



**Influenza degli stabilizzanti
siliconici sugli aspetti estetici
superficiali di schiume PU rigide
impiegate nella produzione di
pannelli metallici coibentati**

Andrea Stefani

21.03.2013

1^a Conferenza Nazionale PU Espanso Rigido



EVONIK
INDUSTRIES

.....gli aspetti estetici sono collegati alla chimica ed alla morfologia dell'interfaccia tra la schiuma poliuretanica in fase di polimerizzazione e la superficie metallica del rivestimento.....

ASPETTI SUPERFICIALI
in questo lavoro è stata studiata
l'influenza del silicone nel
limitare la formazione dei difetti
superficiali

ESTETICA DELLE SCHIUME

- 1. Prove sperimentali e tests effettuati**
- 2. Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo**
- 3. Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo**
- 4. Pannelli sandwich PUR B3 prodotti in discontinuo (acido formico usato per supportare l'espansione)**
- 5. Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo**
- 6. Conclusioni**

Prove sperimentali e test



Silicone – proprietà caratteristiche

Prodotto	Viscosità	Cloud Point	Note
TEGOSTAB® B 8462	1000 mPa•s	54 °C	hydroxyl end-groups
TEGOSTAB® B 8485	700 mPa•s	53 °C	hydroxyl end-groups
TEGOSTAB® B 8490	450 mPa•s	80 °C	hydroxyl end-groups
TEGOSTAB® B 8496	350 mPa•s	non solubile	non-reattivo, MDI compatibile
TEGOSTAB® B 8498	350 mPa•s	non solubile	hydroxyl end-groups
TEGOSTAB® B 8549	550 mPa•s	54 °C	hydroxyl end-groups

Realizzazione dei pannelli di prova e metodologie di test

Metodologia di prova	Conti. PUR B3	Conti. PIR	Disco. PUR B3 FA	Disco. PUR B2
Pannelli realizzati a banco con rivestimento metallico superiore ed inferiore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Prova industriale	<input checked="" type="checkbox"/>			
Pannelli ottenuti in stampo "brett " con overpacking			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pannelli ottenuti in stampo "brett " (riempimento minimo)			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ulteriori test	Contaminazione		Stabilità (shelf life)	B2

ESTETICA DELLE SCHIUME

- 1. Prove sperimentali e test effettuati**
- 2. Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo**
- 3. Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo**
- 4. Pannelli sandwich PUR B3 prodotti in discontinuo (acido formico usato per supportare l'espansione)**
- 5. Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo**
- 6. Conclusioni**

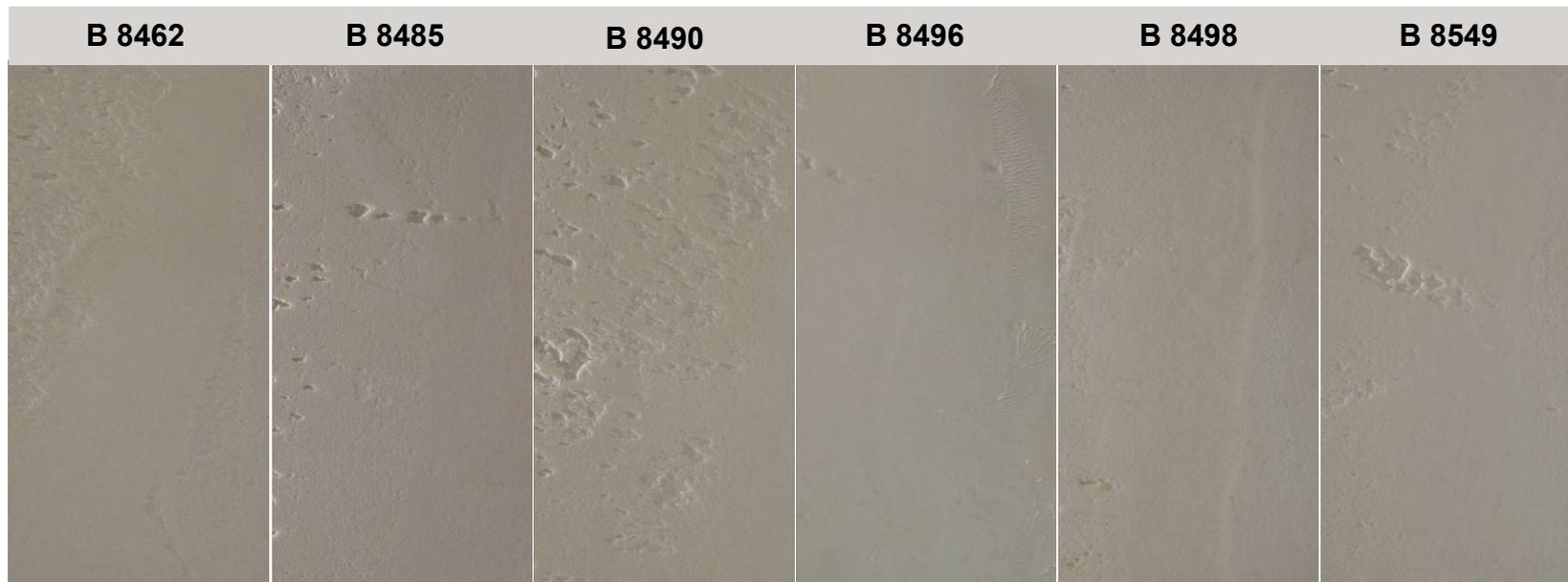
Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo



Formulazione

87.0 parti	Miscela poliolica (incl. acqua, FR)
2.5 parti	DMCHA
2.0 parti	Silicone
8.5 parti	n-pentano
130.0 parti	MDI (200 mPa•s)

Aspetto della superficie inferiore dopo rimozione del rivestimento metallico



Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo



Risultati

Silicone	Qualità della schiuma (aspetto visivo) (10=ottimo, 1=pessimo)			Densità [kg/m ³]	Resistenza a Compressione [kPa]		Lambda @ 23°C [mW/m*K]	
	top	fondo	cuore		paral.	perp.	iniziale	7d@70°C
B 8462	5	6	8	41.5	219	152	22.9	26.1
B 8485	5.5	7	8.5	41.2	221	143	23.1	26.5
B 8490	5	5	7.5	41.8	215	158	23.4	26.6
B 8496	6	9.5	8.5	41.1	212	146	23.0	26.1
B 8498	5.5	9	9	41.6	209	149	22.9	26.2
B 8549	5	7	7	40.9	207	138	22.8	26.3

- TEGOSTAB B 8496 e B 8498 risultano offrire il miglior compromesso tra aspetto superficiale e proprietà fisico-meccaniche.

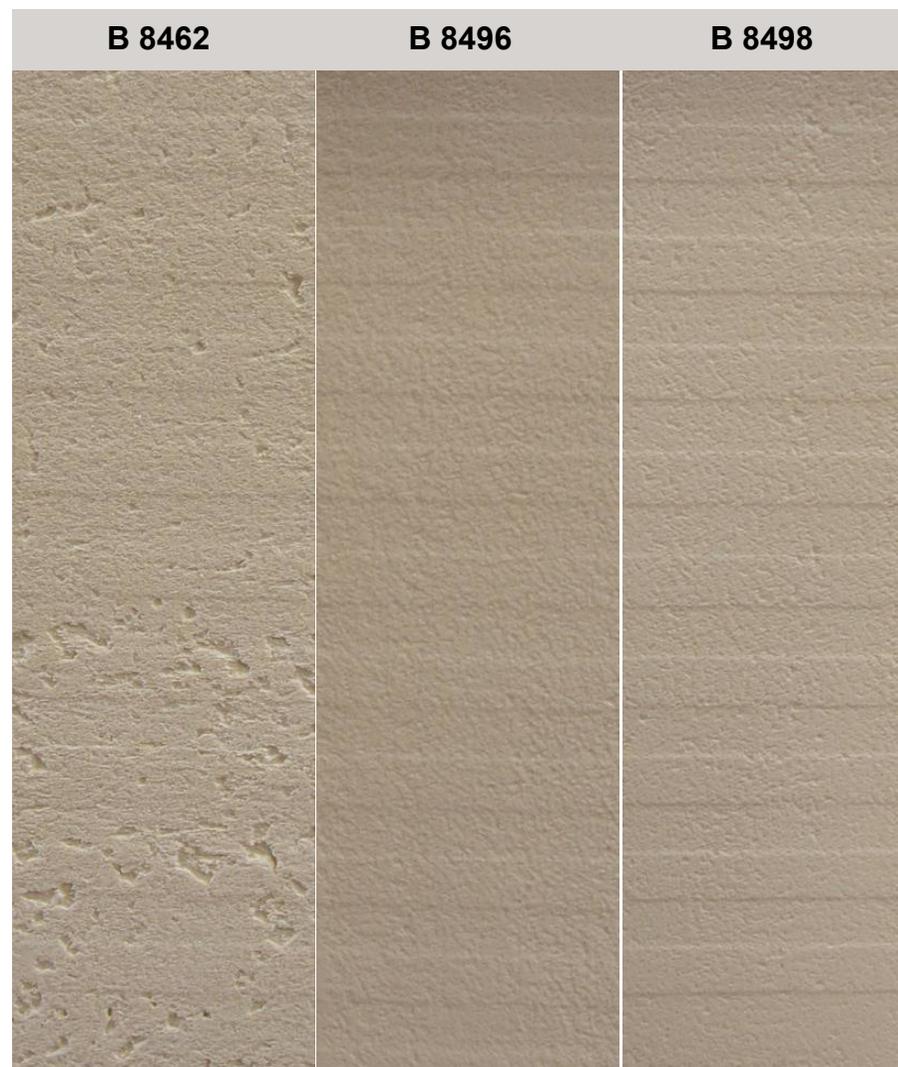
Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo



Al fine di verificare la validità dei risultati osservati in laboratorio, i candidati che hanno offerto il miglior comportamento sperimentale sono stati valutati **in macchina continua su scala industriale**:

Il risultato di macchina conferma quanto osservato in laboratorio!

Aspetto della superficie inferiore in seguito alla rimozione del rivestimento metallico



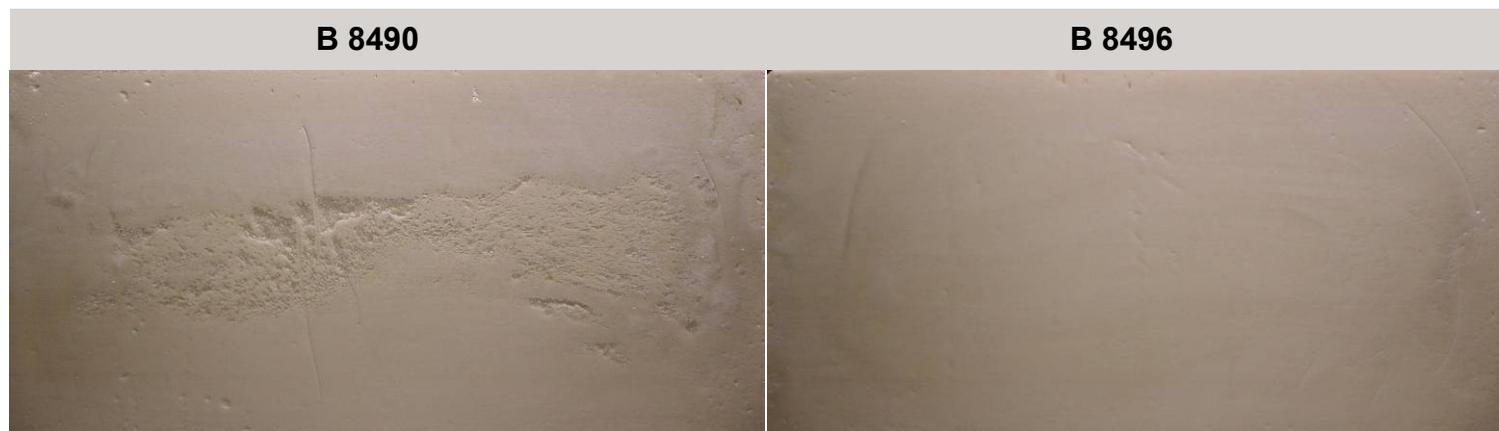
Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo



Al fine di identificare eventuali **contaminazioni** presenti sulla superficie di contatto tra il rivestimento metallico e la schiuma, e come queste possano in qualche modo contribuire alla formazione di difetti superficiali, la lamiera è stata “lavata” con l’uso di solventi chimici. Eventuali contaminanti estratti sono stati analizzati con metodi analitici.

Oltre alle resine impiegate come primer per le lamiere sono stati identificati, come elementi critici, **oli paraffinici e derivati ureici idrossimetilati** - questi composti sono comunemente impiegati come **disareanti** nei processi di applicazione dei coating alle lamiere.

Colando le schiume poliuretaniche in stampo su superfici trattate con questi elementi contaminanti si possono simulare sulle schiume i difetti propri di queste interazioni!



ESTETICA DELLE SCHIUME

1. Prove sperimentali e test effettuati
2. Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo
3. **Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo**
4. Pannelli sandwich PUR B3 prodotti in discontinuo (acido formico usato per supportare l'espansione)
5. Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo
6. Conclusioni

Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo



Formulatione

88.0 parti	Miscela poliolica (incl. catalizzatori, acqua, FR)
2.0 parts	Silicone
10.0 parts	n-pentano
152.0 parts	MDI (200 mPa•s)

**Aspetto superficiale inferiore
dopo la rimozione del
rivestimento metallico**



Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo



Risultati

Silicone	Qualità della schiuma (aspetto visivo) (10=ottimo, 1=pessimo)			Densità [kg/m ³]			Resistenza a Compressione [kPa]		Lambda @ 23°C [mW/m•K]
	top	fondo	cuore	totale	cuore	delta	paral.	perp.	
B 8462	5	7	7	50.7	46.3	4.4	239	201	23.8
B 8485	4.5	8.5	7.5	51.0	47.0	4.0	244	223	23.6
B 8490	4.5	4	6.5	51.1	46.0	5.1	255	177	24.0
B 8496	5	9.5	7.5	50.6	45.1	5.5	255	216	24.0
B 8498	5.5	9	7	51.3	46.6	4.7	243	222	23.9
B 8549	6	10	7.5	51.1	45.4	5.7	237	200	23.7

- TEGOSTAB B 8549 risulta offrire il miglior compromesso tra aspetto superficiale e proprietà fisico-meccaniche.
- E' evidente la differenza di comportamento quando si confronta il risultato ottenuto in precedenza con le schiume PUR!

ESTETICA DELLE SCHIUME

- 1. Prove sperimentali e test effettuati**
- 2. Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo**
- 3. Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo**
- 4. Pannelli sandwich PUR B3 prodotti in discontinuo (acido formico usato per supportare l'espansione)**
- 5. Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo**
- 6. Conclusioni**

Pannelli sandwich PUR prodotti in discontinuo



Formulatione

64.0 parti	Miscela poliolica
1.0 parti	Acido formico
2.0 parti	Silicone
7.0 parti	ciclo/iso-pentano (70:30)
119.0 parti	MDI (200 mPa•s)

B 8490 B 8498 B 8462 B 8485 B 8496 B 8549



Superficie inferiore dello
stampo "brett"

Pannelli sandwich PUR prodotti in discontinuo



Resulti ottenuti in condizione di sovrariempimento

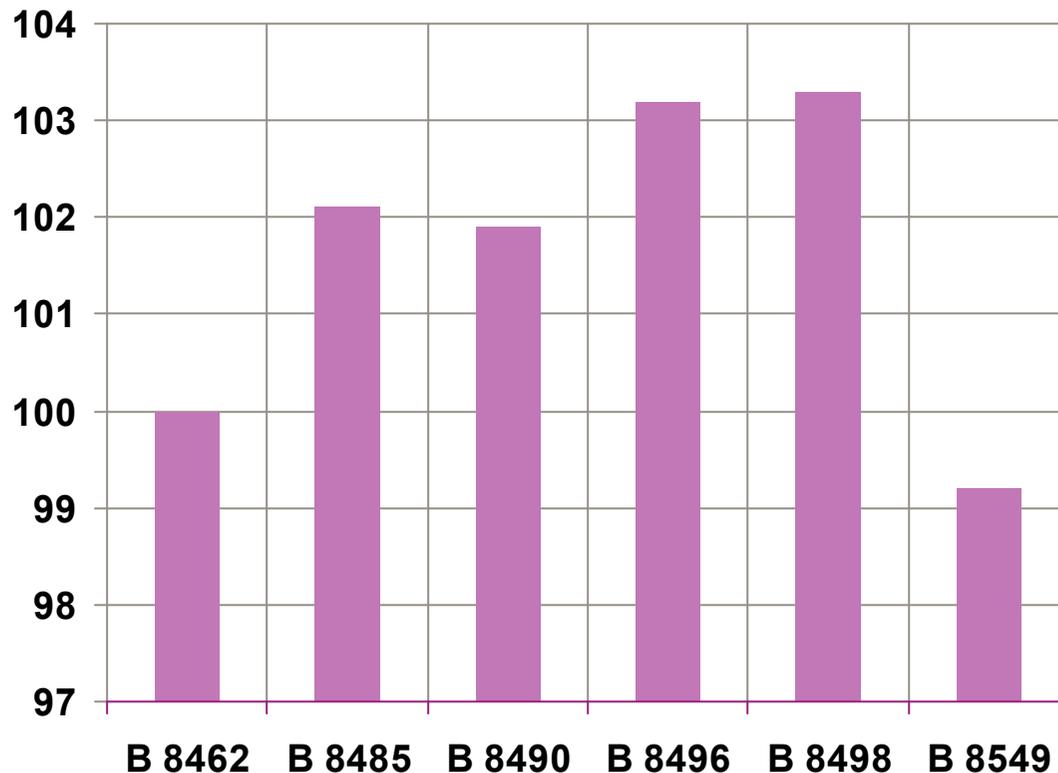
Silicone	Qualità della schiuma (10=ottimo, 1=pessimo)			Lambda @ 23°C [mW/m•K]	
	top	fondo	cuore	iniziale	invecchiato 7 d @ 70°C
B 8462	6.5	4.5	6.5	22.7	25.2
B 8485	7.5	5	6.5	22.6	25.0
B 8490	7	4	6	22.5	25.0
B 8496	7.5	5	7	22.8	25.8
B 8498	7.5	4.5	6.5	22.6	25.1
B 8549	5.5	3.5	5.5	22.9	25.4

- Le differenze che riguardano gli aspetti superficiali sono meno evidenti se comparate a quelle delle precedenti applicazioni.
- TEGOSTAB B 8485, B 8496 e B 8498 mostrano un buon comportamento superficiale ma B 8496 sembra performare peggio dal punto di vista della conduttività termica.

Pannelli sandwich PUR prodotti in discontinuo



Valutazione della scorrevolezza relativa in condizione di minimo riempimento



- TEGOSTAB B 8496 e B 8498 risultano essere i migliori dal punto di vista della scorrevolezza seguiti da B 8485 e B 8490.
- Combinando quanto ottenuto con i risultati in condizione di sovrariempimento, i prodotti B 8498 e B 8485 offrono i risultati più promettenti.

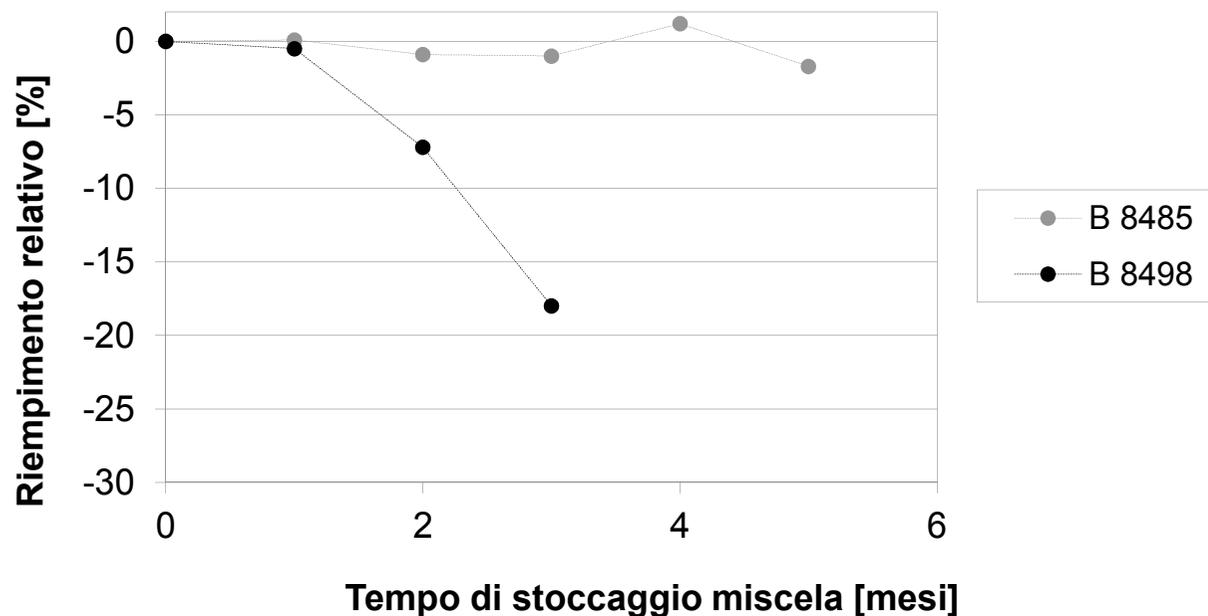
Pannelli sandwich PUR prodotti in discontinuo



Infine abbiamo valutato la stabilità della miscela poliolica (contenente acido formico) per evidenziare differenze di comportamento tra B 8485 e B 8498.

La miscela è stata conservata a temperatura ambiente e le caratteristiche finali della schiuma sono state valutate mensilmente colando la miscela reattiva in stampo “brett” in condizioni di riempimento minimo.

Volume di riempimento minimo relativo alla miscela appena preparata



- TEGOSTAB B 8498 comincia a perdere le sue capacità stabilizzanti dopo 2 mesi.
- TEGOSTAB B 8485 continua ad essere stabile e, di conseguenza, il più indicato all'impiego in questa applicazione.

ESTETICA DELLE SCHIUME

1. Prove sperimentali e test effettuati
2. Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo
3. Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo
4. Pannelli sandwich PUR B3 prodotti in discontinuo (acido formico usato per supportare l'espansione)
5. **Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo**
6. Conclusioni

Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo



Formulazione

64.0 parti	miscela poliolica
30.0 parti	T CPP
4.0 parti	acqua
2.0 parti	Silicone
150.0 parti	MDI (200 mPa•s)

B 8485 B 8498 B 8462 B 8549 B 8496 B 8490 comp.

Superficie inferiore dello
stampo "brett"



Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo



Risultati ottenuti in condizione di sovrariempimento

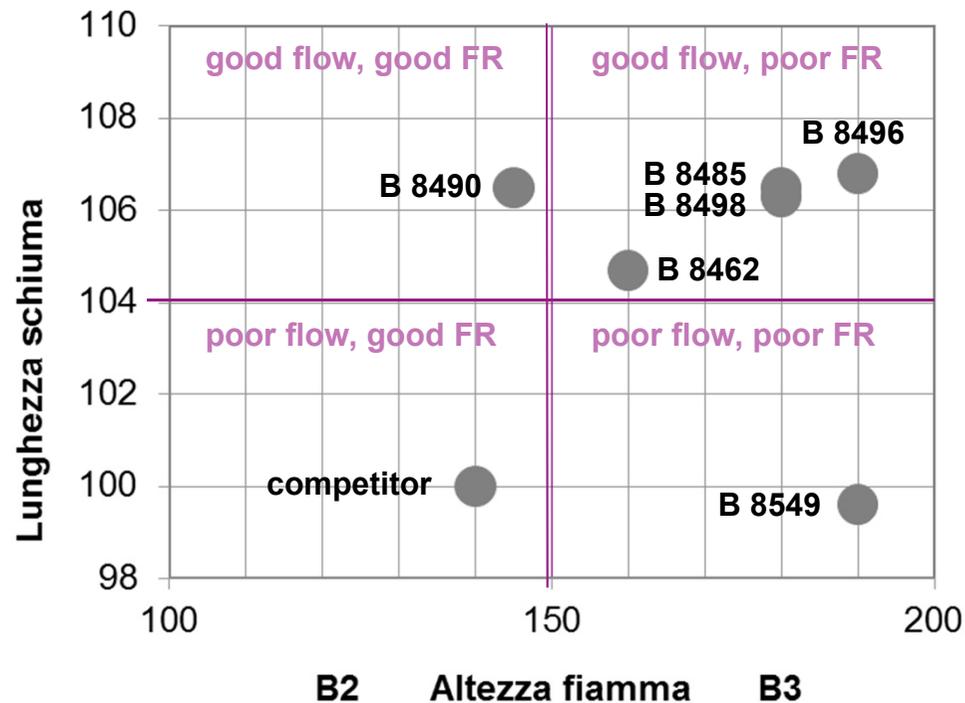
Silicone	Qualità della schiuma (10=ottimo, 1=pessimo)			DIN 4102 altezza fiamma [mm]	Lambda @ 23°C [mW/m•K]
	top	fondo	cuore		
Prodotto concorrenza	7	6	8	140	24.9
B 8462	8	7	8	160	24.4
B 8485	8	7.5	8	180	24.4
B 8490	7.5	7	7.5	145	24.6
B 8496	8	7.5	8	190	24.2
B 8598	8.5	8	8.5	180	24.2
B 8549	7	6.5	8	190	24.7

- La scelta del silicone ha un notevole impatto nei risultati del test di piccola fiamma. Soltanto TEGOSTAB B 8490 ed il prodotto concorrente permettono di ottenere i requisiti minimi previsti dalla classificazione B2.
- TEGOSTAB B 8490 tuttavia risulta avere la migliore conduttività termica ed un eccellente comportamento estetico superficiale.

Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo



Scorrevolezza relativa (stampo “brett” condizione di riempimento minimo) in funzione dell’altezza fiamma misurata con metodo DIN 4102



- TEGOSTAB B 8490 offre in questa formulazione il miglior compromesso tra scorrevolezza e comportamento al fuoco con test di piccola fiamma!

ESTETICA DELLE SCHIUME

- 1. Prove sperimentali e test effettuati**
- 2. Pannelli sandwich PUR prodotti in continuo**
- 3. Pannelli sandwich PIR prodotti in continuo**
- 4. Pannelli sandwich PUR B3 prodotti in discontinuo (acido formico usato per supportare l'espansione)**
- 5. Pannelli sandwich PUR B2 prodotti in discontinuo**
- 6. Conclusioni**

Conclusione



- Nella produzione in **continuo** di pannelli con **rivestimenti metallici e schiume PUR B3, TEGOSTAB B 8496** offre il risultato migliore – grazie soprattutto al comportamento estetico superficiale riscontrato sui pannelli prodotti.
 - Nella produzione in **continuo** di pannelli con **rivestimenti metallici e schiume PIR B2, TEGOSTAB B 8549** offre il risultato migliore e pertanto deve essere considerato candidato ideale in questa applicazione.
 - Per pannelli **PUR B3** prodotti in **discontinuo**, **TEGOSTAB B 8485** è in grado di combinare delle ottime caratteristiche di scorrevolezza con una eccellente finitura superficiale della schiuma. Inoltre questo silicone mostra evidenti vantaggi per quanto concerne la stabilità della miscela in presenza di acido formico.
 - Per pannelli **PUR B2** prodotti in **discontinuo**, **TEGOSTAB B 8490** offre il miglior compromesso tra comportamento alla fiamma e stabilizzazione/scorrevolezza.
-  **...ma soprattutto NON ESISTE UN SILICONE UNIVERSALMENTE VALIDO IN OGNI APPLICAZIONE! La stabilizzazione deve essere valutata accuratamente in funzione delle necessità applicative anche, nel caso limite, per ogni singola formulazione.**



EVONIK
INDUSTRIES