

Relazione per la prova finale

**«Caratterizzazione di schiume poliuretatiche
a base di polioli fenol-alcossilati e test di
post produzione su manufatti a base delle
stesse»**

Tutor universitario: Prof.ssa Alessandra Lorenzetti

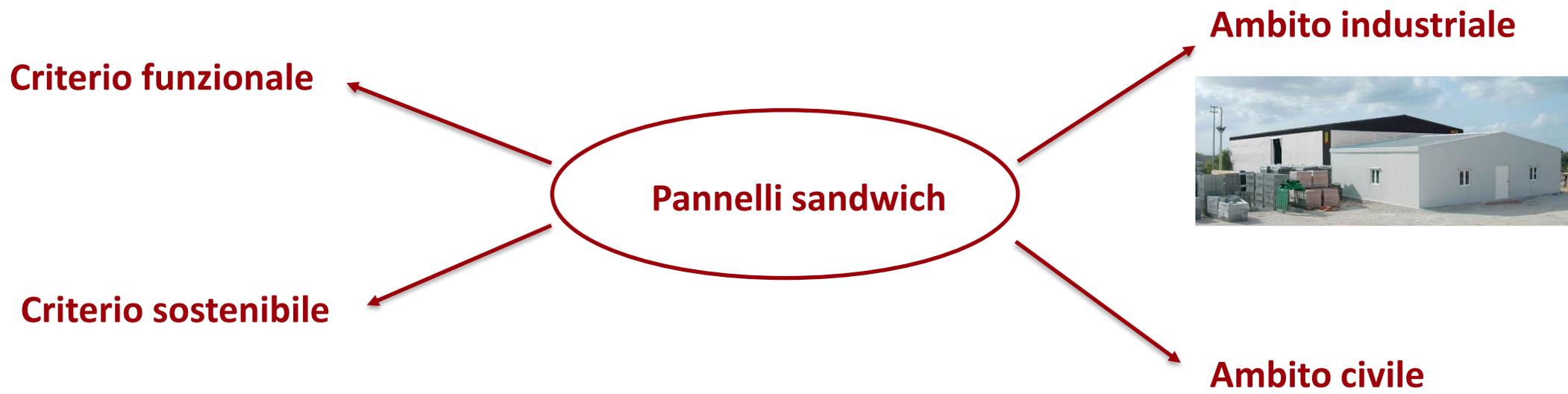
Laureando: *Davide Rubinaccio*

Tutor aziendale: Dott.ssa Solidea Zanetti

Matricola: 1222436

Dott. Ivan Bombaci

Anno accademico: 2021/2022



Isopan S.p.A. è un'azienda che fa parte di **Manni Group**, è tra i principali protagonisti mondiali sui principali mercati internazionali nella produzione di pannelli metallici isolanti per pareti e coperture destinati alle costruzioni commerciali e civili, industriali.

Il **poliuretano espanso rigido** è un polimero termoindurente reticolato che viene prodotto aggiungendo un agente espandente e altri additivi nella miscela di reagenti.

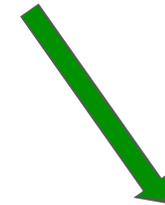


Tipologie di schiume:

- PUR
- **PIR**
- PUR/PIR



Potere isolante e prestazioni al fuoco migliori



Largamente diffuso nel settore dell'edilizia e della refrigerazione grazie alle sue caratteristiche

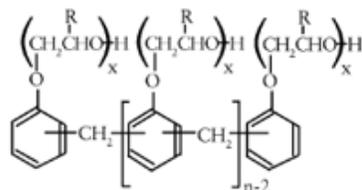


Sono state analizzate le proprietà chimico-fisiche della schiuma ottenuta da polioli fenol-alcossilati, confrontandole con quelle di schiume realizzate con polioli di normale utilizzo commerciale.

Polioli: composti che contengono un elevato numero di gruppi idrossilici reattivi in una molecola.

- Polieteri
- Poliesteri

Fenol-alcossilati



Concentrazione di gruppi -OH è misurata attraverso nOH

Isocianato: composti chimici caratterizzati dalla presenza di due o più gruppi isocianici -N=C=O per molecola.

Rapporto di gruppi funzionali NCO dell'isocianato e la quantità totale di gruppi OH è definito *NCO index*

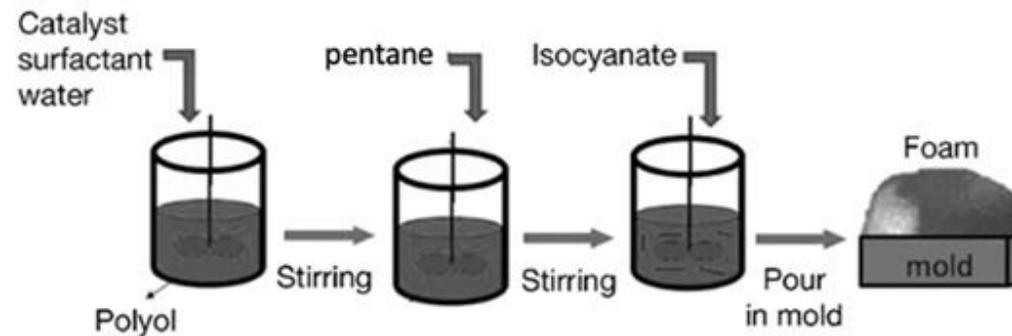
- MDI
- TDI



Da soli rappresentano circa il 95% degli isocianati utilizzati.

Additivi

- Espandenti
- Catalizzatori
- Ritardanti di fiamma
- Tensioattivi

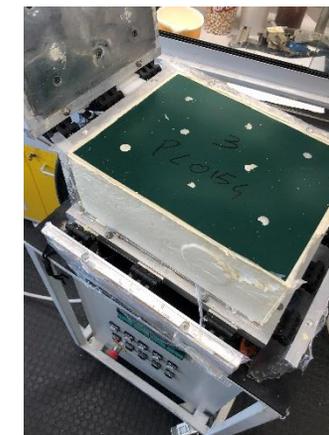


ESPANSI LIBERI



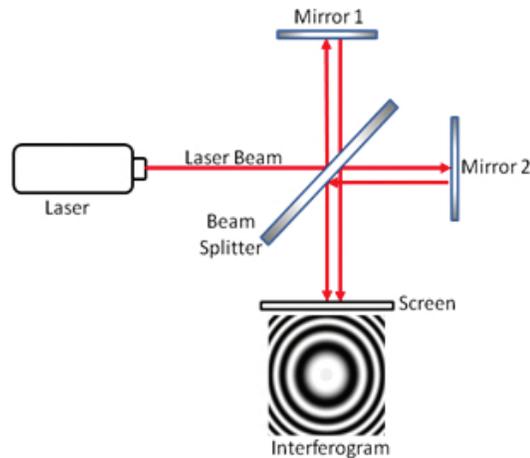
La quantità di poliolo utilizzata è espressa come 100, gli altri ingredienti sono espressi in parti su poliolo, ovvero percentuale ponderale.

PANNELLI



FOAM	nOH	POL	TA	RF	CAT 1	CAT2	H ₂ O	ESP	ISO
X, Y, Z	240	100	2	15	0,6	0,6	1,5	11,5	128
W	450	100	2	15	0,6	0,6	1,5	17	205

Con questa tecnica, irradiando il campione con una radiazione infrarossa in grado di apportare delle variazioni nelle distanze, *stretching*, e angoli di legame, *bending*, nelle molecole poliatomiche a frequenze caratteristiche, è possibile risalire all'entità dei legami presenti nel materiale analizzato.



- Sorgente
- Interferometro
- Campione
- Rivelatore
- **Computer**

Applica la trasformata di Fourier, fornendo in output lo spettro caratteristico.



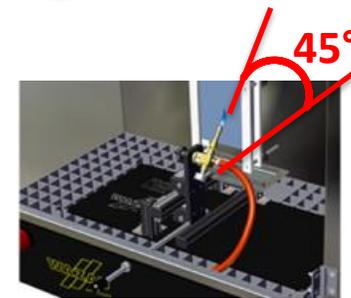
➤ Spettrofotometro FT-IR

MISURE DI VISCOSITÀ E PROFILO CINETICO



- Viscosimetro rotazionale
- Sensore cinetico

PROVE DI REAZIONE AL FUOCO



- Cappa per reazione al fuoco
- Norma ISO 11925-2

PROVE DI CONDUCEBILITÀ TERMICA



- Misuratore di flusso di calore
- Norma UNI EN 13165

PROVE MECCANICHE STATICHE

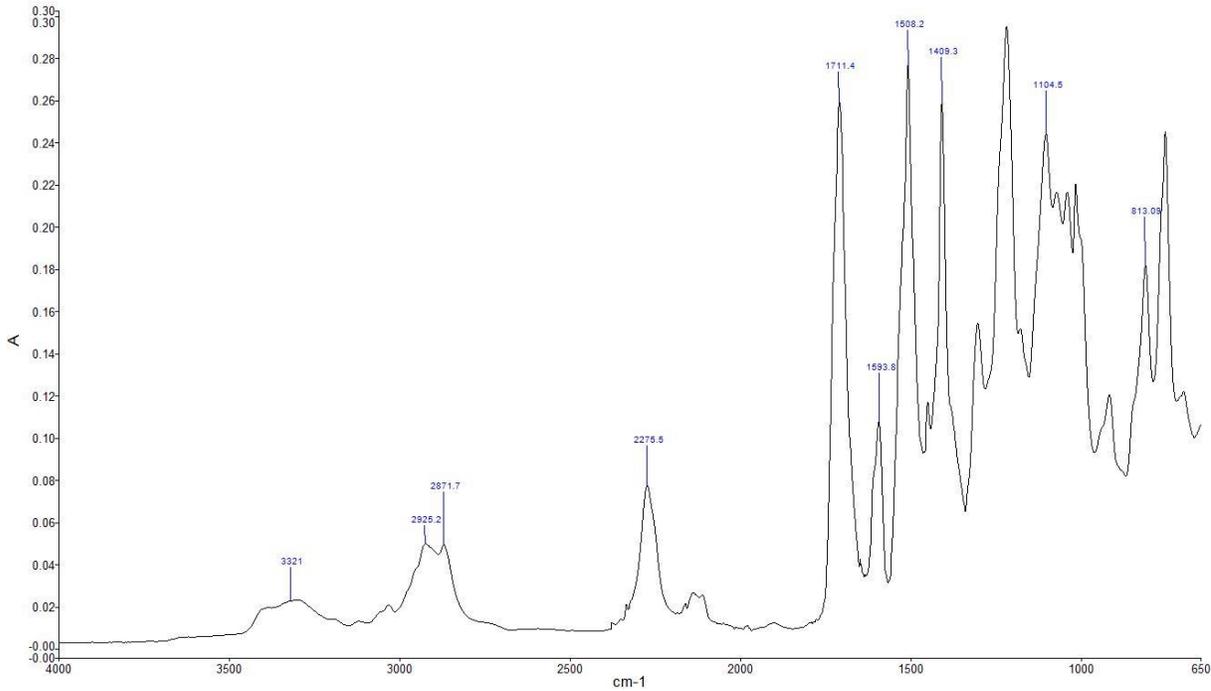


Trazione

- Dinamometro a colonna
- Norma UNI EN 14509



Compressione



Numero d'onda	Struttura chimica	Interpretazione	Vibrazione
3400-3200	O-H	Banda legami ossidrilici (poliolo + acqua)	Stretching
2925	C-H	Picco legami CH ₂ alifatici nel backbone del polimero	Stretching
2275	N=C=O	Picco isocianato non reagito	Stretching
1711	C=O	Picco gruppo carbonile presente nel poliuretano	Stretching
1594	C=C	Picco legami carbonio-carbonio aromatici	Stretching
1508	C=C	Picco legami carbonio-carbonio aromatici	Bending
1410	PIR	Picco isocianurato formatosi	Stretching
1104	C-O	Picco legami carbonio-ossigeno uretanici	Stretching asimmetrico
813	Si-O	Picco del tensioattivo	Stretching

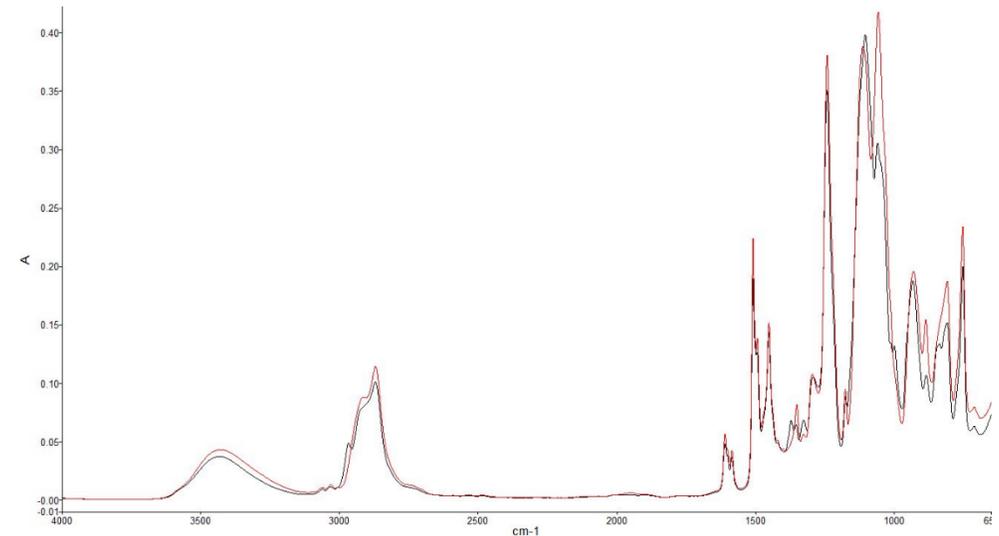
Spettro IR di una schiuma a base di un poliolo fenol-alcossilato (foam X)

Spettro IR di due polioli fenol-alcossilati

LEGENDA

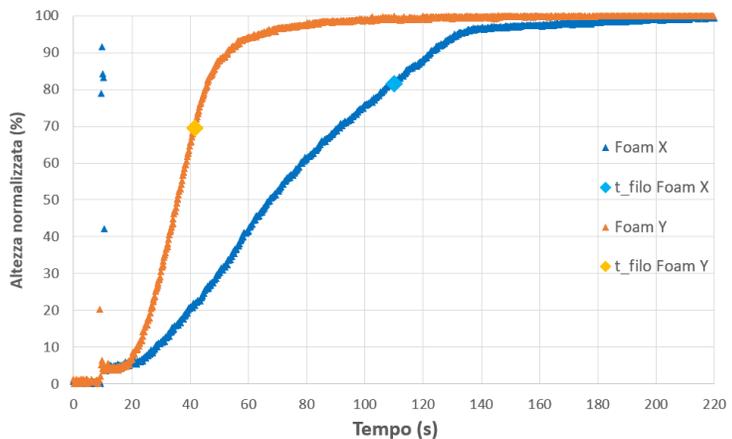
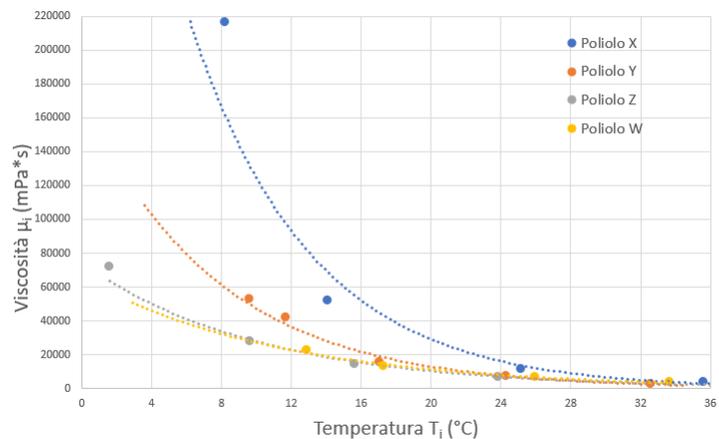
NERO: poliolo X

ROSSO: poliolo Y

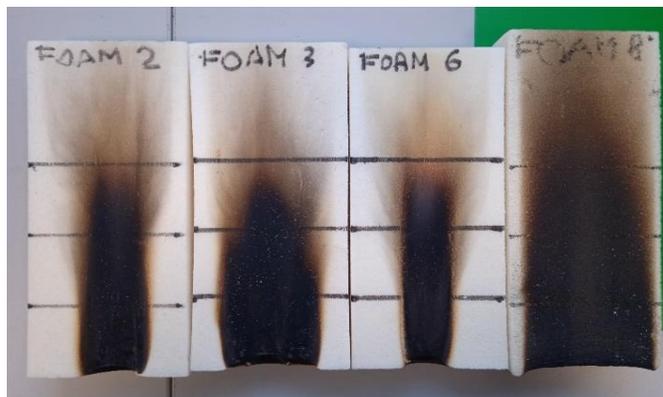
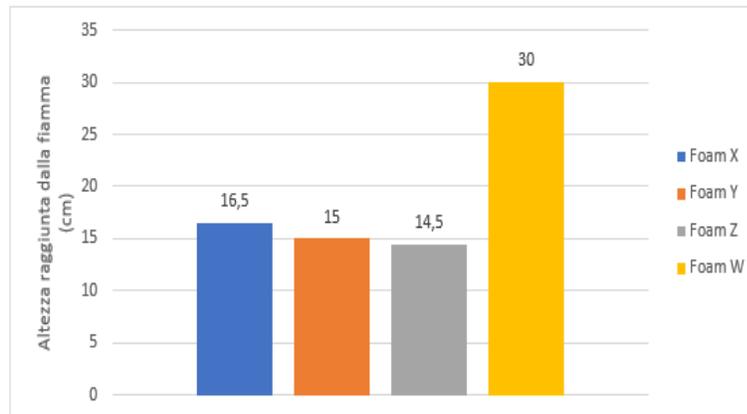


VISCOSITÀ E PROFILO CINETICO

Confronto viscosità



CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO

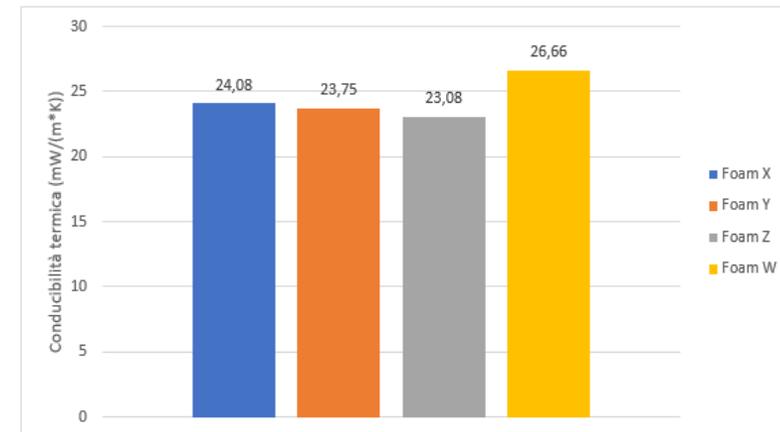


F F NO-F F

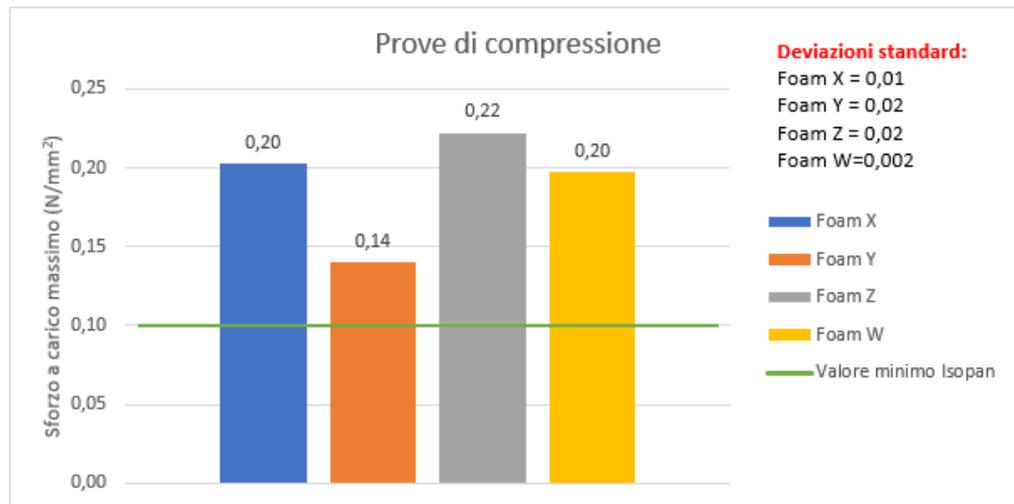
LEGENDA

FOAM 2: foam X **FOAM 6:** foam Z
FOAM 3: foam Y **FOAM 8:** foam W

CONDUCIBILITÀ TERMICA

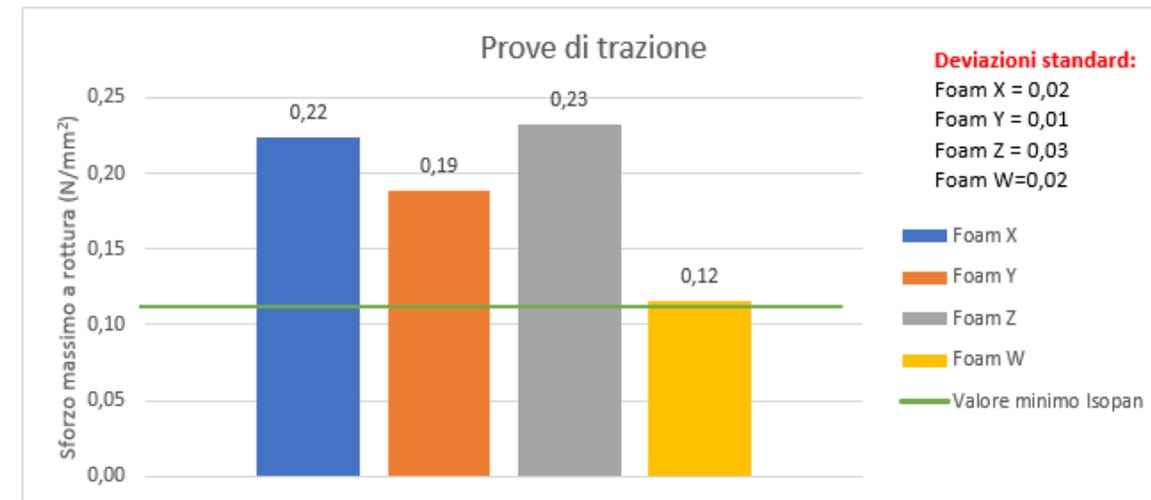


PROVE DI COMPRESSIONE

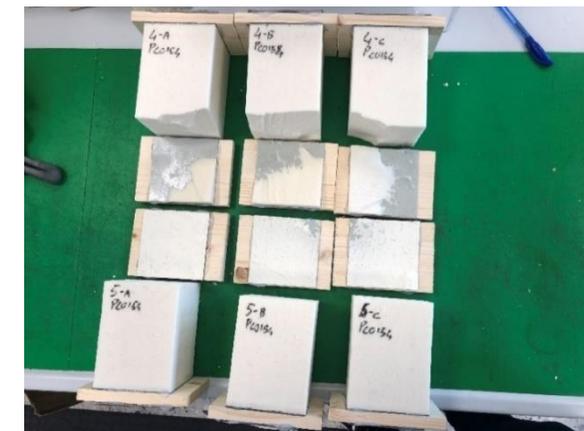


Tutti i provini hanno superato gli standard aziendali minimi di qualità.

PROVE DI TRAZIONE



Tipologia di rottura dei provini durante le prove di trazione



È stato possibile trarre le seguenti conclusioni relative all'uso dei polioli fenol-alcossilati:

- sono utilizzabili per la formazione di schiume poliuretatiche;
- hanno evidenziato una viscosità elevata rispetto agli altri polioli;
- la presenza dell'anello aromatico li ha resi confrontabili con polioli poliesteri nei test di reazione al fuoco;
- le prove meccaniche non hanno mostrato particolari criticità;
- dalla prova di conducibilità termica è emerso che si può ottenere una struttura a celle di dimensioni sufficientemente piccole da ottenere un buon isolamento termico;
- Come si nota dal confronto dei profili cinetici, l'enorme differenza di cinetica riscontrata fra polioli aventi -OH primari e secondari è un aspetto non trascurabile nella fase di formulazione.

Grazie per l'attenzione!

Vorrei ringraziare...

...l'azienda Isopan che mi ha permesso di affrontare questa esperienza;
...i miei tutor aziendali Solidea Zanetti e Ivan Bombaci, e la professoressa Alessandra Lorenzetti, che mi hanno sempre guidato giorno dopo giorno in questo percorso;
...la mia famiglia che mi ha sempre supportato dandomi piena fiducia.

