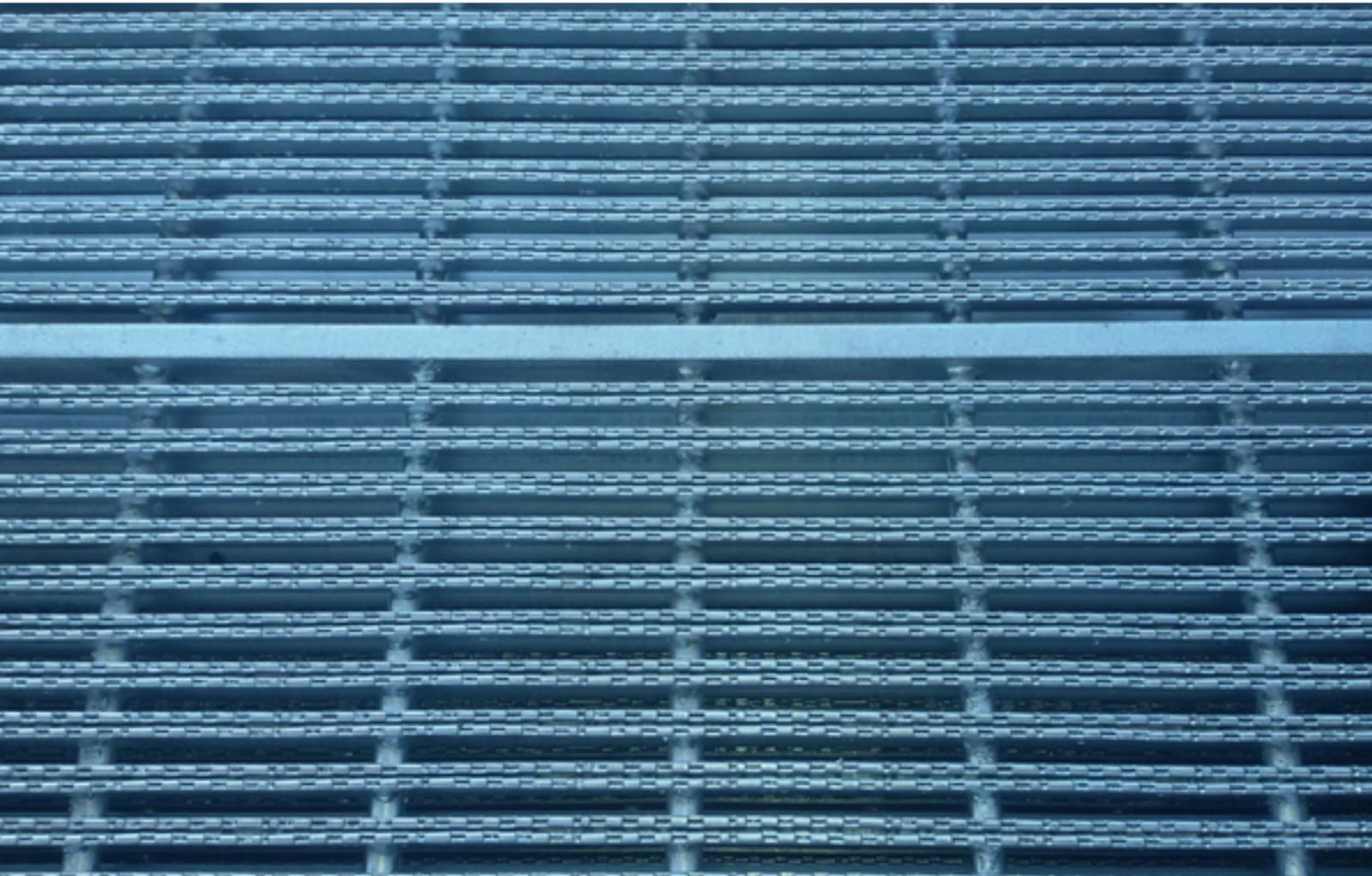


STHENOS

STHENOS RINFORZATO

GRIGLIATO AD ALTA RESISTENZA
FASCICOLO TECNICO



PAG. 1 - §1.0 - INDICE

PAG. 2 - §2.0 - SPECIFICA TECNICA GRIGLIATO STHENOS H=120 mm PASSO 26 mm

PAG. 3 - §3.0 - SPECIFICA TECNICA GRIGLIATO STHENOS H=120 mm PASSO 30 mm

PAG. 4 - §4.0 - SPECIFICA TECNICA GRIGLIATO STHENOS RINFORZATO

PAG. 5 - §5.0 - STANDARD TECNICI STHENOS SP. 2 mm PASSO 26 mm

PAG. 6 - §6.0 - STANDARD TECNICI STHENOS SP. 2 mm PASSO 30 mm

PAG. 7 - §7.0 - STANDARD TECNICI STHENOS RINFORZATO

PAG. 8 - §8.0 - CERTIFICATO DI PROVE DI PORTATA

PAG. 10 - §8.1 - ELENCO DELLE PROVE EFFETTUATE

PAG. 16 - §8.2 - PROVE SPERIM. PORTATA SU PANNELLO: CLASSE 1 - FOLLA COMPATTA

PAG. 18 - §8.3 - PROVE SPERIM. PORTATA SU PANNELLO: CLASSE 2 - TRANSITO AUTOVETTURE

PAG. 20 - §8.4 - PROVE SPERIM. PORTATA SU PANNELLO: CLASSE 3 - TRANSITO AUTOCARRI LEGGERI

PAG. 22 - §8.5 - PROVE SPERIM. PORTATA SU PANNELLO: CLASSE 4 - TRANSITO AUTOARTICOLATI

PAG. 25 - §8.6 - PROVE SPERIM. PORTATA SU PANNELLO RELATIVA AD AZIONI SU PONTI STRADALI

PAG. 27 - §8.7 - SINTESI DEI RISULTATI

PAG. 28 - §9.0 - TOLLERANZE COSTRUTTIVE

PAG. 29 - §9.1 - TOLLERANZE DIMENSIONALI DEI PANNELLI

PAG. 30 - §9.2 - TOLLERANZE DIMENSIONALI DEI COMPONENTI DEI PANNELLI

PAG. 31 - §9.3 - TOLLERANZE DIMENSIONALI DELLE SAGOMATURE DEI PANNELLI

PAG. 32 - §9.4 - TOLLERANZE DIMENSIONALI DI ESECUZIONE DEI PANNELLI

PAG. 36 - §9.5 - TOLLERANZE DIMENSIONALI DELLE BARRE DEI PANNELLI

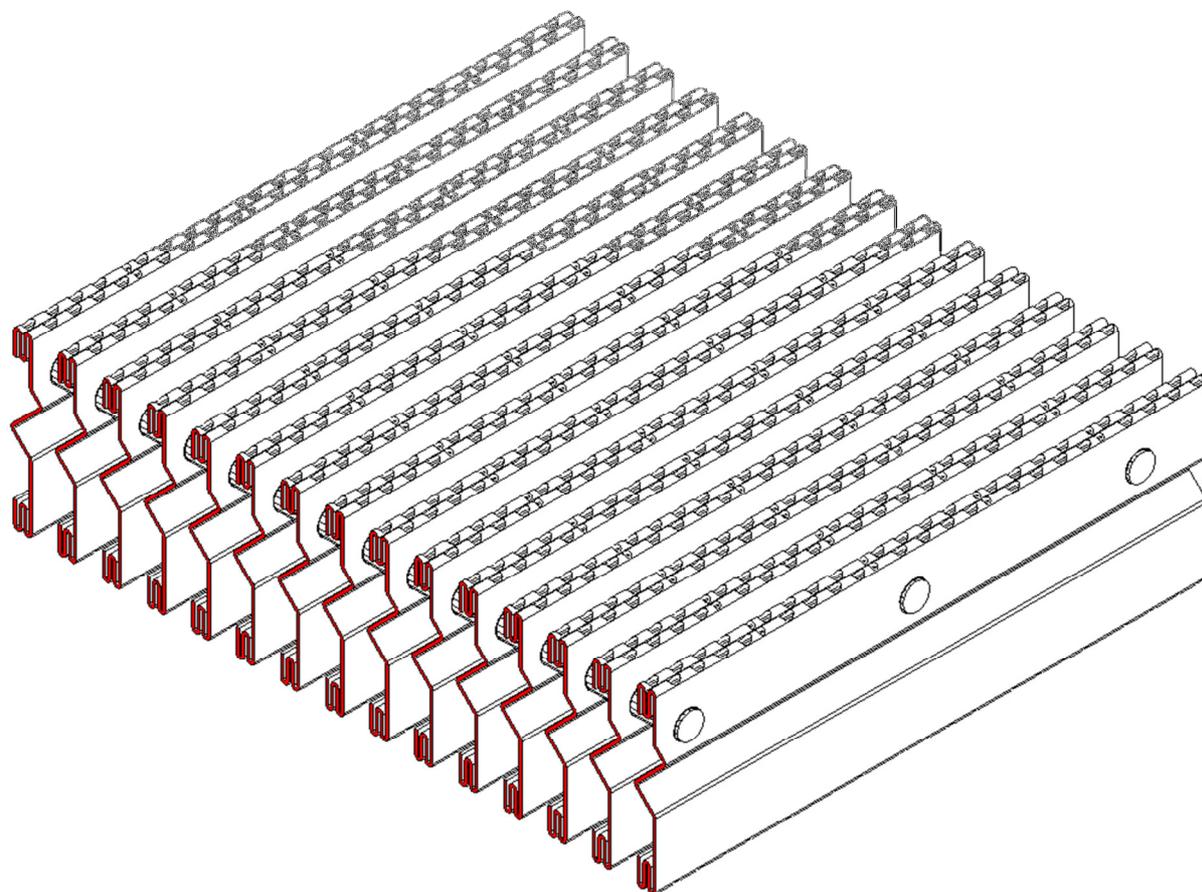
PAG. 37 - §10.0 - CAMPIONAMENTO E CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI PANNELLI

Grigliato 'Sthenos' H 120 mm, passo 26 mm

Grigliato in acciaio S355 UNI EN 10025-2, costituito da pannelli formati da barre portanti in profilo speciale ad alta resistenza 'Sthenos' alto 120 mm, dello spessore di 2 mm, con passo 26 mm e distanziali di collegamento trasversale in tubo \varnothing 18 mm con passo 152 mm; il tutto zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461/09, "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio". Alta superficie di ventilazione (rapporto v. p. p. 59 %), plissettatura anti-vertigine lungo il tratto verticale del profilo e forature asolate drenanti-ventilanti con funzione anti-sdruciolio, poste all'estremità della sezione del profilo. Peso del grigliato 'Sthenos' zincato e bordato 160.0 kg/m².

Pannelli conformi su tolleranze di esecuzione, requisiti e metodi di prova per le classi di portata dalla 1 alla 4 secondo UNI 11002-1:2009; campionamento e criteri di accettazione conformi secondo UNI 11002-3:2002.

CLASSI, PORTATE DI CARICO E LUCI			
CLASSE	CARICO	IMPRONTA	LUCE MAX (mm)
1	600 daN/m ²	UNIF.DISTRIBUITO	4350
2	1000 daN	200X200	3200
3	3000 daN	200X400	2200
4	9000 daN	250X600	1600
NTC 2008 Par. 5.1.3.3.5	20000 daN	350X600	1100

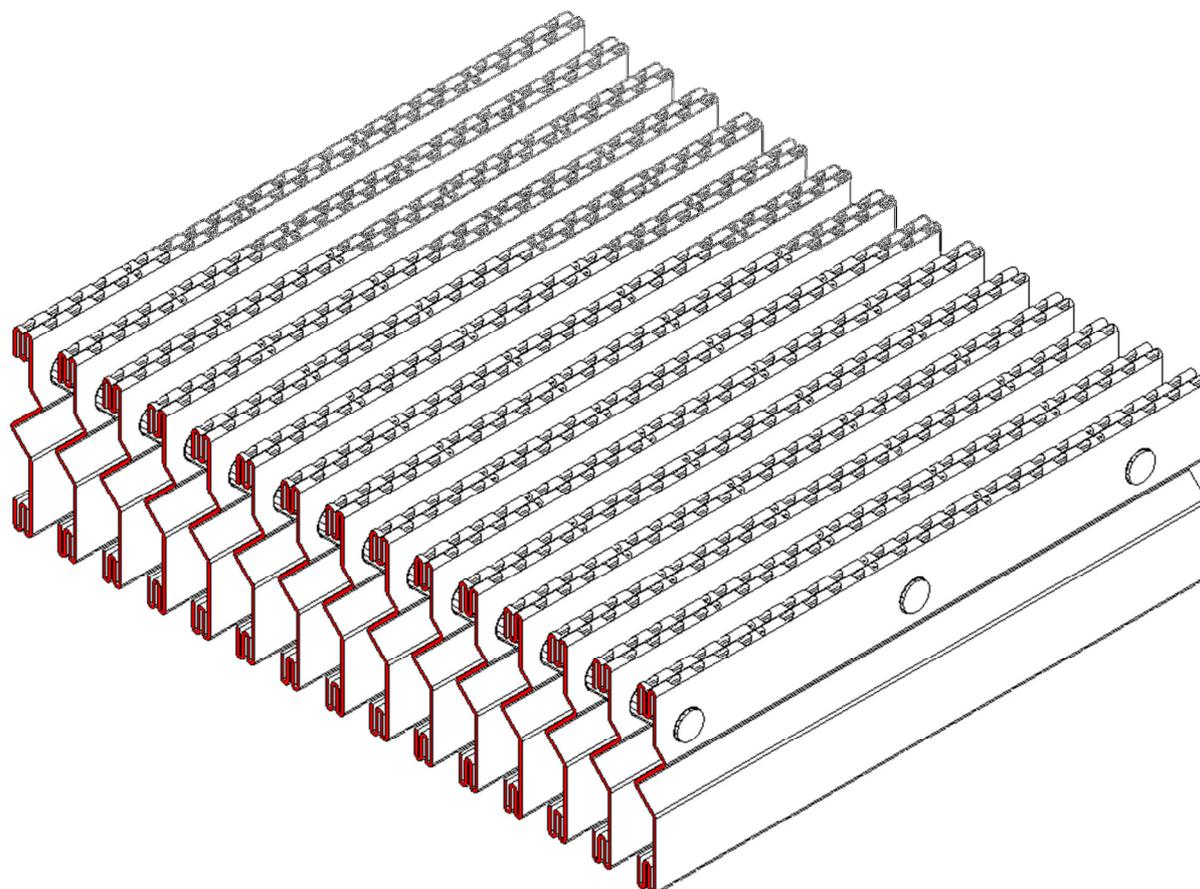


Grigliato 'Sthenos' H 120 mm, passo 30 mm

Grigliato in acciaio S355 UNI EN 10025-2, costituito da pannelli formati da barre portanti in profilo speciale ad alta resistenza 'Sthenos' alto 120 mm, dello spessore di 2 mm, con passo 30 mm e distanziali di collegamento trasversale in tubo Ø 18 mm con passo 152 mm; il tutto zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461/09, "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio". Alta superficie di ventilazione (rapporto v. p. p. 65 %), plissettatura anti-vertigine lungo il tratto verticale del profilo e forature asolate drenanti-ventilanti con funzione anti-sdruciolio, poste all'estremità della sezione del profilo. Peso del grigliato 'Sthenos' zincato e bordato 140.0 kg/m².

Pannelli conformi su tolleranze di esecuzione, requisiti e metodi di prova per le classi di portata dalla 1 alla 4 secondo UNI 11002-1:2009; campionamento e criteri di accettazione conformi secondo UNI 11002-3:2002.

CLASSI, PORTATE DI CARICO E LUCI			
CLASSE	CARICO	IMPRONTA	LUCE MAX (mm)
1	600 daN/m ²	UNIF.DISTRIBUITO	4200
2	1000 daN	200X200	3000
3	3000 daN	200X400	2100
4	9000 daN	250X600	1500
NTC 2008 Par. 5.1.3.3.5	20000 daN	350X600	1000



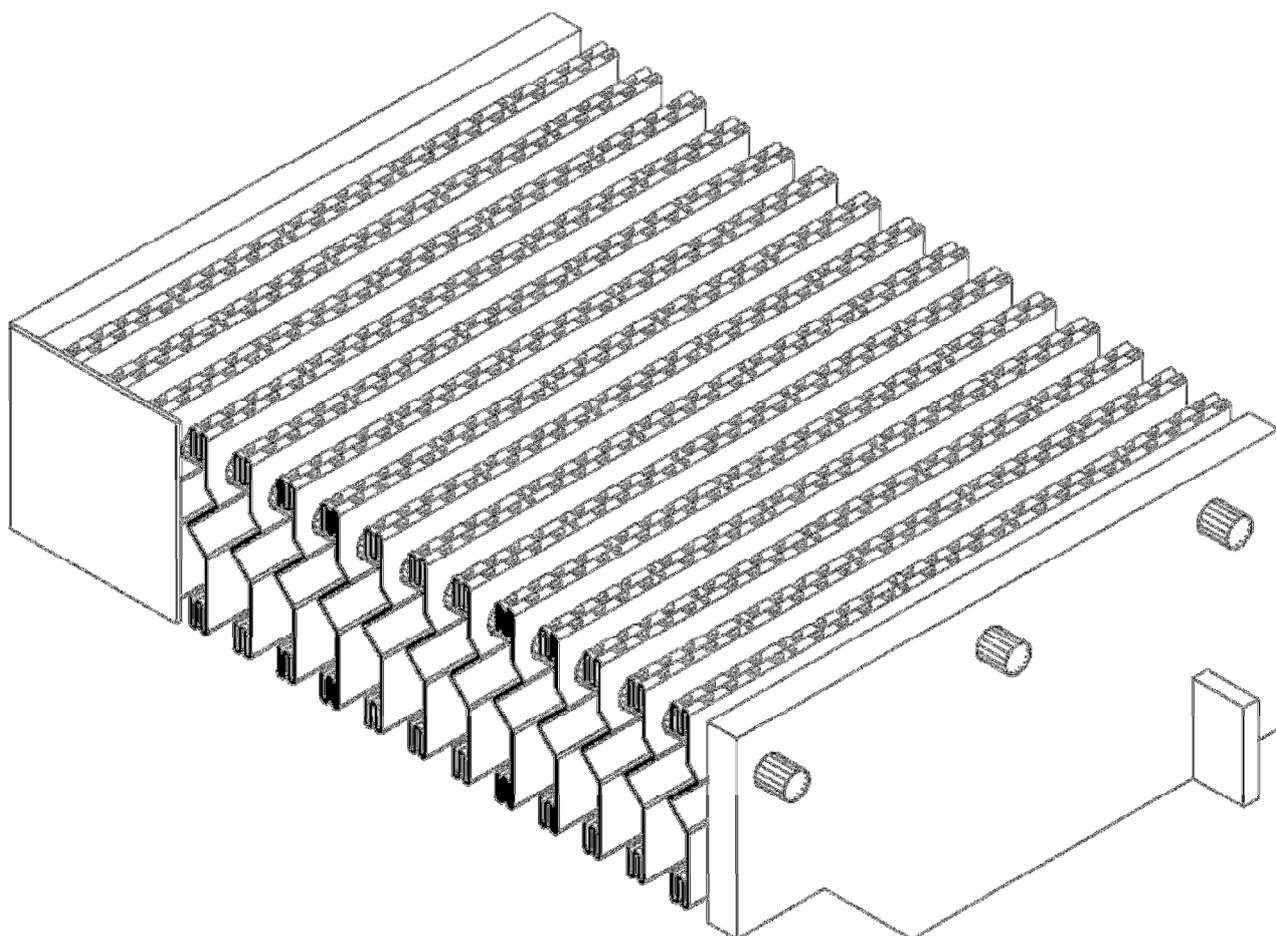
Grigliato 'Sthenos' rinforzato, passo 26 mm

Grigliato in acciaio S355 UNI EN 10025-2, costituito da pannelli formati da barre portanti in profilo speciale ad alta resistenza 'Sthenos' alto 120 mm, dello spessore di 2 mm, con passo 26 mm integrate da piatti sp. 20 mm di idonea altezza atta ad assicurare la portata in cl. 4 per determinate luci e distanziali di collegamento trasversale in tubo \varnothing 18 mm con passo 152 mm; il tutto zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461/09, "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio". Alta superficie di ventilazione (rapporto v. p. p. 55 %), plissettatura anti-vertigine lungo il tratto verticale del profilo e forature asolate drenanti-ventilanti con funzione anti-sdrucchiolo, poste all'estremità della sezione del profilo.

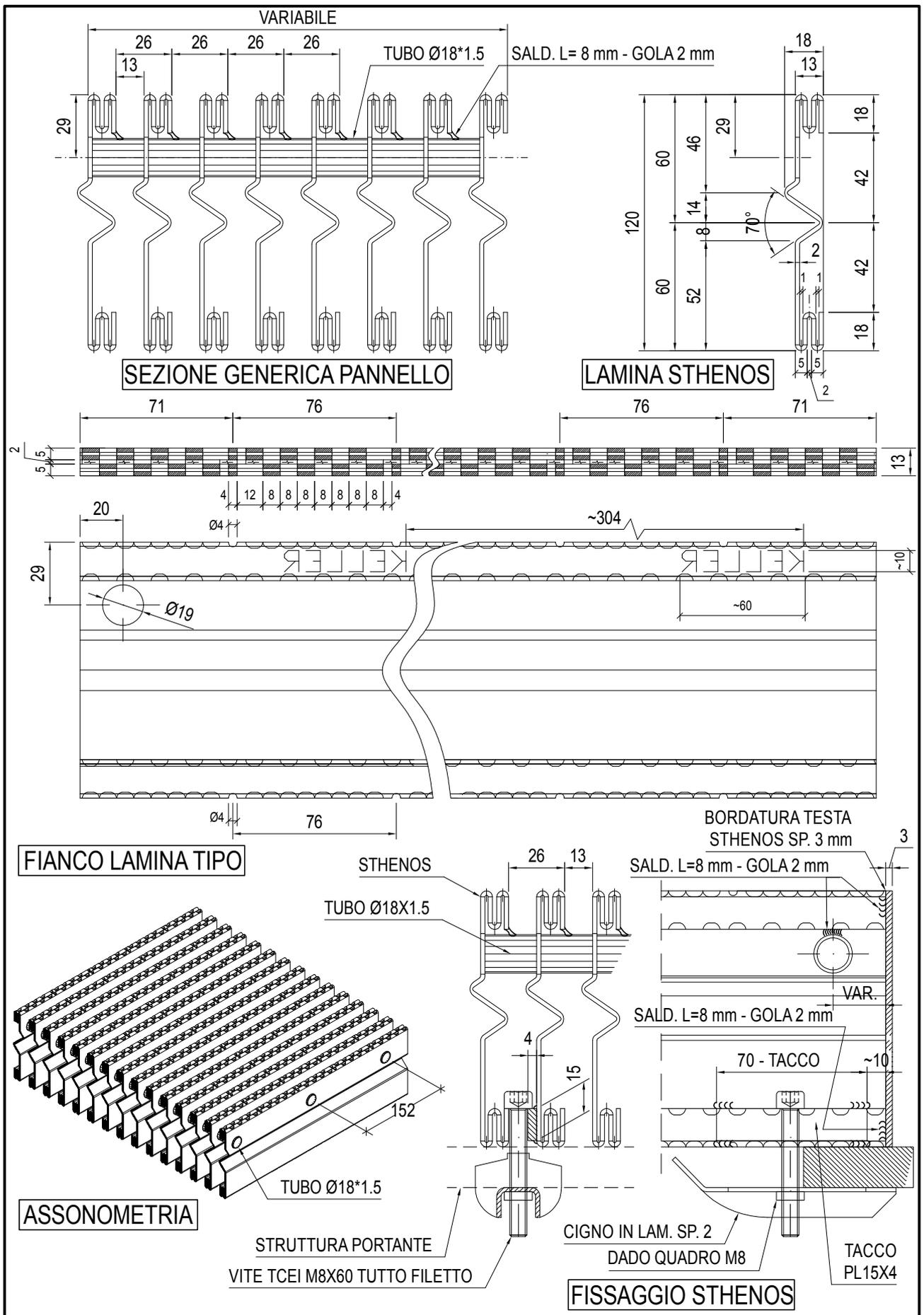
Pannelli conformi su tolleranze di esecuzione, requisiti e metodi di prova per la classe di portata 4 secondo UNI 11002-1:2009; campionamento e criteri di accettazione conformi secondo UNI 11002-3:2002.

TABELLA DI PORTATA CLASSE 4 – 9000 daN SU IMPRONTA mm 250X600

H STHENOS RINFORZATO (mm)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
LUCE MAX (mm)	1870	1910	1960	2020	2080	2150	2230	2300	2390	2490	2590	2680
PESO (kg/m ²)	209	215	220	226	232	237	243	245	254	260	266	271



Drawing property of IKG. Is not possible reproduced or made public it without authorization of IKG

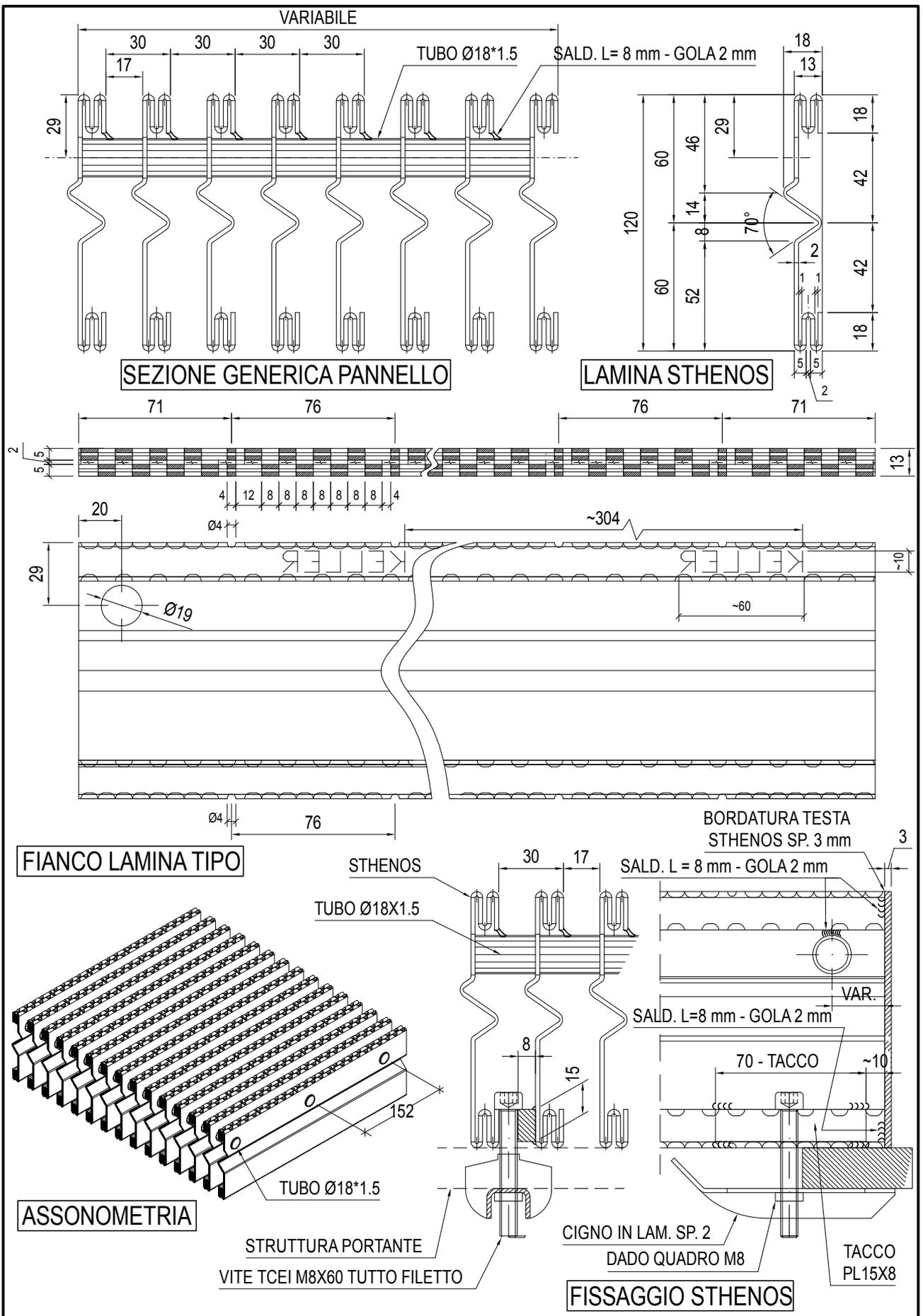


TITOLO
GRIGLIATO STHENOS SP. 2 mm PASSO STD - DETTAGLI
STHENOS GRATING THK. 2 mm STD STEP - DETAILS

	FIRMA	DATA
DISEGNATO	DA	01.04.2016
CONTROLLATO	EA	01.04.2016
VISTO	SL	01.04.2016

DISEGNO NR.	REV.
NOR - STHE - 001	1
CONTINUA SU:	16.05.2016

Drawing property of IKG. Is not possible reproduced or made public it without authorization of IKG

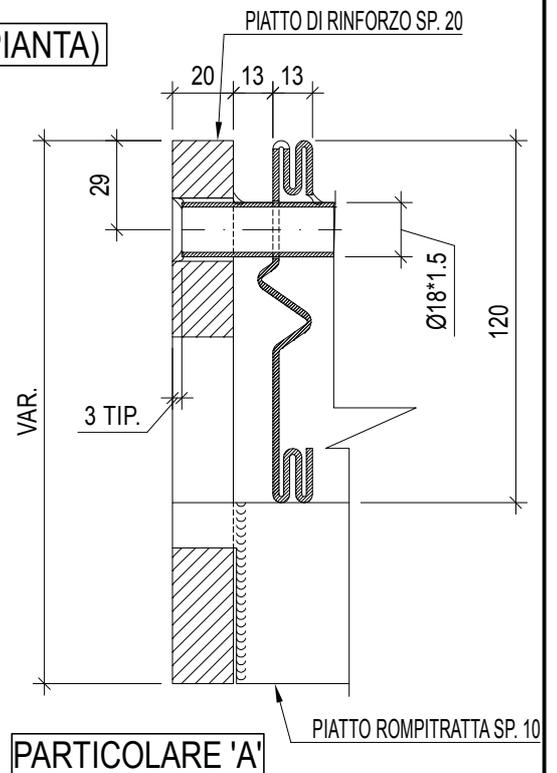
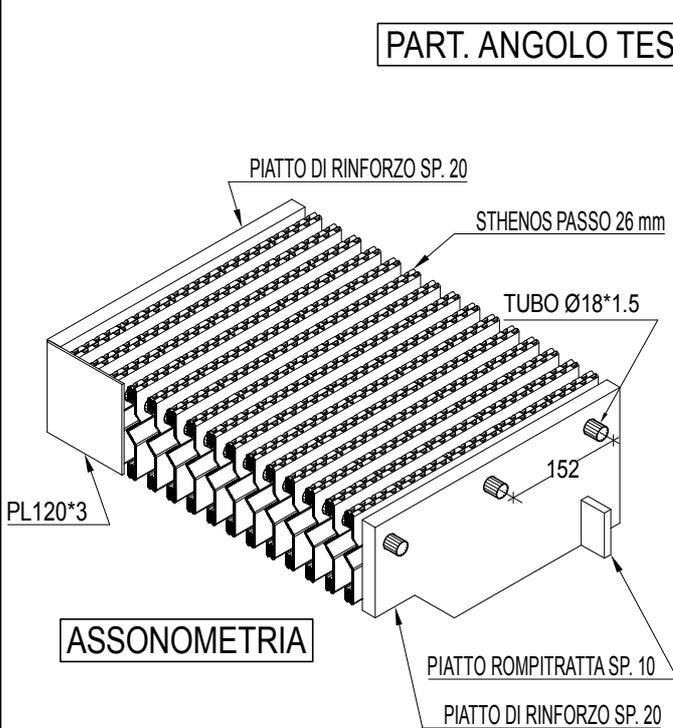
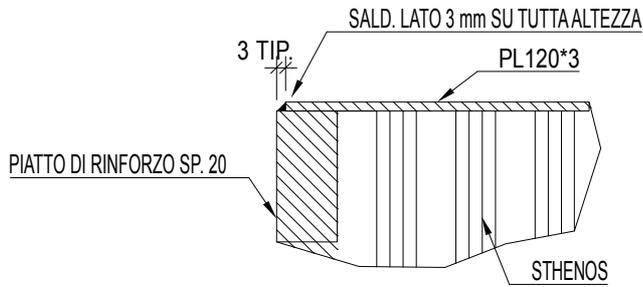
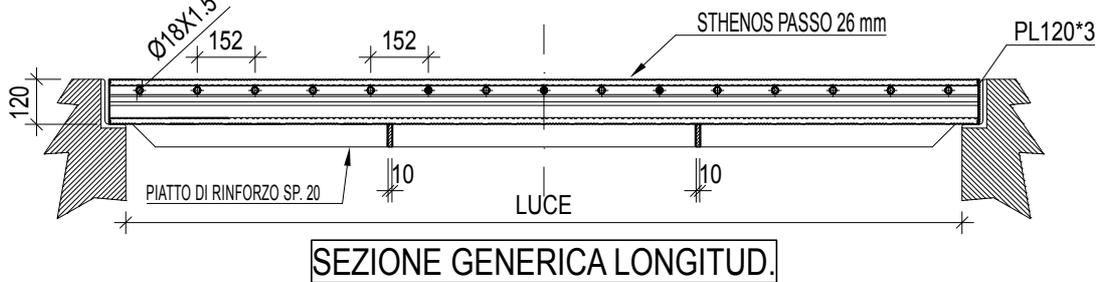
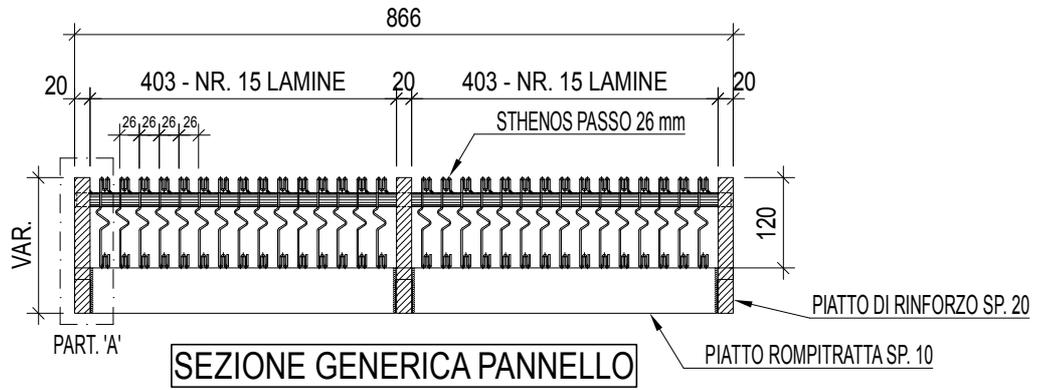


TITOLO
 GRIGLIATO STHENOS SP. 2 mm PASSO 30 mm - DETTAGLI
 STHENOS GRATING THK. 2 mm STEP 30 mm - DETAILS

	FIRMA	DATA
DISEGNATO	DA	01.04.2016
CONTROLLATO	EA	01.04.2016
VISTO	SL	01.04.2016

DISEGNO NR.	REV.
NOR - STHE - 002	1
CONTINUA SU:	16.05.2016

Drawing property of IKG. Is not possible reproduced or made public it without authorization of IKG



	DISEGNATO	FIRMA	DATA	
	CONTROLLATO	DA	03.01.2017	
	VISTO	SL	03.01.2017	
	TITOLO	DISEGNO NR.		REV.
GRIGLIATO STHENOS RINFORZATO - DETTAGLI		NOR - STHE - 003		0
STHENOS GRATING REINFORCED - DETAILS		CONTINUA SU:	03.01.2017	

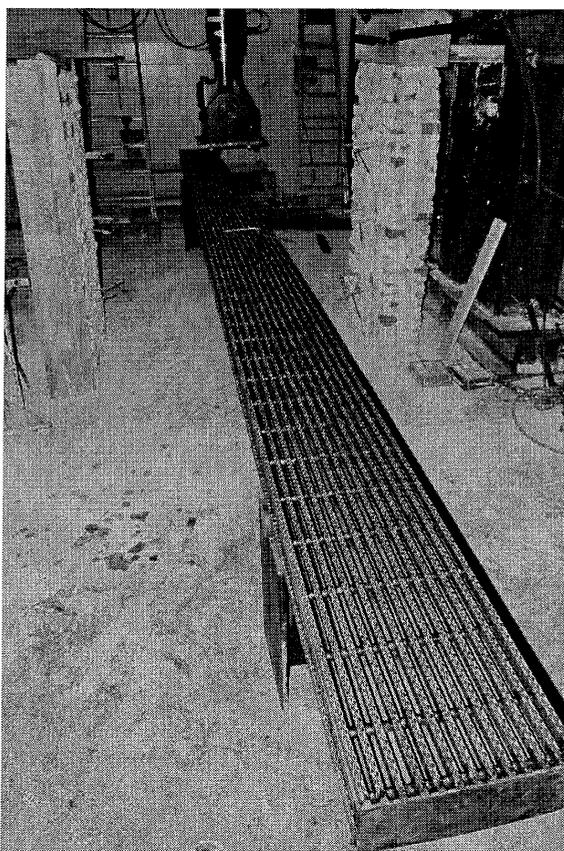


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

Certificato n.224B
Prot. 286/16
Terni 31/03/2016

Richiedente: Italiana Keller Grigliati S.C.a.r.l.
Località: S.S.Flaminia km 89 – 05035 (TR)
Richiesta: 1306/15 del 23/12/2015
Data delle prove: 04-05-06/01/2016

CERTIFICATO DI PROVA
PROVE DI PORTATA A FLESSIONE SU ELEMENTI METALLICI GRIGLIATI ELETTROSALDATI
“STHENOS”



Il Tecnico sperimentatore
Ing. Alessio Molinari

Il Responsabile del Laboratorio
Prof. Ing. Antonio Bonini



POLO SCIENTIFICO
DIDATTICO DI TERNI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

LABORATORIO PROVE SU STRUTTURE E MATERIALI - LASTRU
(Ufficiale ai sensi della Legge 1086/71)

Tel. e Fax: +39 0744 492 901
Tel.: +39 0744 492 908
E-mail: laboratorio.lastru@unipg.it
Web: http://terni.unipg.it

Pagina 1 di 20



INDICE

INDICE	2
1. ELENCO DELLE PROVE EFFETTUATE	3
2. RIFERIMENTO NORMATIVO	3
3. NATURA DEI CAMPIONI	3
3.1 DESCRIZIONE DEI CAMPIONI DI PROVA	3
3.2 TEST SET-UP	3
4. PROVE SPERIMENTALI	8
4.1 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO DI CLASSE 1: FOLLA COMPATTA.....	8
4.2 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO DI CLASSE 2: TRANSITO LIMITATO AD AUTOVETTURE.....	11
4.3 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO DI CLASSE 3: TRANSITO LIMITATO AD AUTOCARRI LEGGERI.....	13
4.4 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO DI CLASSE 4: TRANSITO LIMITATO AD AUTOCARRI O AUTOARTICOLATI	15
4.5 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO RELATIVA AD AZIONI SU PONTI STRADALI	18
5. SINTESI DEI RISULTATI	20



§ 8.1) - Certificato di prove di portata
Elenco delle prove effettuate



1 ELENCO DELLE PROVE EFFETTUATE

n. 5 prove di flessione su elemento metallico grigliato elettrosaldato.

2 RIFERIMENTO NORMATIVO

DM. 14.01.2008, UNI 11002-1, UNI 11002-2, UNI 11002-3.

3 NATURA DEI CAMPIONI

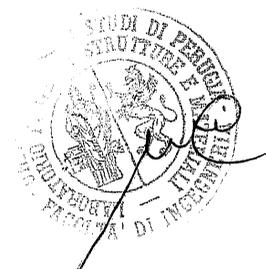
Pannelli in acciaio realizzati con la tecnica del grigliato elettrosaldato.

3.1 DESCRIZIONE DEI CAMPIONI DI PROVA

A seguito della richiesta della Italiana Keller Grigliati S.C.a.r.l., con sede in Narni, S.S. Flaminia km 89 – 05035 (TR), sono state effettuate presso il Laboratorio Prove su Strutture e Materiali dell'Università degli Studi di Perugia localizzato in Terni, Strada di Pentima, 4, n. 5 prove di flessione su di un elemento in acciaio grigliato elettrosaldato denominato STHENOS; la tessitura dei campioni di prova è descritta in figura 3. Per le prove relative alla classe 1, 2, 3, 4 è stato utilizzato lo stesso pannello di larghezza $Y = 330$ mm altezza $H = 120$ mm (lunghezza totale dell'aletta vedi figura 3 c)) e lunghezza $L = 6000$ mm, come descritto in figura 1, spostando gli appoggi alla luce L_n definita dalla classe di prova. Per la prova relativa alle azioni su ponti stradali è stato utilizzato un altro pannello in grigliato elettrosaldato STHENOS con caratteristiche della tessitura deducibili da figura 3 di larghezza $Y = 455$ mm, altezza $H = 120$ mm e lunghezza $L = 1500$ mm.

3.2 TEST SET-UP

Per effettuare le prove di flessione è stato utilizzato un attuatore a comando idraulico MTS modello 243.40T mat.1026088 con la possibilità di selezionare due scale una da 50 kN ed una da 500 kN, comandato mediante Personal Computer con software MTS Test Star o console manuale. L'acquisizione dei dati è stata effettuata mediante il sistema di condizionamento Spider 8 con una frequenza di campionamento pari 5 Hz, interfacciato con Personal Computer attraverso il software CatMan.





- P_c Carico convenzionale di prova
- L_n Luce netta di appoggio
- 1 Punzone di prova

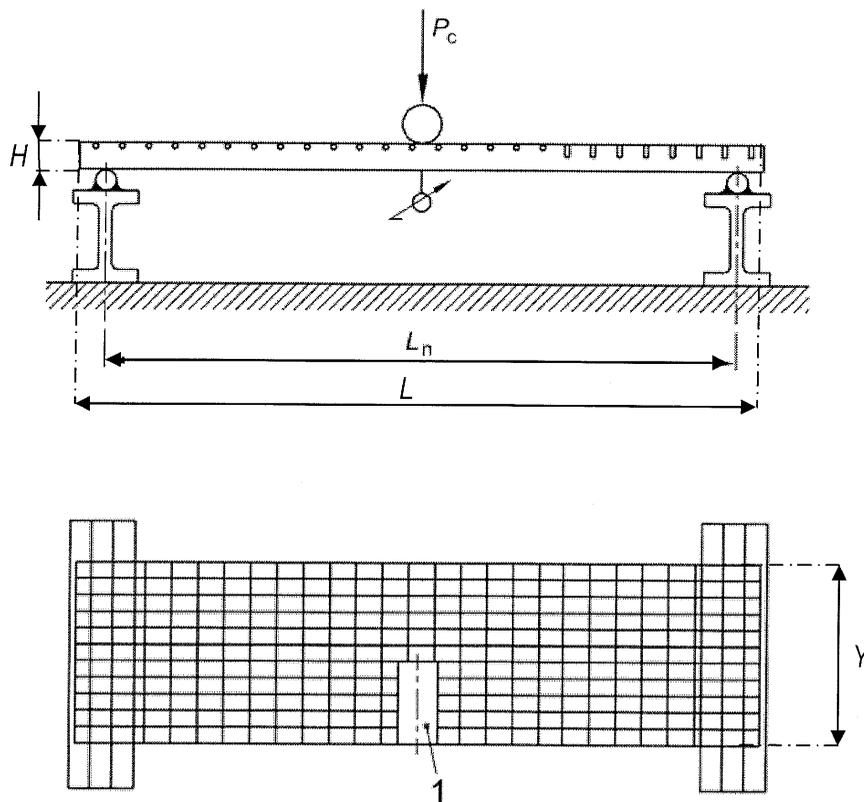
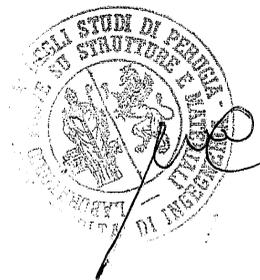


Figura 1: schema di carico relativo alle prove di portata a flessione effettuate secondo UNI 11002-1.



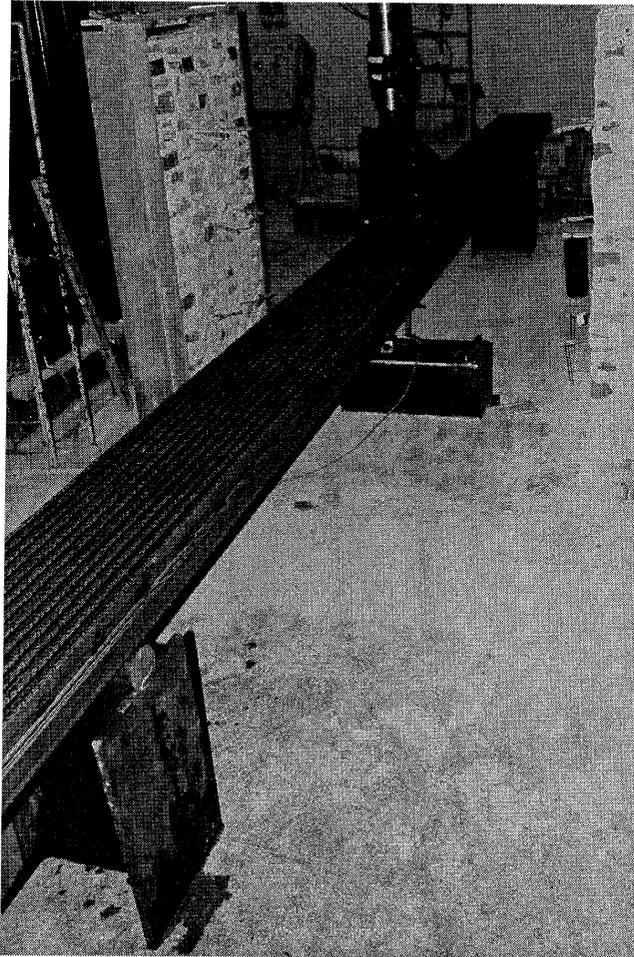
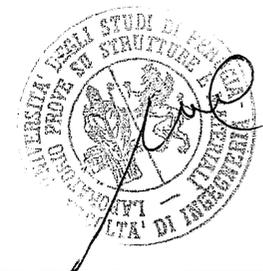


Figura 2: set-up di prova con l'elemento grigliato posizionato sugli appoggi.

Il carico, nullo all'istante $t = 0$ (inizio della prova), è stato aumentato progressivamente mediante console in modalità manuale, fino al raggiungimento del valore del carico richiesto dalla classe di utilizzo dell'elemento grigliato secondo la UNI 11002-1. Le prove sono state svolte con uno schema di carico di flessione su tre punti con coltelli di carico di forma e dimensioni descritti in figura 1.



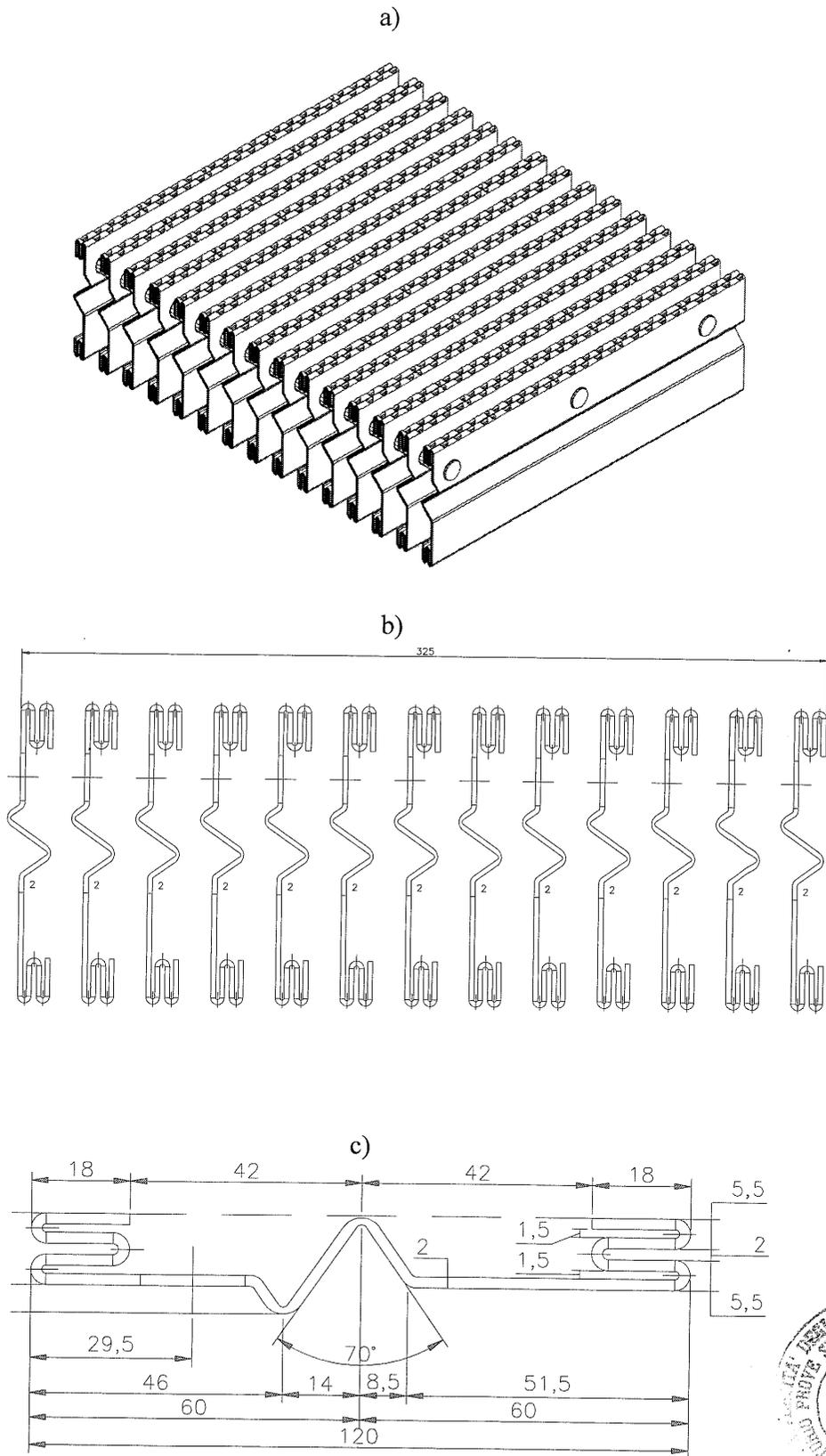


Figura 3: grigliato in acciaio elettrosaldato STHENOS: a) assonometria della tessitura del grigliato , b) particolare della tessitura, c) descrizione geometrica delle alette.



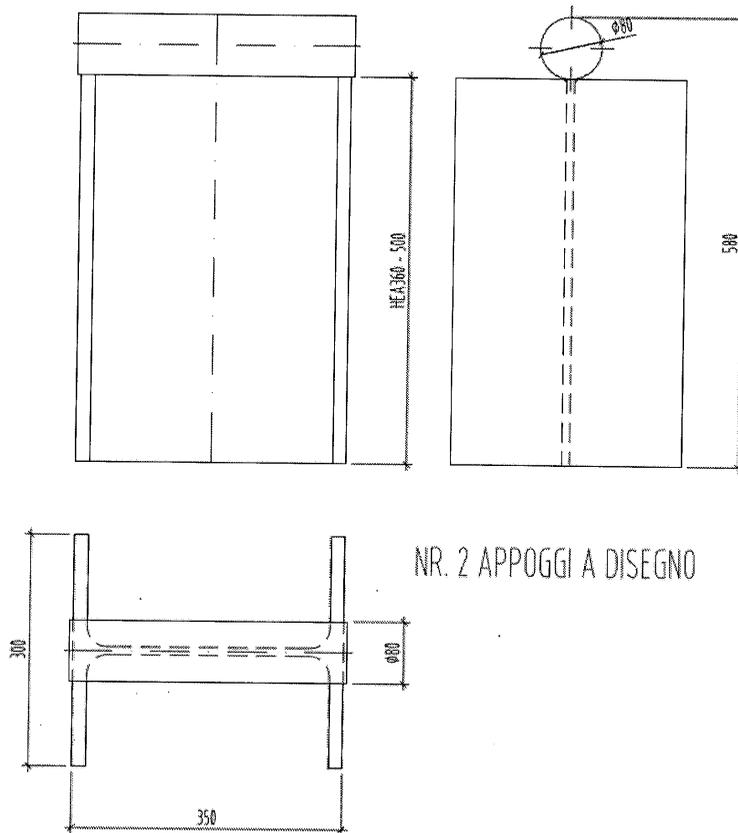
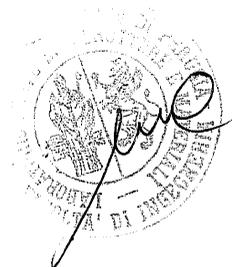
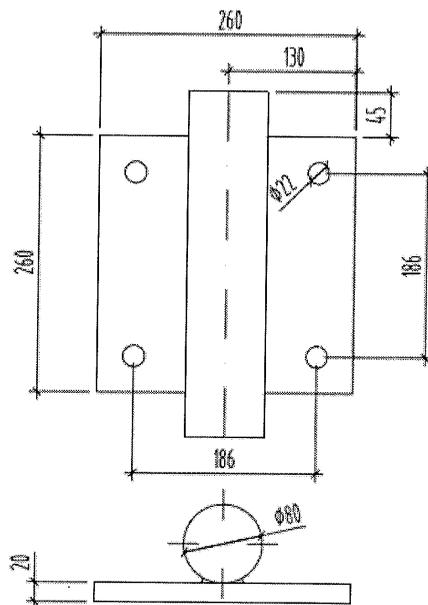


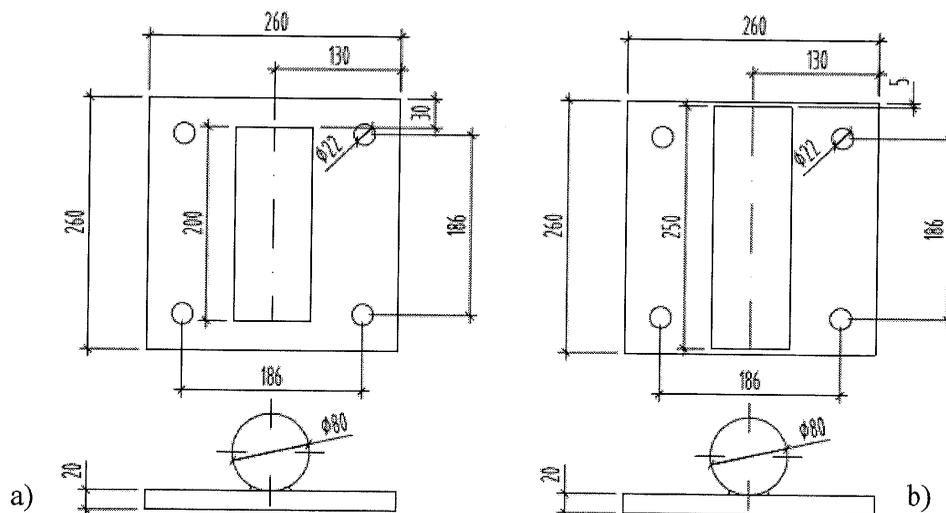
Figura 4: caratteristiche geometriche degli appoggi.





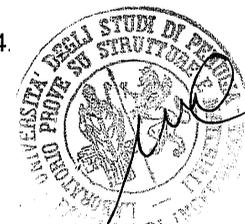
NR. 1 PER PROVA CARICO CL. 1

Figura 5: caratteristiche geometriche del punzone utilizzato per la classe 1 e per la prova di portata su pannello relativa al carico su ponti stradali.



NR. 1 PER PROVA CARICO CL. 2 e 3 NR. 1 PER PROVA CARICO CL. 4

Figura 6: caratteristiche geometriche de punzoni utilizzati a) classe 2 e 3; b) classe 4.



§ 8.2) - Certificato di prove di portata
*Prove sperimentali di portata su pannello
per la classe 1: folla compatta*

**4 PROVE SPERIMENTALI****4.1 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO CLASSE 1: FOLLA COMPATTA**

La prova di portata a flessione relativa alla classe di portata classe 1: *folla compatta* (carico dinamico $P=630$ daN/m²) è stata effettuata su una luce netta di 4500 mm esercitando il carico con un punzone di dimensioni riportate in figura 5 per tutta la larghezza dell'elemento grigliato secondo lo schema di carico di figura 1. Il valore della portata da raggiungere di 4677,75 N è stato dedotto secondo la normativa UNI 11002-1. Il carico è stato esercitato mediante console a comando manuale applicato gradatamente e con continuità mediante la seguente procedura: un pre-carico del 40% del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi, scarico a 0 N ed azzeramento della freccia residua; applicazione di un quinto del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi e successivo scarico a 0 N con rilievo ed azzeramento della freccia residua; tale procedura è stata effettuata aggiungendo di volta in volta un quinto del carico convenzionale di prova P_c fino al raggiungimento del valore prefissato.

Classe	Carico dinamico P (N/m ²)	Punzone di prova (mm)	P_c carico convenzionale di prova (N) k fattore di moltiplicazione f freccia elastica effettiva (mm) f_c freccia elastica misurata nella prova (mm)
Carico uniformemente distribuito 1	6 300		L_n luce netta di appoggio (mm)
			Y larghezza del pannello (mm)
			$P_c = 0,003\ 15\ L_n\ Y$
			$k = 1,25$
			$f = k \cdot f_c$
			Direzione delle barre portanti

Figura 7: riepilogo degli elementi necessari per il calcolo relativi alla prova di portata a flessione effettuata sul pannello in acciaio grigliato elettrosaldato STHENOS realizzato con caratteristiche descritte in figura 3, secondo UNI 11002-1 classe 1.

In Tabella 1 sono riportati i valori numerici ottenuti dall'elaborazione dei dati registrati durante le prove sperimentali; solo nella classe 1 il punzone presenta una lunghezza maggiore uguale alla larghezza del pannello con il carico esercitato simmetricamente rispetto alla larghezza del pannello ad $l/2$.

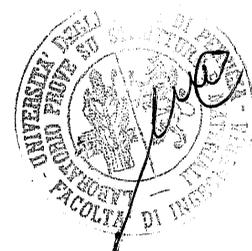




Tabella 1: Riepilogo risultati sperimentali relativi alla prova effettuata secondo UNI EN 11002-1 classe 1.

Classe 1: carico pedonale $P_c=4678$ [N]	L_n [mm]	Y [mm]	b [mm]	P_c [N]	f [mm]	f_c [mm]	f_r [mm]	k (mm/mm)
0	4500	330	350	0	0	0	0	1,25
$P_d/5$				935,6	0,994	0,795	0,135	
$2P_d/5$				1871,1	1,988	1,590	0,239	
$3P_d/5$				2806,7	2,982	2,386	0,245	
$4P_d/5$				3742,2	3,976	3,181	0,302	
$5P_d/5$				4677,8	4,970	3,976	0,389	
0				0	0	0,389		

L_n = luce netta di appoggio (grandezza rilevata);

Y = larghezza del pannello (grandezza rilevata);

P_c = carico convenzionale di prova (grandezza derivata) $P_c = 0,003 \cdot 15 \cdot L_n$ (è il carico che nella modalità di carico concentrato produce una sollecitazione massima equivalente al carico esercitato su impronta);

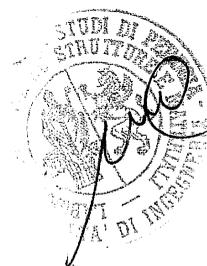
f = freccia elastica effettiva (grandezza derivata) $f = kf_c$;

f_c = freccia elastica misurata nella prova (grandezza rilevata);

f_r = freccia residua (grandezza rilevata);

k = 1,25 fattore di moltiplicazione (grandezza derivata);

b = lunghezza del punzone (grandezza rilevata);



§ 8.3) - Certificato di prove di portata
*Prove sperimentali di portata su pannello
per la classe 2: transito autovetture*

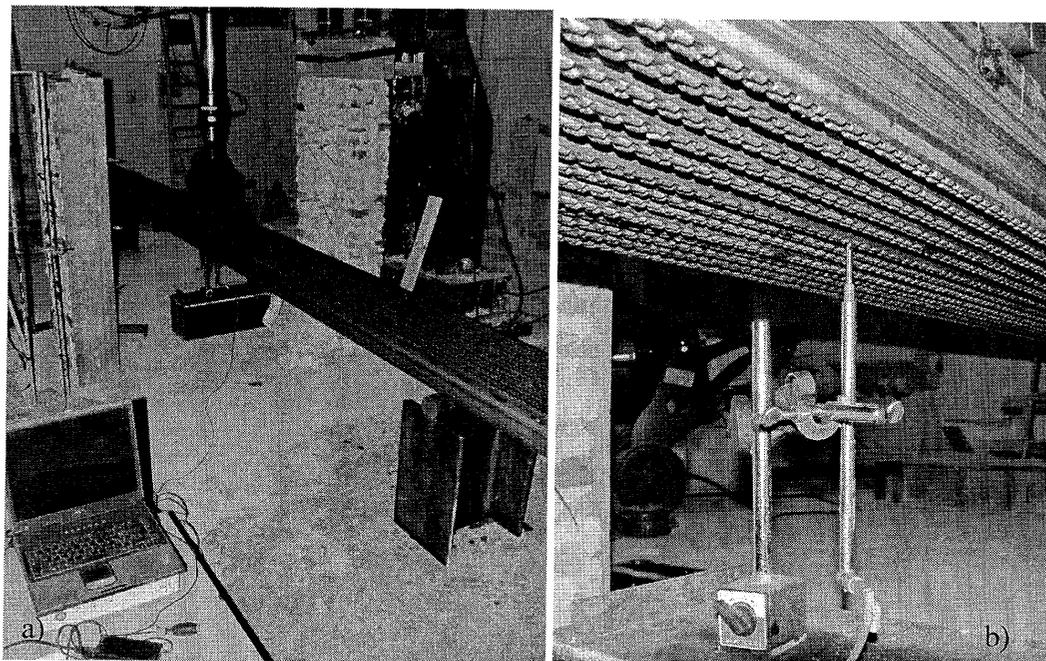
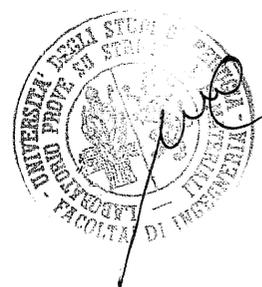


Figura 8: a) elemento grigliato in acciaio elettrosaldato sottoposto a prova di portata a flessione su tre punti con su una luce di 4500 mm; b) particolare del misuratore di spostamento tipo LVDT centesimale posizionato in mezzeria.

4.2 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO CLASSE 2: TRANSITO LIMITATO AD AUTOVETTURE

La prova di portata a flessione relativa alla classe di portata classe 2: *transito limitato ad autovetture* (carico dinamico $P=1000$ daN su impronta 200×200 mm) è stata effettuata su una luce netta di 3000 mm esercitando il carico con un punzone di dimensioni riportate in figura 6 a) posizionato al filo esterno dell'elemento grigliato (come si evince da Figura 10) secondo lo schema di carico di figura 1. Il valore della portata da raggiungere di 9666,7 N è stato dedotto secondo la normativa UNI 11002-1. Il carico è stato esercitato mediante console a comando manuale applicato gradatamente e con continuità mediante le seguente procedura: un pre-carico del 40% del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi, scarico a 0 N ed azzeramento della freccia residua; applicazione di un quinto del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi e successivo scarico a 0 N con rilievo ed azzeramento della freccia residua; tale procedura è stata effettuata aggiungendo di volta in volta un quinto del carico convenzionale di prova P_c fino al raggiungimento del valore prefissato.





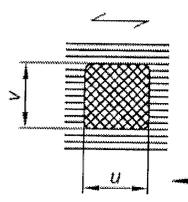
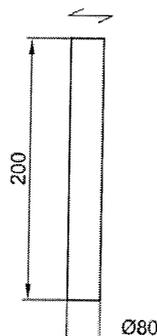
Classe	Impronta ($u \cdot v$) (mm × mm)	Carico dinamico P (N)	Punzone di prova (mm)	P_c carico convenzionale di prova (N) k fattore di moltiplicazione f freccia elastica effettiva (mm) f_c freccia elastica misurata nella prova (mm) L_n luce netta di appoggio (mm)
2	$u=200$ $v=200$ 	10 000		$L_n > 200$ mm $L_n \leq 200$ mm $P_c = 10\,000 (L_n - 100) / L_n$ $P_c = 25 L_n$ $k = \frac{L_n^3 - 20\,000 L_n + 1\,000\,000}{L_n^3 - 100 L_n^2}$ $k = 1,25$ $f = k f_c$ $f = k f_c$

Figura 9: riepilogo degli elementi necessari per il calcolo relativi alla prova di portata a flessione effettuata sul pannello in acciaio grigliato elettrosaldato STHENOS realizzato con caratteristiche descritte in figura 3, secondo UNI 11002-1 classe 2.

In Tabella 2 sono riportati i valori numerici ottenuti dall'elaborazione dei dati registrati durante le prove sperimentali.

Tabella 2: Riepilogo risultati sperimentali relativi alla prova effettuata secondo UNI EN 11002-1 classe 2.

Classe 2: transito limitato ad autovetture $P_c = 9667$ [N]	L_n [mm]	Y [mm]	b [mm]	P_c [N]	f [mm]	f_c [mm]	f_r [mm]	k (mm/mm)
0	3000	330	200	0	0	0	0	1,03
$P_c/5$				1933	1,636	1,588	0,026	
$2P_c/5$				3867	1,906	1,850	0,051	
$3P_c/5$				5800	2,630	2,553	0,058	
$4P_c/5$				7733	3,284	3,188	0,073	
$5P_c/5$				9667	3,927	3,813	0,069	
0				0	0	0	0,069	

L_n = luce netta di appoggio (grandezza rilevata);

Y = larghezza del pannello (grandezza rilevata);

P_c = carico convenzionale di prova (grandezza derivata) $P_c = 10000(L_n - 100) / L_n$ (è il carico che nella modalità di carico concentrato produce una sollecitazione massima equivalente al carico esercitato su impronta);

f = freccia elastica effettiva (grandezza derivata) $f = k f_c$;

f_c = freccia elastica misurata nella prova (grandezza rilevata);

f_r = freccia residua (grandezza rilevata);



§ 8.4) - Certificato di prove di portata
*Prove sperimentali di portata su pannello
per la classe 3: transito autocarri leggeri*

$$k = \frac{L_n^3 - 20000L_n + 1000000}{L_n^3 - 100L_n^2} \text{ fattore di moltiplicazione (grandezza derivata);}$$

b = lunghezza del punzone (grandezza rilevata);

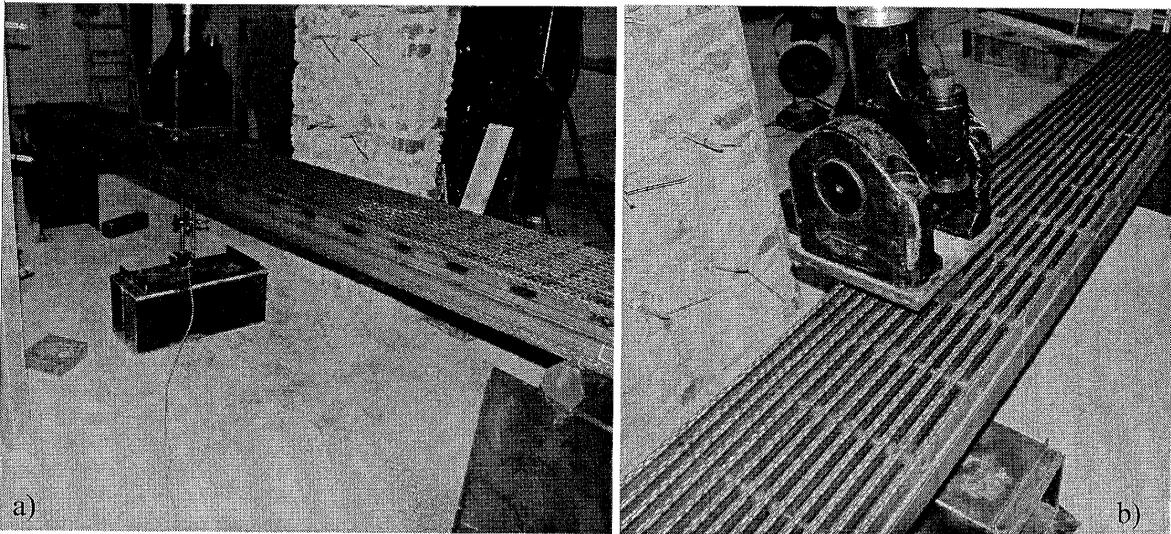


Figura 10: a) elemento grigliato in acciaio elettrosaldato sottoposto a prova di portata a flessione su tre punti con su una luce di 3000 mm; b) particolare del punzone utilizzato per la prova.

4.3 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO CLASSE 3: TRANSITO LIMITATO AD AUTOCARRI LEGGERI

La prova di portata a flessione relativa alla classe di portata classe 3: *transito limitato ad autocarri leggeri* (carico dinamico $P= 3000$ daN su impronta 200×400 mm) è stata effettuata su una luce netta di 2000 mm esercitando il carico con un punzone di dimensioni riportate in figura 6 a) posizionato al filo esterno dell'elemento grigliato (come si evince da Figura 12) secondo lo schema di carico di figura 1. Il valore della portata da raggiungere di 27273 N è stato dedotto secondo la normativa UNI 11002-1. Il carico è stato esercitato mediante console a comando manuale applicato gradatamente e con continuità mediante le seguente procedura: un pre-carico del 40% del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi, scarico a 0 N ed azzeramento della freccia residua; applicazione di un quinto del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi e successivo scarico a 0 N con rilievo ed azzeramento della freccia residua; tale procedura è stata effettuata aggiungendo di volta in volta un quinto del carico convenzionale di prova P_c fino al raggiungimento del valore prefissato.





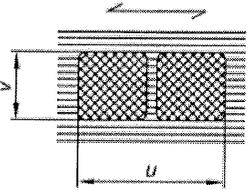
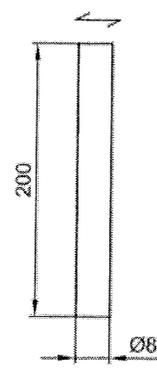
Classe	Impronta (u · v) (mm × mm)	Carico dinamico P (N)	Punzone di prova (mm)	P_c carico convenzionale di prova (N) k fattore di moltiplicazione f freccia elastica effettiva (mm) f_c freccia elastica misurata nella prova (mm) L_n luce netta di appoggio (mm)	
3	$u = 400$ $v = 200$ 	30 000		$L_n > 400 \text{ mm}$ $P_c = 30\,000(L_n - 200) / L_n$ $k = \frac{L_n^3 - 80\,000 L_n + 8\,000\,000}{L_n^3 - 200 L_n^2}$ $f = k f_c$	$L_n \leq 400 \text{ mm}$ $P_c = 37,5 L_n$ $k = 1,25$ $f = k f_c$

Figura 11: riepilogo degli elementi necessari per il calcolo relativi alla prova di portata a flessione effettuata sul pannello in acciaio grigliato elettrosaldato STHENOS realizzato con caratteristiche descritte in figura 3, secondo UNI 11002-1 classe 3.

In Tabella 3 sono riportati i valori numerici ottenuti dall'elaborazione dei dati registrati durante le prove sperimentali.

Tabella 3: Riepilogo risultati sperimentali relativi alla prova effettuata secondo UNI EN 11002-1 classe 3.

Classe 3: transito limitato ad autocarri leggeri $P_c = 27273 \text{ [N]}$	L_n [mm]	Y [mm]	b [mm]	P_c [N]	f [mm]	f_c [mm]	f_r [mm]	k (mm/mm)
0	2000	330	200	0	0	0	0	1,08
$P_c/5$				5455	1,110	1,028	0,154	
$2P_c/5$				10909	2,409	2,231	0,175	
$3P_c/5$				16364	2,582	2,391	0,201	
$4P_c/5$				21818	3,618	3,350	0,189	
$5P_c/5$				27273	4,573	4,234	0,256	
0				0	0	0	0,256	

L_n = luce netta di appoggio (grandezza rilevata);

Y = larghezza del pannello (grandezza rilevata);

P_c = carico convenzionale di prova (grandezza derivata) $P_c = 30000(L_n - 200) / L_n$ (è il carico che nella modalità di carico concentrato produce una sollecitazione massima equivalente al carico esercitato su impronta);

f = freccia elastica effettiva (grandezza derivata) $f = k f_c$;

f_c = freccia elastica misurata nella prova (grandezza rilevata);

f_r = freccia residua (grandezza rilevata);



§ 8.5) - Certificato di prove di portata
*Prove sperimentali di portata su pannello
per la classe 4: transito autoarticolati*

$$k = \frac{L_n^3 - 80000L_n + 8000000}{L_n^3 - 200L_n^2} \text{ fattore di moltiplicazione (grandezza derivata);}$$

b = lunghezza del punzone (grandezza rilevata);

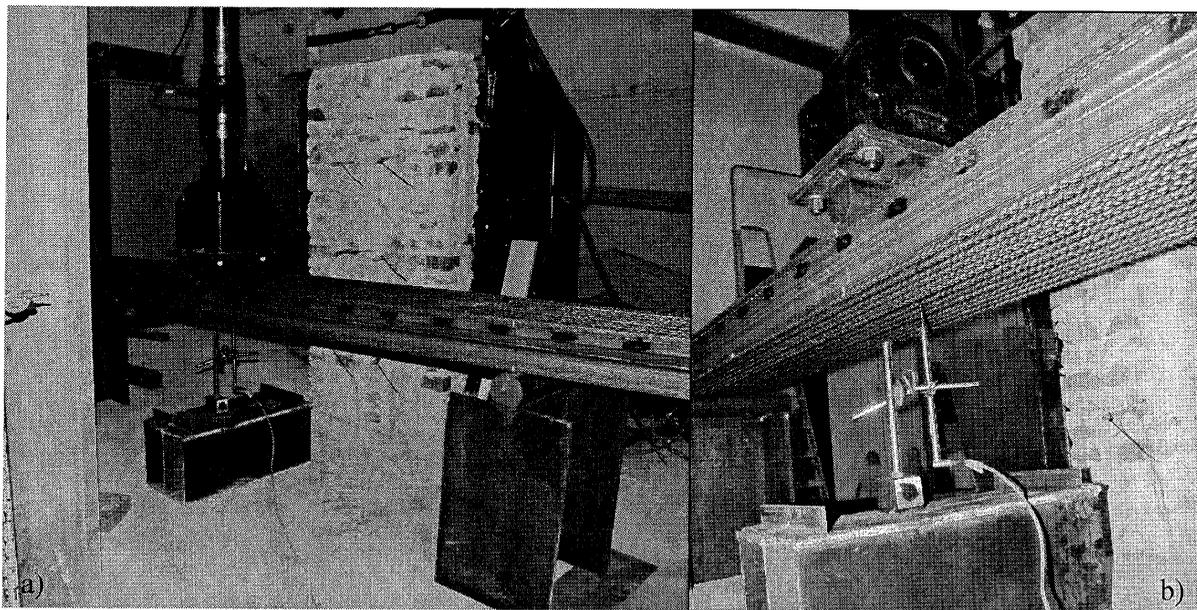
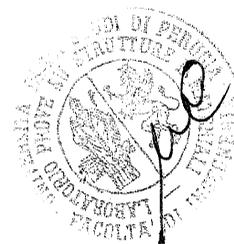


Figura 12: a) elemento grigliato in acciaio elettrosaldato sottoposto a prova di portata a flessione su tre punti con su una luce di 2000 mm; b) particolare del misuratore di spostamento tipo LVDT centesimale posizionato in mezzzeria.

4.4 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO CLASSE 4: TRANSITO DI AUTOTRENI O AUTOARTICOLATI

La prova di portata a flessione relativa alla classe di portata classe 4: *transito di autotreni o autoarticolati* (carico dinamico $P=9000$ daN su impronta 600×250 mm) è stata effettuata su una luce netta di 1600 mm esercitando il carico con un punzone di dimensioni riportate in figura 6 b) posizionato al filo esterno dell'elemento grigliato (come si evince da Figura 14) secondo lo schema di carico di figura 1. Il valore della portata da raggiungere di 73125 N è stato dedotto secondo la normativa UNI 11002-1. Il carico è stato esercitato mediante console a comando manuale applicato gradatamente e con continuità mediante le seguente procedura: un pre-carico del 40% del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi, scarico a 0 N ed azzeramento della freccia residua; applicazione di un quinto del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi e successivo scarico a 0 N con rilievo ed azzeramento della freccia residua; tale procedura è stata effettuata aggiungendo di volta in volta un quinto del carico convenzionale di prova P_c fino al raggiungimento del valore prefissato.



Classe	Impronta (u · v) (mm × mm)	Carico dinamico P (N)	Punzone di prova (mm)	P_c carico convenzionale di prova (N) k fattore di moltiplicazione f freccia elastica effettiva (mm) f_c freccia elastica misurata nella prova (mm) L_n luce netta di appoggio (mm)
4	$u=600$ $v=250$ 	90 000		$L_n > 600$ mm $L_n \leq 600$ mm $P_c = 90\,000(L_n - 300) / L_n$ $P_c = 75 L_n$ $k = \frac{L_n^3 - 180\,000 L_n + 27\,000\,000}{L_n^3 - 300 L_n^2}$ $k = 1,25$ $f = k f_c$ $f = k f_c$

Figura 13: riepilogo degli elementi necessari per il calcolo relativi alla prova di portata a flessione effettuata sul pannello in acciaio grigliato elettrosaldato STHENOS realizzato con caratteristiche descritte in figura 3, secondo UNI 11002-1 classe 4.

In Tabella 4 sono riportati i valori numerici ottenuti dall'elaborazione dei dati registrati durante le prove sperimentali.

Tabella 4: Riepilogo risultati sperimentali relativi alla prova effettuata secondo UNI EN 11002-1 classe 4.

Classe 4: transito di autotreni ed autoarticolati $P_c=73125$ [N]	L_n [mm]	Y [mm]	b [mm]	P_c [N]	f [mm]	f_c [mm]	f_r [mm]	k (mm/mm)
0	1600	330	250	0	0	0	0	1,15
$P_c/5$				14625	1,772	1,541	0,200	
$2P_c/5$				29250	2,958	2,572	0,273	
$3P_c/5$				43875	3,443	2,994	0,323	
$4P_c/5$				58500	3,903	3,394	0,328	
$5P_c/5$				73125	4,083	3,550	0,406	
0				0	0	0		

L_n = luce netta di appoggio (grandezza rilevata);

Y = larghezza del pannello (grandezza rilevata);

P_c = carico convenzionale di prova (grandezza derivata) $P_c = 90000(L_n - 300) / L_n$ (è il carico che nella modalità di carico concentrato produce una sollecitazione massima equivalente al carico esercitato su impronta);

f = freccia elastica effettiva (grandezza derivata) $f = k f_c$;



f_c = freccia elastica misurata nella prova (grandezza rilevata);

f_r = freccia residua (grandezza rilevata);

$$k = \frac{L_n^3 - 180000L_n + 27000000}{L_n^3 - 300L_n^2} \text{ fattore di moltiplicazione (grandezza derivata);}$$

b = lunghezza del punzone (grandezza rilevata);

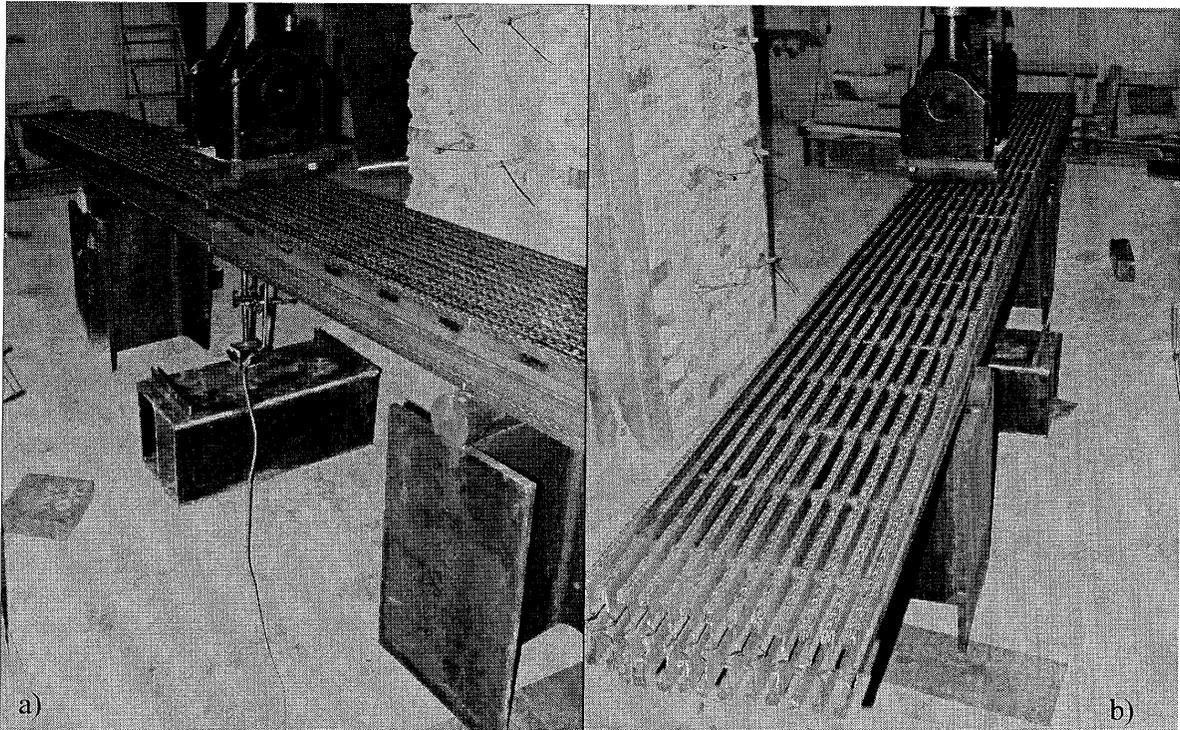


Figura 14: a) elemento grigliato in acciaio elettrosaldato sottoposto a prova di portata a flessione su tre punti con su una luce di 1600 mm; b) particolare del posizionamento del carico esercitato mediante punzone.



§ 8.6) - Certificato di prove di portata
*Prove sperimentali di portata su pannello
relativa ad azioni su ponti stradali*

**4.5 PROVA DI PORTATA SU PANNELLO RELATIVA AD AZIONI SU PONTI STARDALI**

Lo schema di carico dinamico utilizzato per questa prova è stato quello del prospetto 3 relativo alla categoria autotreni ed autoarticolati della UNI 11002-1 considerando un carico dinamico di 200kN come indicato nel §5.1.3 D.M.14.01.2008.

Tale prova è stata effettuata su una luce netta di 1100 mm esercitando il carico con un punzone di dimensioni riportate in figura 5) posizionato al filo esterno dell'elemento grigliato (come si evince da Figura 15) secondo lo schema di carico di figura 1. Il valore della portata da raggiungere di 145500 N è stato dedotto secondo la normativa UNI 11002-1. Il carico è stato esercitato mediante console a comando manuale applicato gradatamente e con continuità mediante le seguente procedura: un pre-carico del 40% del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi, scarico a 0 N ed azzeramento della freccia residua; applicazione di un quinto del carico convenzionale di prova P_c mantenuto per 30 secondi e successivo scarico a 0 N con rilievo ed azzeramento della freccia residua; tale procedura è stata effettuata aggiungendo di volta in volta un quinto del carico convenzionale di prova P_c fino al raggiungimento del valore prefissato.

In Tabella 8 sono riportati i valori numerici ottenuti dall'elaborazione dei dati registrati durante le prove sperimentali.

Tabella 5: Riepilogo risultati sperimentali relativi alla prova effettuata secondo UNI 11002-1 con un carico dinamico di 200 kN ed il punzone descritto in figura 5 utilizzato per la prova relativa al carico pedonale.

$P_c=145000$ [N]	L_n [mm]	Y [mm]	b [mm]	P_c [kN]	f [mm]	f_c [mm]	f_r [mm]	k (mm/mm)
0	1100	455	350	0	0	0	/	1,20
$P_c/5$				29,1	0,533	0,444	0,089	
$2P_c/5$				58,2	0,958	0,798	0,111	
$3P_c/5$				87,3	1,576	1,313	0,177	
$4P_c/5$				116,4	2,086	1,738	0,240	
$5P_c/5$				145,5	2,599	2,166	0,269	
0				0	0	0	0,269	

L_n = luce netta di appoggio (grandezza rilevata);

Y = larghezza del pannello (grandezza rilevata);

P_c = carico convenzionale di prova (grandezza derivata) $P_c = 200000(L_n - 300) / L_n$ (è il carico che nella modalità di carico concentrato produce una sollecitazione massima equivalente al carico esercitato su impronta);

f = freccia elastica effettiva (grandezza derivata) $f = kf_c$;

f_c = freccia elastica misurata nella prova (grandezza rilevata);

f_r = freccia residua (grandezza rilevata);

$k = \frac{L_n^3 - 180000L_n + 27000000}{L_n^3 - 300L_n^2}$ fattore di moltiplicazione (grandezza derivata);

b = lunghezza del punzone (grandezza rilevata);



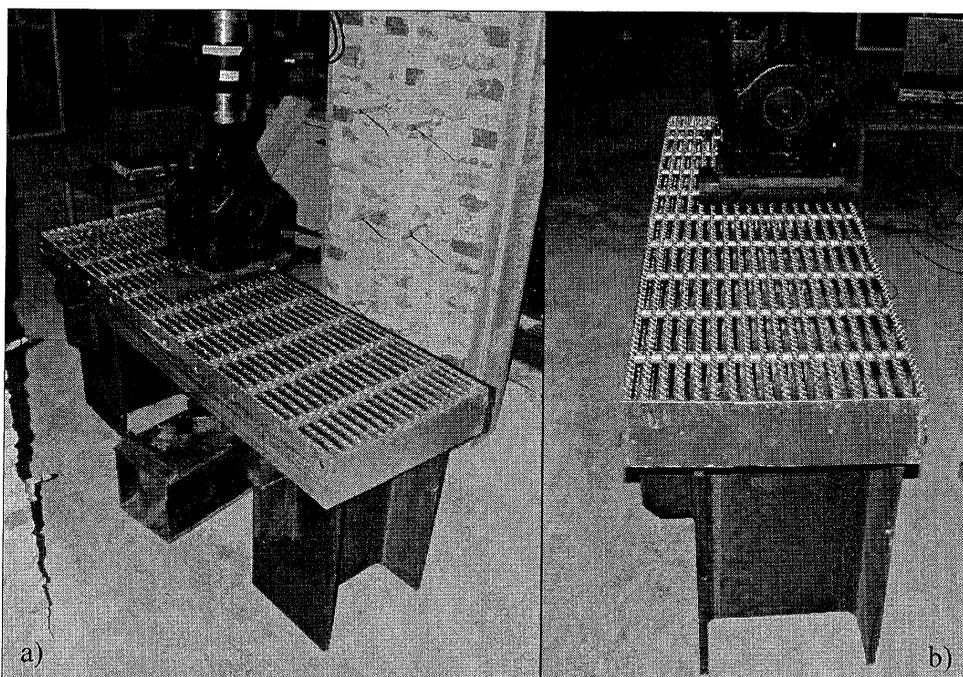
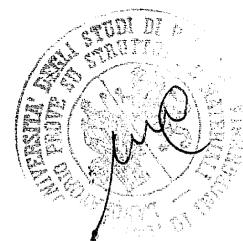


Figura 15: a) elemento grigliato in acciaio elettrosaldato sottoposto a prova di portata a flessione su tre punti con su una luce di 1100 mm; b) particolare del posizionamento del carico mediante il punzone.





5 SINTESI DEI RISULTATI

Di seguito si riporta una tabella con la sintesi dei risultati ottenuti dalle prove sperimentali effettuate. Secondo la UNI 11002-1.

Tabella 6: riepilogo dei dati sperimentali relativi alle 5 prove effettuate.

CLASSE	Carico dinamico (daN)	Luce Netta (mm)	Impronta uxv (mm x mm)	Freccia elastica effettiva f (mm)
1: folla compatta	630	4500	distribuito	4,970
2: autoveicoli	1000	3000	200x200	3,927
3: autocarri leggeri	3000	2000	400x200	4,573
4: autotreni ed autoarticolati	9000	1600	600x250	4,084
5: ponti stradali	20000	1100	600x350	2,599

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO

Prof. Ing. Antonio Borri

In ordine alle tolleranze costruttive del prodotto, si faccia riferimento, per quanto applicabile, alla norma UNI EN 11002-1:2009, dove la definizione di piatto portante è sostituita da profilo Sthenos.

5 TOLLERANZE

5.1 Tolleranze dimensionali dei pannelli

Rispetto alle dimensioni nominali le differenze di quota non devono superare le tolleranze di seguito riportate:

5.1.1 Lunghezza pannello (X)

[x] tolleranza sulla lunghezza

per $X \leq 2\,000$ mm

$$x \text{ max.} = \begin{matrix} 0 \\ -4 \end{matrix} \text{ mm}$$

per $X > 2\,000$ mm

$$x \text{ max.} = \begin{matrix} 0 \\ -0,002 \times X \end{matrix}$$

5.1.2 Larghezza pannello (Y)

[y] tolleranza sulla larghezza

per $Y \leq 1\,000$ mm

$$y \text{ max.} = \begin{matrix} 0 \\ -6 \end{matrix} \text{ mm}$$

per $Y > 1\,000$ mm

$$y \text{ max.} = \begin{matrix} 0 \\ -0,006 \times Y \end{matrix}$$

5.1.3 Diagonali pannello (D₁; D₂)

[d] tolleranza sulle diagonali

per $X \leq 2\,000$ mm

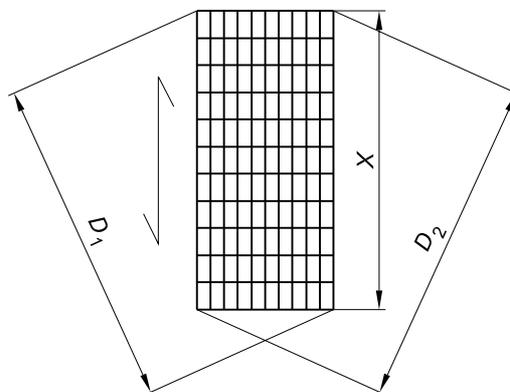
$$d \text{ max.} = D_1 - D_2 = \pm 6 \text{ mm}$$

per $X > 2\,000$ mm

$$d \text{ max.} = D_1 - D_2 = 0,003 \times X$$

figura 8

Diagonali pannello (D₁; D₂)



§ 9.2) - Tolleranze costruttive

Tolleranze dei componenti dei pannelli
 UNI EN 11002-1:2009 - § 5.1.4, 5.1.5

5.1.4

Passo barre portanti (A) (Passo profilo Sthenos)

[a] tolleranza sul passo barre

su n° 10 passi ($10 \times A$)

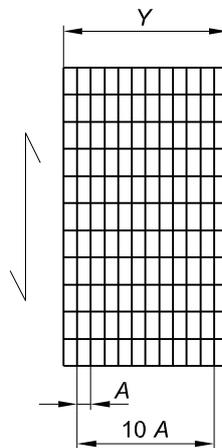
a max. = ± 4 mm

su n° 1 passo

a max. = $\pm 1,5$ mm

figura 9

Passo barre portanti (A)



5.1.5

Passo barre trasversali (B) (Passo tubo Ø18)

[b] tolleranza sul passo distanziali

su n° 10 passi ($10 \times B$)

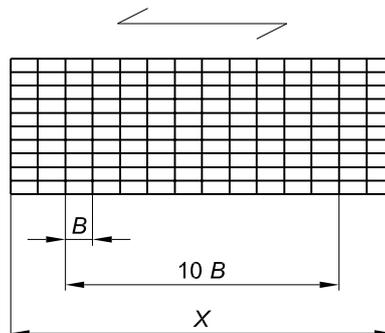
b max. = ± 4 mm

su n° 1 passo

b max. = ± 2 mm

figura 10

Passo barre trasversali (B)



§ 9.3) - Tolleranze costruttive

Tolleranze delle sagomature dei pannelli
UNI EN 11002-1:2009 - § 5.1.6÷8

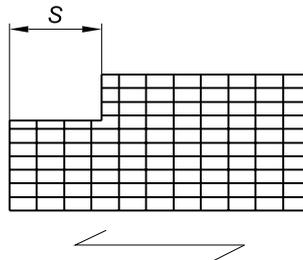
5.1.6 Lunghezza sagomatura rettilinea (S)

[s] tolleranza sulla lunghezza della sagomatura

$$s \text{ max.} = \begin{matrix} 0 \\ +10 \end{matrix} \text{ mm}$$

figura 11

Lunghezza sagomatura rettilinea (S)



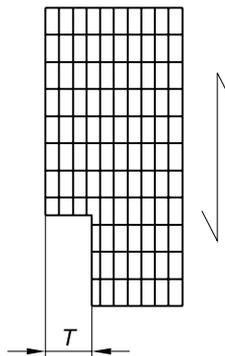
5.1.7 Larghezza sagomatura rettilinea (T)

[t] tolleranza sulla larghezza della sagomatura

$$t \text{ max.} = \begin{matrix} 0 \\ +10 \end{matrix} \text{ mm}$$

figura 12

Larghezza sagomatura rettilinea (T)



5.1.8 Raggio sagomatura circolare (R₁; R₂)

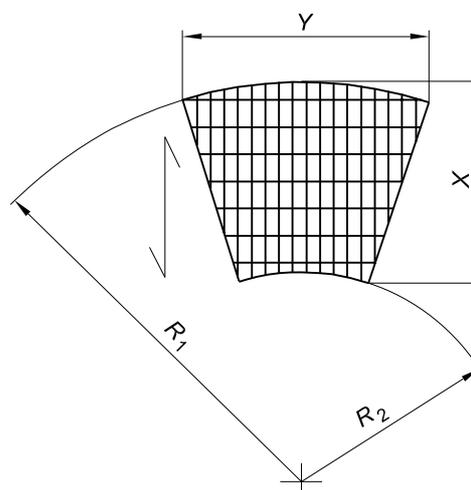
[r] tolleranza sul raggio della sagomatura

$$r_1 = \begin{matrix} 0 \\ -8 \end{matrix} \text{ mm}$$

$$r_2 = \begin{matrix} 0 \\ +8 \end{matrix} \text{ mm}$$

figura 13

Raggio sagomatura circolare (R₁; R₂)



§ 9.4) - Tolleranze costruttive

Tolleranze di esecuzione dei pannelli

UNI EN 11002-1:2009 - § 5.2.2÷5, 5.2.7÷10

5.2 Tolleranze di costruzione dei pannelli

La costruzione dei pannelli può presentare degli scostamenti rispetto alle quote nominali, che devono rientrare nei limiti delle tolleranze, come di seguito riportati:

5.2.2 Sporgenza cornice (m ; n)

[m] tolleranza sulla sporgenza tra cornice e barre portanti sulla parte superiore del pannello

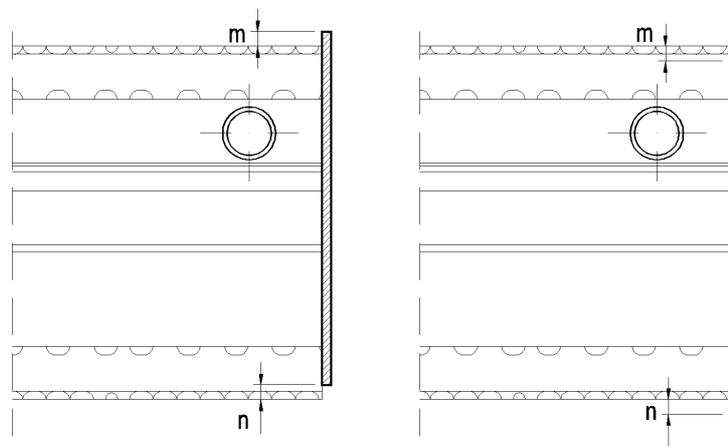
m max. = 1,5 mm

[n] tolleranza sulla sporgenza tra cornice e barre portanti sulla parte inferiore del pannello

n max. = 1,5 mm

figura 15

Sporgenza cornice (m ; n)



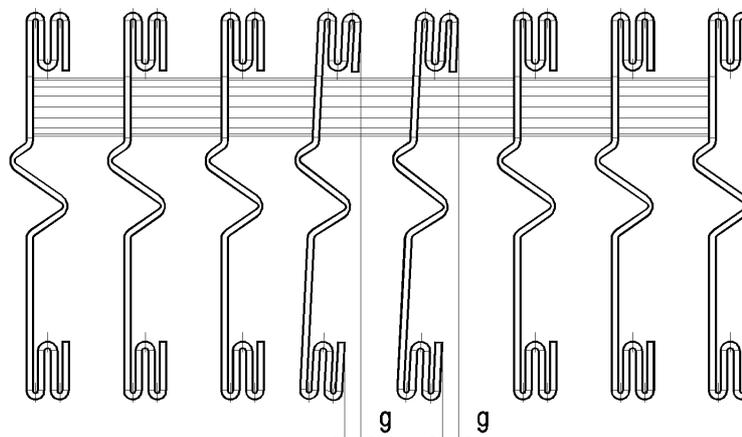
5.2.3 Inclinazione barre portanti (g)

[g] tolleranza di inclinazione delle barre portanti

g max. = 4 mm

figura 16

Inclinazione barre portanti (g)



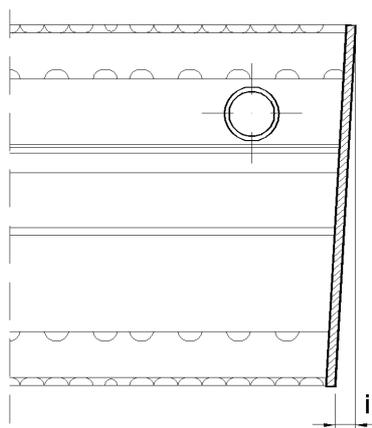
5.2.4

Inclinazione cornice (i)

[i] tolleranza di inclinazione della cornice

i max. = 4 mm

figura 17 Inclinazione cornice (i)



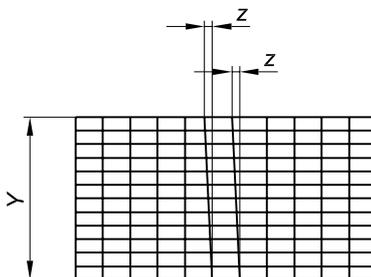
5.2.5

Ortogonalità delle barre trasversali (z) (Tubi Ø18)

[z] tolleranza di ortogonalità delle barre trasversali rispetto alle barre portanti

z max. = $0,003 \times Y$

figura 18 Ortogonalità delle barre trasversali (z)



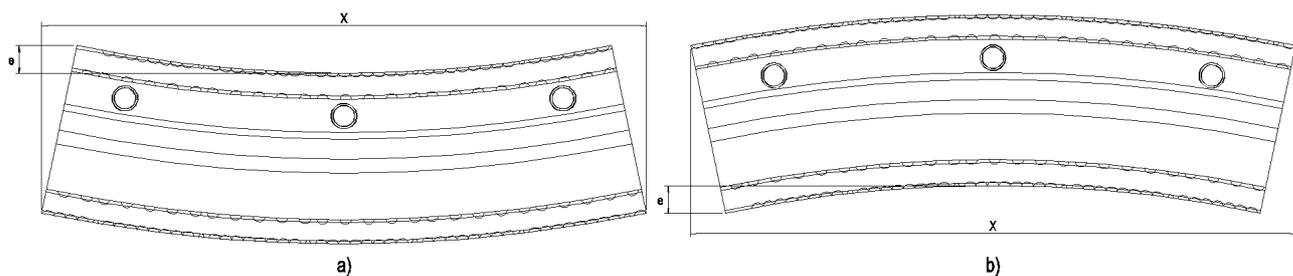
5.2.7

Planarità longitudinale (e)

[e] tolleranza di planarità longitudinale

- a) pannello concavo
e max. = $X/200$ mm
- b) pannello convesso
e max. = $X/150$ mm

figura 20 Planarità longitudinale (e)



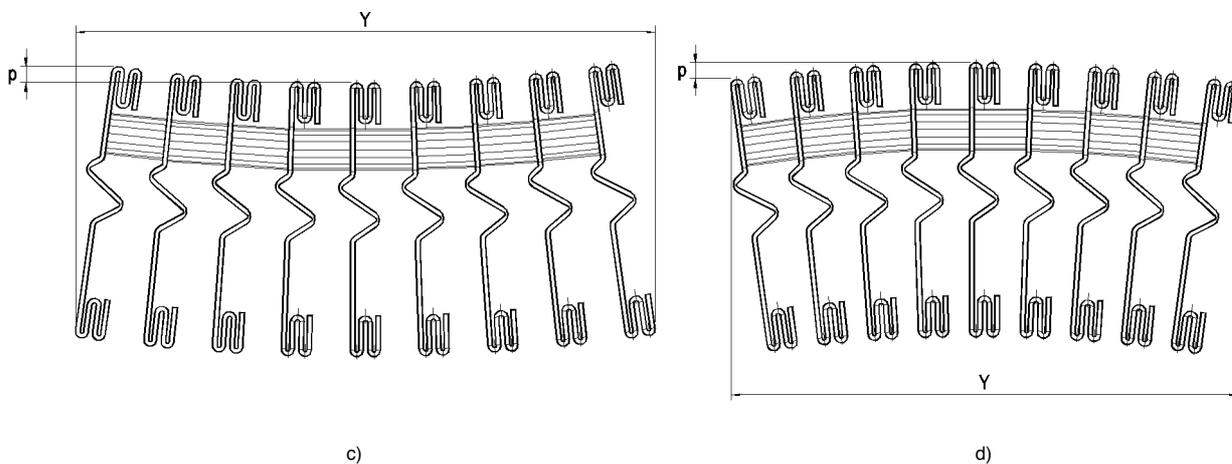
5.2.8

Planarità trasversale (p)

[p] tolleranza di planarità trasversale

- c) pannello concavo
p max. = $Y/200$ mm
- d) pannello convesso
p max. = $Y/150$ mm

figura 21 Planarità trasversale (p)



5.2.9

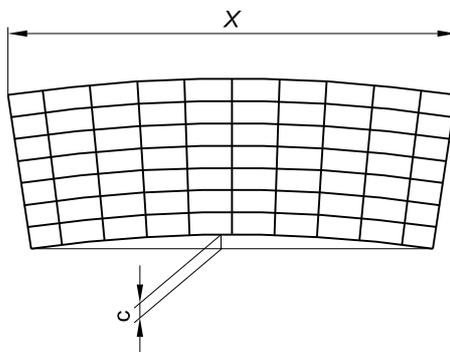
Curvatura barre portanti (c)

[c] tolleranza di curvatura delle barre portanti

$c \text{ max. } 1/200 \times X$

figura 22

Curvatura delle barre portanti



5.2.10

Svergolamento

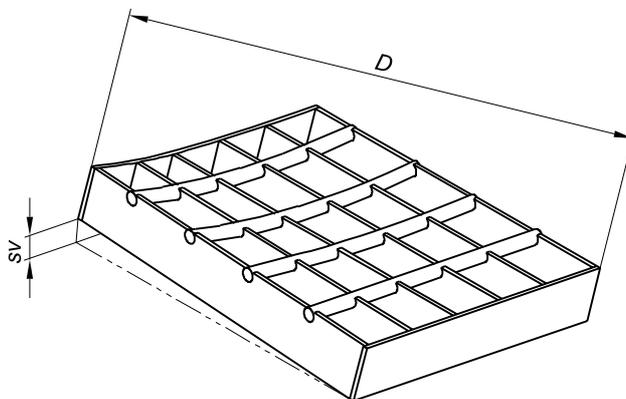
[sv] tolleranze di curvatura delle diagonali

$sv \text{ max. } = D / 150 \text{ mm}$

D = diagonale del pannello

figura 23

Svergolamento



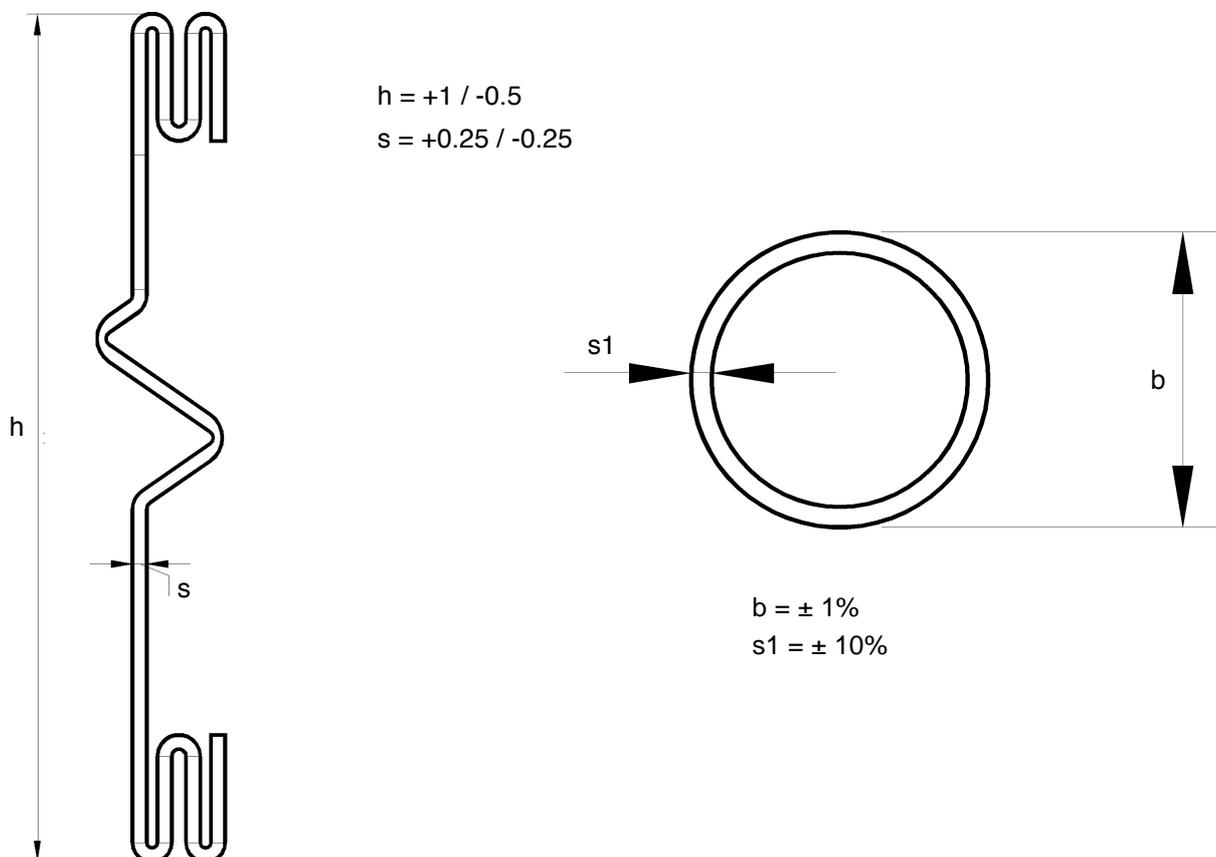
5.3

Tolleranze dimensionali delle barre portanti e delle barre trasversali

Sthenos

Rispetto alle dimensioni nominali le differenze di quota non devono superare le tolleranze riportate nel prospetto 1.

prospetto 1 Tolleranze barre portanti e barre trasversali in millimetri



Per quanto non espressamente citato nel presente fascicolo tecnico si faccia riferimento alla norma UNI EN 11002-3:2002.

