tab.1)	Tipo	N°	2	1	
MOMENTO DI FESSURAZIONE					
$\frac{\sigma_{pi} + 35}{1,5 (H - x)} J$	M_f	Kg. cm.	86.600	70.400	
MOMENTO DI ROTTURA					
$A_f \sigma_{fr} \left[(H - y_f) - 0,53 \frac{A_f \sigma_{fr}}{b \sigma_{cr}} \right]$	M_r	"	120.944	95.737	
COEFFICIENTI DI SICUREZZA					
alla fessurazione M_f / M_s	K_f	-	1,71	1,52	
alla rottura M_r / M_s	K_r	-	2,39	2,07	
SOLLECITAZIONE MASSIMA DI COMPR.					
$\frac{M_s x}{J}$	σ_c	Kg/cmq.	24,03	21,94	
Resistenza a rottura del conglomerato (a 28 giorni) da usare per il getto	R	Kg/cmq.	150	150	

R. D. B. - A. L. A.
AGENZIA DI BARI
IL CONSULENTE TECNICO
Roberto G. Geronzi



ACCOMANDITA LATERIZI ADRIATICA - PESCARA

Concessionaria prodotti R. D. B. - Piacenza

DESCRIZIONE	Simboli	Unità di misura	4,50	4,30
Momento flettente	M	Kg/cm.	50.625	46.225
Altezza totale del solaio	H	cm.	19,5	19,5
Altezza utile del solaio	h	cm.	18	18
Larghezza soletta	b	cm.	50	50
Diametro dei ferri tesi	∅	mm.	2∅12	1∅12+1∅10
Sezione dei ferri tesi	F	cmq.	2,26	1,92
Asse neutro				
$\frac{n \cdot F}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{b \cdot h}{5 F}} \right]$	x	cm.	3,60	3,32
Distanza fra i centri di compressione e di tensione				
$h - \frac{x}{3}$	z	cm.	16,80	16,90
Compressione $\frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot z}$	σ _c	Kg/cmq.	33,48	32,95
Tensione armatura $\frac{M}{F \cdot z}$	σ _f	"	1333	1425

R. D. B. - A. L. A.
AGENZIA DI BARI
IL COORDINATORE TECNICO
Ing. Gerardo Avallone