



**PANNELLI SANDWICH  
COIBENTATI CON PROFILO  
ESTERNO SPECIALE  
PER FISSAGGIO DI PANNELLI  
SOLARI**

**Domenico Leone**



# PANNELLI SANDWICH COIBENTATI CON PROFILO ESTERNO SPECIALE PER FISSAGGIO DI PANNELLI SOLARI

---

*Domenico Leone*

*Il prof. Domenico Leone vanta un'esperienza più che trentennale nel campo della progettazione e realizzazione di strutture metalliche sia in campo industriale che infrastrutturale e civile ed è titolare del laboratorio di "Costruzione dell'Architettura" presso la facoltà di Architettura di Genova in qualità di professore a contratto.*

*E' consulente di azienda avendo occupato in precedenza il ruolo di Responsabile del settore di progettazione di opere in carpenteria metallica prima presso la Società Italimpianti S.p.A. e successivamente presso le Società SMSDemag e Paul-Wurth S.p.A.*

*Ha partecipato alla progettazione di grandi impianti industriali di produzione e trasformazione dell'acciaio e ne ha seguito la realizzazione con le imprese costruttrici e di montaggio acquisendo ampia esperienza in tutti i settori del ciclo di esecuzione delle opere metalliche.*

*Per il suo impegno in campo internazionale vanta ampia conoscenza delle norme di settore utilizzate in varie nazioni con particolare riguardo agli Eurocodici.*

*Ha esercitato ed esercita tuttora attività formativa in ambito Aziendale, Universitario, Pubblico, Privato e dell'Ordine Professionale.*

*È autore del libro "Eurocodice 3" edito da Sistemi Editoriali nonché di numerosi programmi di calcolo automatico dedicati sia alla progettazione di strutture in acciaio di impianti industriali che alla progettazione di componenti strutturali e di dettaglio proprie degli edifici civili e delle infrastrutture (pacchetto SAITU edito da STA DATA S.r.l.) in base agli Eurocodici ed alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.*

*La presente pubblicazione è tutelata dalla legge sul diritto d'autore e non può essere divulgata senza il permesso scritto dell'autore.*

S.T.A. DATA srl  
Corso Raffaello, 12 - 10126 Torino  
tel. 011 6699345 [www.stadata.com](http://www.stadata.com)

---

# Indice

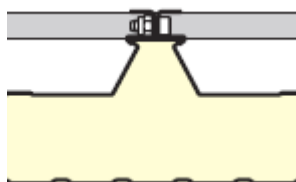
<b>Parte I</b>	<b>PANNELLI SANDWICH COIBENTATI CON PROFILO ESTERNO SPECIALE</b>	<b>4</b>
----------------	--	----------

## 1 PANNELLI SANDWICH COIBENTATI CON PROFILO ESTERNO SPECIALE

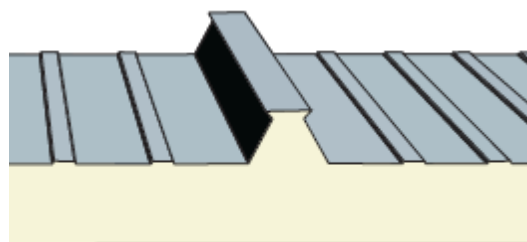
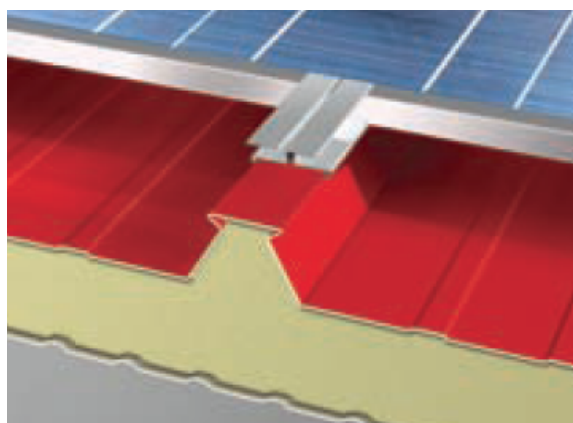
In questo articolo vengono presentate alcune **nuove peculiarità** del programma di calcolo automatico di pannelli monolitici coibentati denominato “**Sandwich**” realizzato dall’Ing. **Domenico Leone**, esperto in progettazioni di strutture metalliche e consulente **S.T.A.DATA s. r.l.**, in accordo con le prescrizioni della norma **UNI-EN 14509 – Allegato E**.

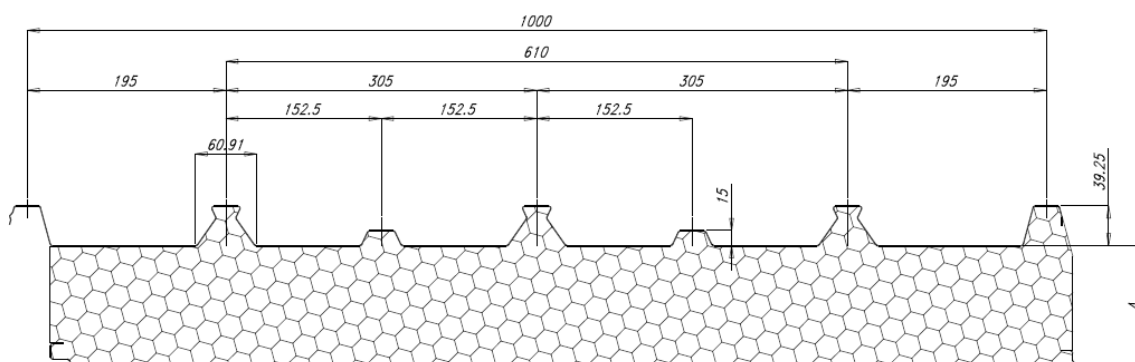
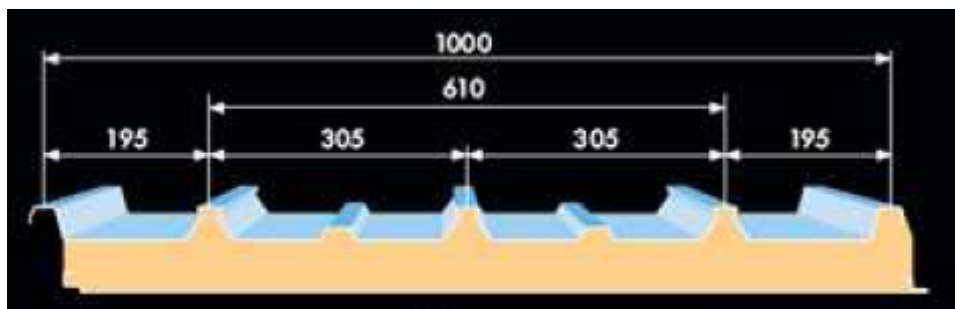
In particolare il programma consente oggi anche il calcolo di pannelli con una faccia profilata con greca a “testa espansa” idonei ad un sicuro “ancoraggio” di lastre solari.

La scelta di sagomare la sommità delle greche con semplice o doppia espansione (come rappresentato nelle seguenti figure) consente un fissaggio delle lastre solari senza l’uso di viti che, forando i lati della greca, creano l’innesco a fenomeni di corrosione riducendo le garanzie di durabilità dei pannelli. Il fissaggio avviene invece con dispositivi a “bloccaggio” conformati al perimetro dell’estremità espansa della greca e collegati tra loro con bulloni indipendenti dal pannello.



La tipologia di questi pannelli speciali è di seguito rappresentata:





Esempio di sistema di fissaggio delle lastre solari sui pannelli speciali

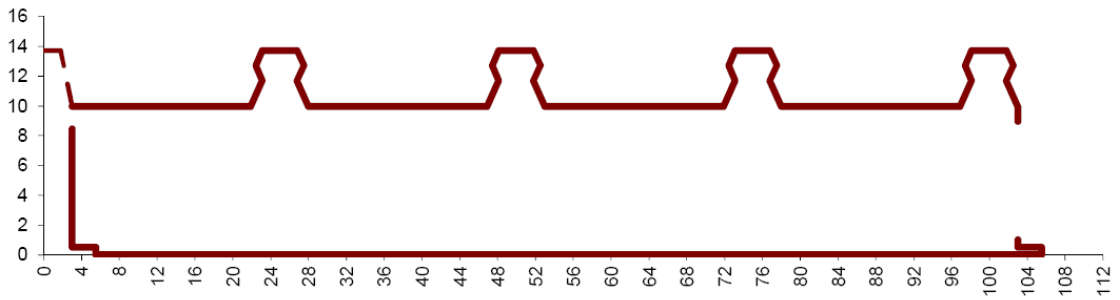


Irrigidimenti intermedi ribassati non sono presi in considerazione dal programma anche per la loro bassa influenza sulla rigidità flessionale della lamiera esterna.

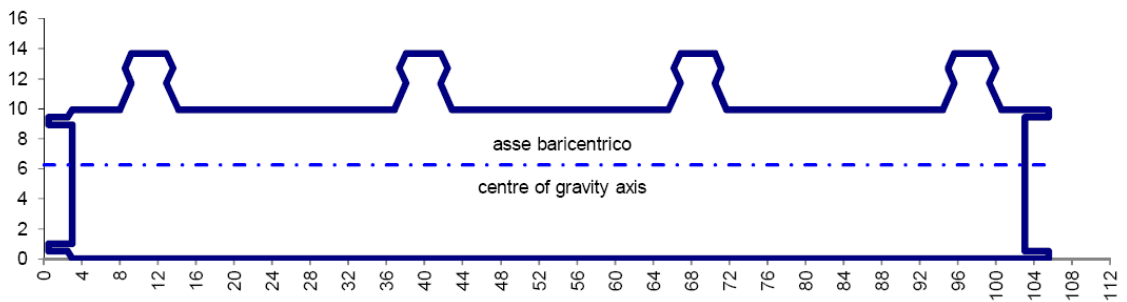
Di seguito si riportano due esempi di pannelli speciali progettati col programma “Sandwich” che esegue automaticamente la rappresentazione grafica della sezione sia per la sua forma reale che per la modellazione di calcolo.

Il primo esempio si riferisce ad una tipologia di greca con espansione a doppia piega mentre il secondo ad una greca con espansione a singola piega. L'angolo di piega dell'espansione può essere diverso da quello di inclinazione della greca. Non sono previste combinazioni di greche di forme diverse nella stessa sezione.

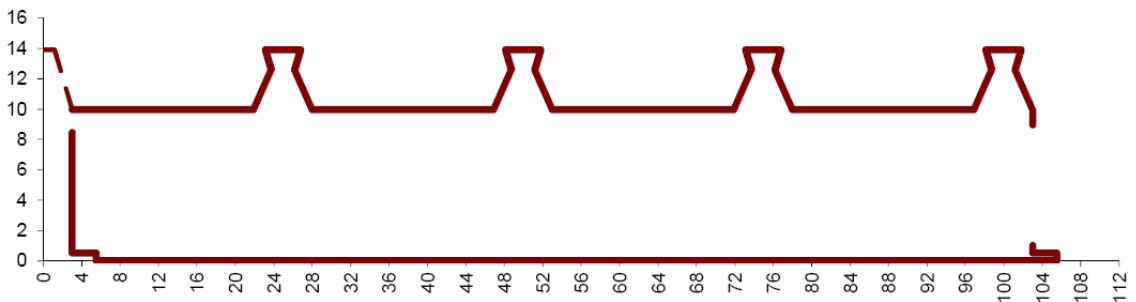
SEZIONE EFFETTIVA



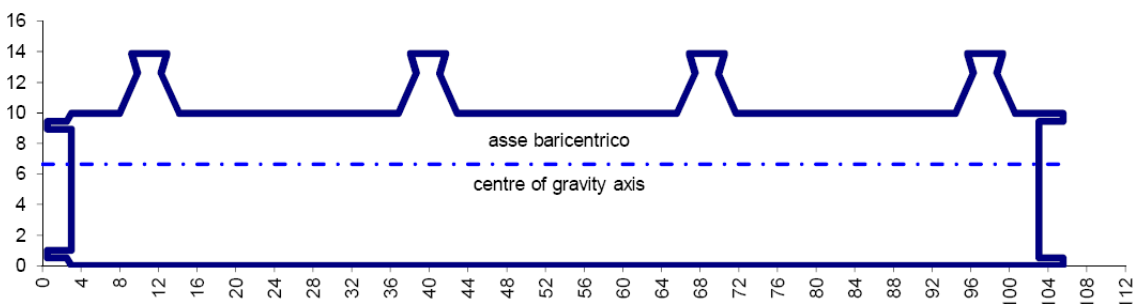
MODELLO DI CALCOLO



SEZIONE EFFETTIVA

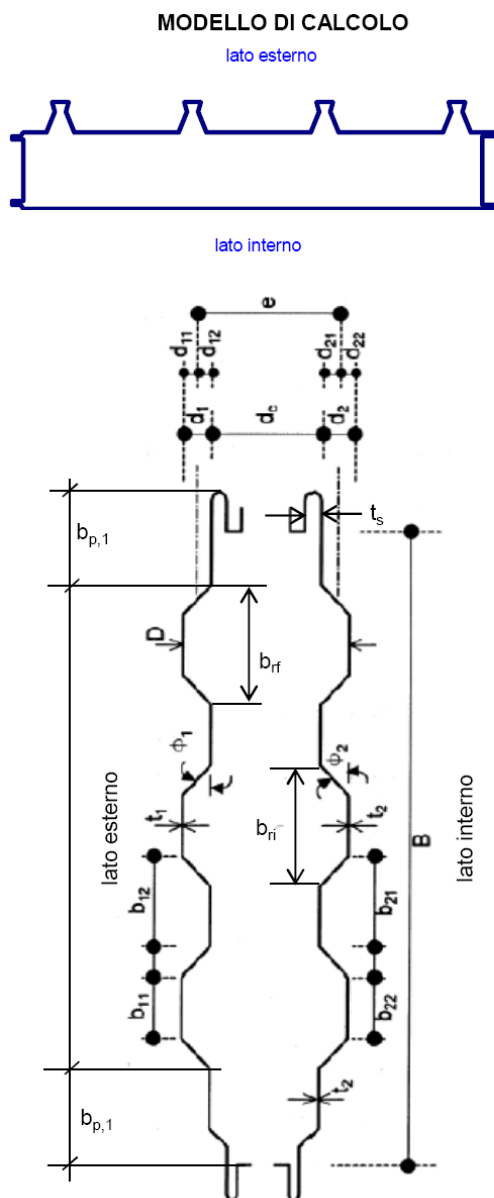


MODELLO DI CALCOLO



La parte del foglio di calcolo del programma che definisce la geometria del pannello contiene informazioni aggiuntive da fornire nelle celle color grigio che sono:

- distanza della prima piega dell'espansione  
dalla faccia esterna della greca ( $h_a$ )
- distanza della seconda piega (se prevista)  
dalla faccia esterna della greca ( $h_b$ )
- inclinazione della piega dell'espansione ( $\alpha_a$ )



Altezza totale del profilo	D = mm	139,25
Altezza anima interna	d <sub>c</sub> = mm	99,58
Larghezza totale del pannello	B <sub>t</sub> = mm	1050
Larghezza tra le estremità	B = mm	1000
Spessore di progetto faccia est.	t <sub>1</sub> = mm	0,47
Spessore di progetto faccia int.	t <sub>2</sub> = mm	0,37
Lunghezza spine di innesto	s = mm	25
N° irrigidimenti faccia esterna	n <sub>s</sub> =	4
N° irrigidimenti faccia interna	n <sub>i</sub> =	
Dist. 1° irrigidim. esterno-bordo	b <sub>p,1</sub> = mm	50,00
Dist. 1° irrigidim. interno-bordo	b <sub>p,i</sub> = mm	
Dist. 1° piega anima da faccia est.	h <sub>a</sub> = mm	13
Dist. II° piega anima da faccia est.	h <sub>b</sub> = mm	
Larghezza irrigidimento esterno	b <sub>rf</sub> = mm	60,91
Larghezza irrigidimento interno	b <sub>ri</sub> = mm	
Spessore spine di innesto	t <sub>s</sub> = mm	5,00
Altezza irrigidim. esterno trapezio	u <sub>tf</sub> = mm	39,25
Altezza irrigidim. interno trapezio	u <sub>ti</sub> = mm	
Inclinazione irrigidimento esterno	α <sub>sf</sub> = deg	55,00
Inclinazione irrigidimento interno	α <sub>si</sub> = deg	
Inclinazione piega dell'anima	α <sub>a</sub> = deg	65,00
Altezza irrigidimento esterno	d <sub>1</sub> = mm	39,25
Altezza irrigidimento interno	d <sub>2</sub> = mm	0,00
Eccentricità tra i baric. delle facce	e = mm	106,950
Distanza baric. est.-bordo irrigid.	d <sub>11</sub> = mm	30,850
Distanza baric. est.-asse faccia	d <sub>12</sub> = mm	8,400
Distanza baric. int.-bordo irrigid.	d <sub>22</sub> = mm	1,030
Distanza baric. int.-asse faccia	d <sub>21</sub> = mm	1,030
Area della sezione metallica	A = cm <sup>2</sup>	10,77
Posizione asse baricentrico	Z <sub>G</sub> = mm	66,6
Momento di inerzia faccia esterna	I <sub>ext</sub> = cm <sup>4</sup>	14,313
Momento di inerzia faccia interna	I <sub>int</sub> = cm <sup>4</sup>	0,162
Modulo di resist. faccia esterna	W <sub>el,c</sub> = cm <sup>3</sup>	4,640
Modulo di resist. faccia interna	W <sub>el,t</sub> = cm <sup>3</sup>	1,574
Area di taglio faccia esterna	A <sub>V,F1</sub> = cm <sup>2</sup>	1,80
Area di taglio faccia interna	A <sub>V,F2</sub> = cm <sup>2</sup>	0,00
<b>Peso del pannello / m<sup>2</sup></b>	<b>p = kg/m<sup>2</sup></b>	<b>12,45</b>

Le verifiche di resistenza e deformazione sono eseguite come per i pannelli “normali”. La versione “Industry” del programma consente di produrre in modo completamente automatico tabelle di portata anche per questo tipo di pannelli:

<b>Company</b> <b>tipo pannello</b> limite di freccia normale I / 200 limite di freccia scorrim. I / 100 limite carico max. kN/mq $p_{max} = 10$			isolante : schiuma poliuretanic rigidita densità = kg/mc 40 $f_{cc,10\%} = N/mm^2 0,22$			IN ACCORDO CON EN 14509 MATERIALE LAMIERE Esterna S280GD-EN10147 Interna S280GD-EN10147																					
			<p>carico uniforme di esercizio sulla faccia esterna</p>			- <b>gradiente termico</b> $\Delta T = ^\circ C 0$ - <b>spessore protezione</b> mm 0,01 - in rosso carico limitato da freccia																					
<b>s</b>	<b>h</b>	<b>peso</b>	sp. lamiera		<b>k</b>	larghezza efficace appoggio : 50 mm			pannello di copertura																		
mm	mm	kg/m <sup>2</sup>	t <sub>F1</sub>	t <sub>F2</sub>		m <sup>2</sup> K	W	I = m	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5
30	69,3	9,65	0,50	0,40	0,80		$p = daN/m^2$	215	175	150	115	90	70	60													
40	79,3	10,05			0,60			255	215	180	150	120	95	80	65	55											
50	89,3	10,45	lamiera esterna	lamiera interna	0,48			295	250	215	185	150	120	100	85	70	60	50									
60	99,3	10,85			0,40			340	290	250	215	180	150	125	105	90	75	65	55								
80	119,3	11,65			0,30			425	370	325	285	250	210	180	155	130	115	95	85	75	65	55	50				
100	139,3	12,45			0,24			510	450	400	355	315	275	235	205	175	155	135	120	105	90	80	70	65	55	50	
<b>s</b>	<b>h</b>	<b>peso</b>	sp. lamiera		<b>k</b>	larghezza efficace appoggio : _ mm																					
mm	mm	kg/m <sup>2</sup>	t <sub>F1</sub>	t <sub>F2</sub>		m <sup>2</sup> K	W	I = m	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5
30			0,50	0,40	0,80																						
40					0,60																						
50			lamiera esterna	lamiera interna	0,48																						
60					0,40																						
80					0,30																						
100					0,24																						
<b>s</b>	<b>h</b>	<b>peso</b>	sp. lamiera		<b>k</b>	larghezza efficace appoggio : _ mm																					
mm	mm	kg/m <sup>2</sup>	t <sub>F1</sub>	t <sub>F2</sub>		m <sup>2</sup> K	W	I = m	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5
30			0,50	0,40	0,80																						
40					0,60																						
50			lamiera esterna	lamiera interna	0,48																						
60					0,40																						
80					0,30																						
100					0,24																						