

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

***Relazione per la prova finale
«Polimeri termoplastici da scarti
industriali (PP-ABS): Stampaggio e
Caratterizzazione»***

Tutor universitario:

Prof. Alessandra Lorenzetti

Laureando:

Mattia Duso

Padova, 13/11/2024

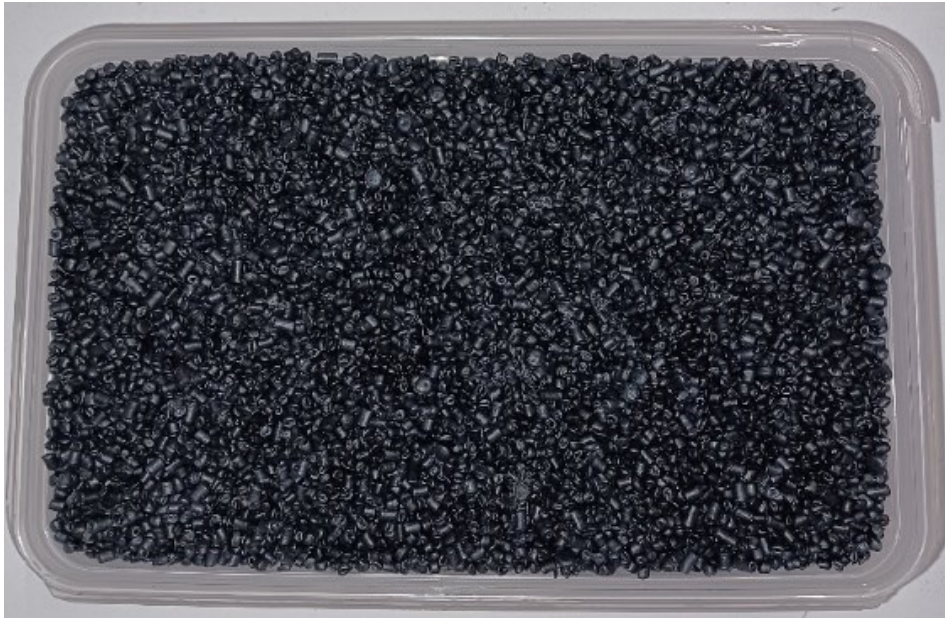
La PrimaPlastics S.r.l. è un'azienda italiana, con sede a Isola Vicentina:

- Fondata nel 2012 dall' Ing. Filippo dall'Amico.
- Specializzata nel recupero di rifiuti plastici di origine industriale.
- Propone risposta alternativa allo smaltimento finale di scarti industriali.



Stampare e caratterizzare provini di lotti provenienti da scarti industriali, formati da polimeri termoplastici (PP e ABS):

- In forma di granulo:



- In forma di macinato:

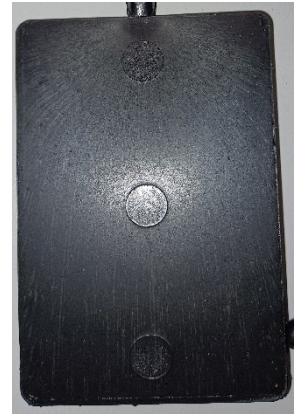


Nel caso del macinato è necessaria una fase di omogenizzazione.

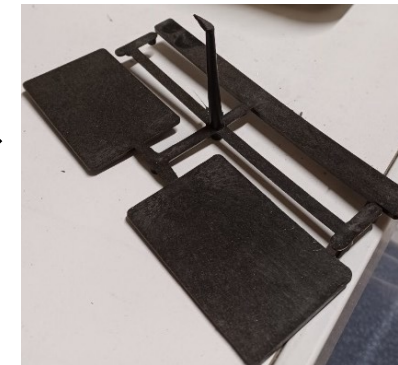
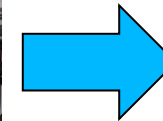
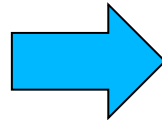
L'attività di laboratorio si suddivide in:

- Asciugatura campioni in stufa (da 30 a 90 min) a 100°C.

PP - PS	± 30 MINUTI
ABS - ABS/PC - PC/ABS - PMMA	± 90 MINUTI
PC - PU	± 120 MINUTI
PA 6 - PA 6.6	± 180 MINUTI



- Stampa provini tramite pressa ad iniezione.



- Analisi provini.

Stampa ad iniezione

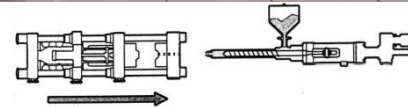
- La stampa ha inizio selezionando la temperatura e accendendo il sistema idraulico.
- pulizia preliminare (PP neutro) con stampo aperto e vite arretrata.
- Carico tramoggia con almeno 0.5 kg di materiale (in modo da ottenere 4-5 provini).
- Pulizia finale.
- Se fosse necessario stampare provini da polimeri diversi: stampa in temperatura crescente e pulizia intermedia.



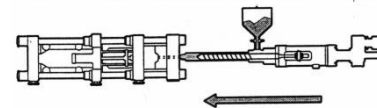
150°	PELD
170° - 190°	PA 12
190°	PP - PS (PST)
190° - 200°	PU
220°	PEHD
225° - 230°	ABS - ASA
230° - 240°	PA 6 - PMMA
240°	ABS/PC
260°	PC/ABS - PA 6.6
280° - 290°	PC

FASI DEL CICLO

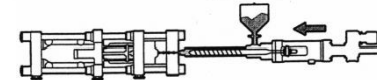
CHIUSURA DELLO STAMPO:



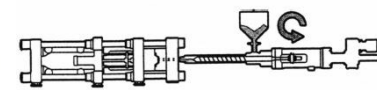
AVANTI LA SLITTA DELL'INIEZIONE:



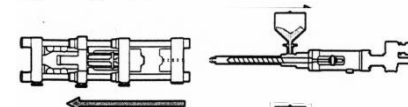
INIEZIONE:



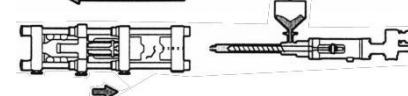
ROTAZIONE DELLA VITE DI PLASTIFICAZIONE:



APERTURA DELLO STAMPO:



ESTRAZIONE DEI PEZZI STAMPATI:



Il provino stampato necessita di essere suddiviso nelle varie parti utilizzate nell'analisi:

- **Piastrine:** tenute come confronto rapido
- **Asta:** usata per determinare il grado IZOD
- «**Carota**»: usata per determinare l'MFI

Le parti rimanenti verranno usate nell'analisi del residuo fisso.



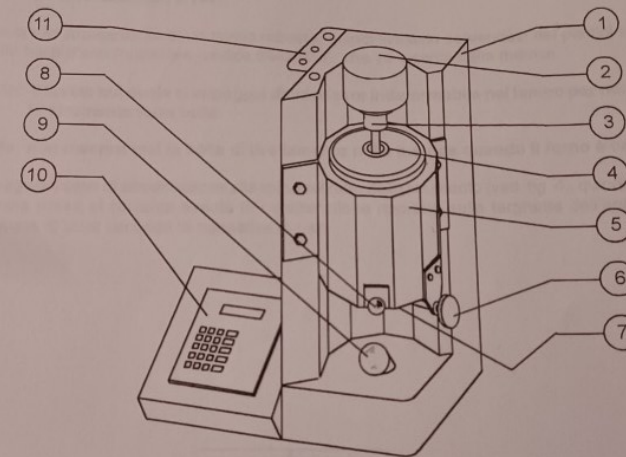
MFI

Il Melt Flow Index indica la fluidità del materiale

- Viene determinato misurando la massa di polimero fuso sceso in un determinato tempo, attraverso un ugello (ISO 1133).
- Ogni polimero viene sottoposto ad un determinato peso:

ABS – ASA	220°	10 KG
ABS/PC	260°	5 KG
PC	300°	1.2 KG
PC/ABS	260°	5 KG
PE	190°	2.16 KG
PMMA	230°	10 KG – 3.8 KG (iso ?)
POM	190°	2.16 KG
PP	230°	2.16 KG
PS	200°	5 KG

- Vengono caricati circa 5-6 grammi di «Carote» nella camera calda dello strumento.
- Il risultato viene espresso in g/10min.



MELT FLOW Junior
Componenti
Fig. 3

Elenco componenti di Fig.3

- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Torre |
| 2 | Peso |
| 3 | Pistone |
| 4 | Matrice |
| 5 | Forno |
| 6 | Dispositivo di taglio manuale |
| 7 | Ugello |
| 8 | Sistema di rilascio dell'ugello |
| 9 | Specchio |
| 10 | Tastiera e display |
| 11 | Staffa porta utensili |

Grado IZOD

Rappresenta la resistenza ad impatto di un campione

- L'asta ricavata dal provino necessita di un'incisione (ISO 180) e lo strumento di una fase di calibrazione.
- Il pendolo esercita un'energia massima di 2,75 J ad una velocità di 3,46 m/s .
- Porta-provini e mazza per prova IZOD:



- Il risultato è espresso come $[kJ/m^2]$.



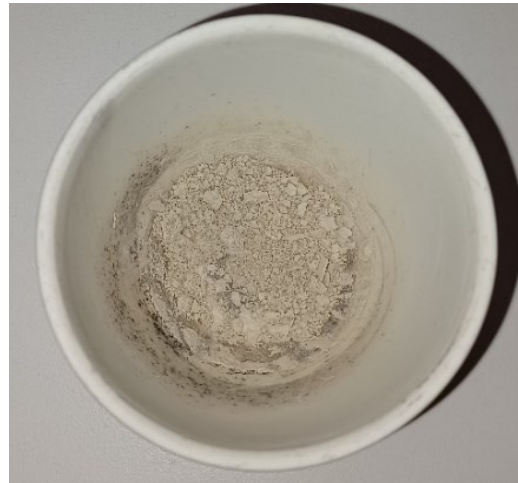
Polymer	Impact energy (kJ/m ²)
Polystyrene	1.3–2.1
High-impact PS (polystyrene + polybutadiene)	3–42
ABS poly(acrylonitril- <i>co</i> -butadiene- <i>co</i> -styrene)	5–53
Rigid PVC	2–16
PMMA	2.1–2.6
Nylon	5.3–16
PMO	10–16
Low density PE	> 84
High density PE	2.6–105
PP	2.6–11
Polycarbonate (bisphenol A)	63–95
Epoxy resin	1–26

Analisi residuo fisso

Per identificare l'additivo si elimina la matrice polimerica del campione ponendo in muffola a 600°C un crogiolo, contenente circa 2 grammi di campione, per almeno 1 ora.

- Analisi quantitativa

Sfrutta la differenza di peso in seguito alla combustione della matrice polimerica

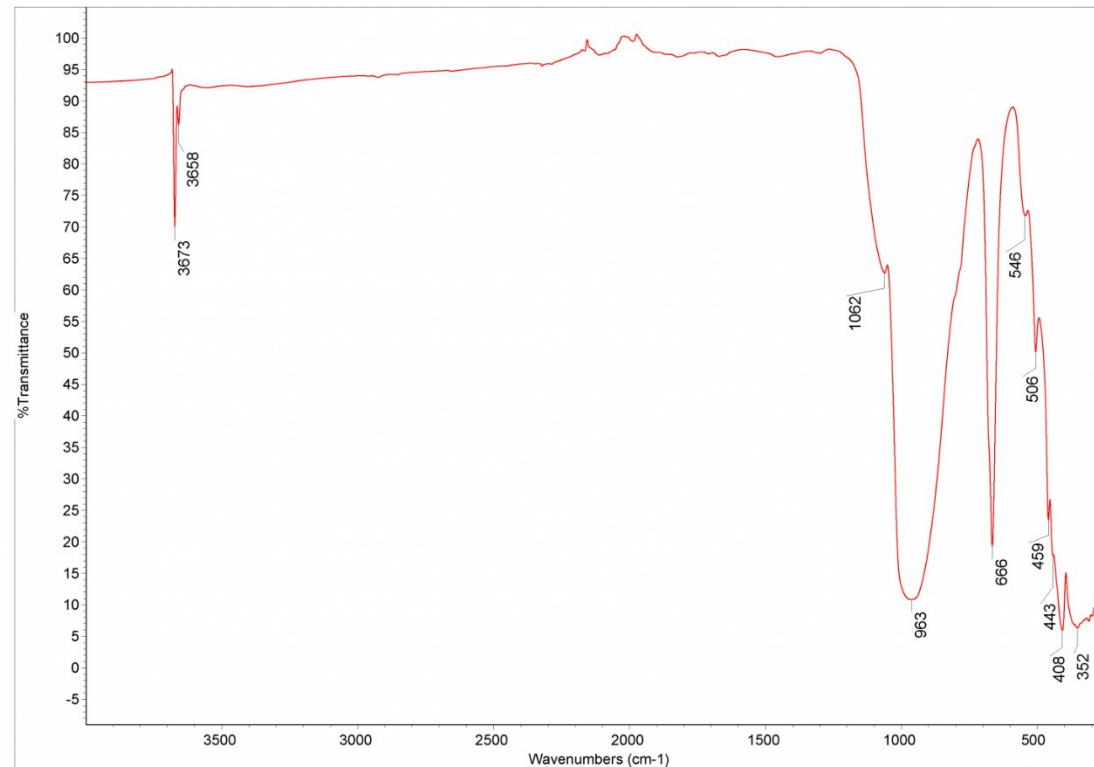


- Analisi qualitativa (identificazione additivi)

Effettuata tramite spettroscopia ATR FT-IR, con lente a singola riflessione, delle polveri rimaste dopo l'eliminazione della matrice.



Es. spettro in trasmissione del talco:



POLIPROPILENE:

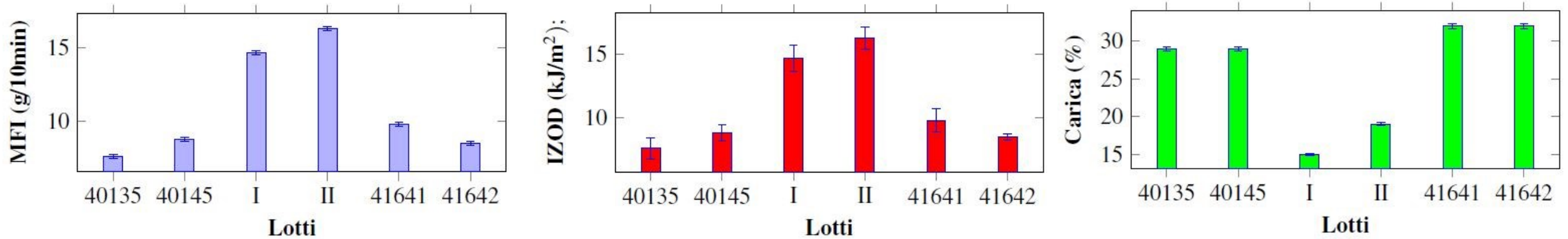


Tabella 3.1: Risultati analisi PP

Lotto	MFI [g/10min]	σ [g/10min]	IZOD [kJ/m ²]	σ [kJ/m ²]	Carica	ϵ [%]
40135	7,60	0,14	5,15	0,56	29%, Talco	1
40145	8,80	0,14	3,53	0,24	29%, Talco	1
I	14,70	0,14	4,54	0,33	15%, Talco	1
II	16,30	0,14	4,00	0,22	19%, Talco	1
41641	9,80	0,14	5,40	0,49	32%, Talco	1
41642	8,50	0,14	5,10	0,17	32%, Talco	1

ABS:

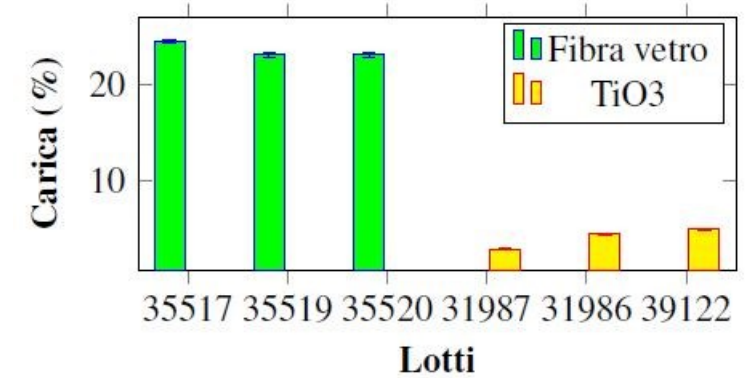
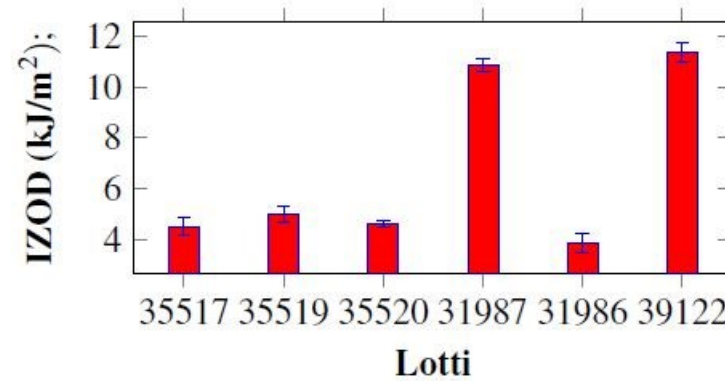
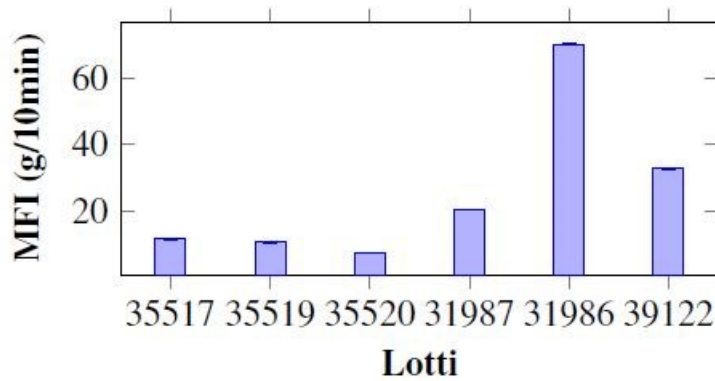
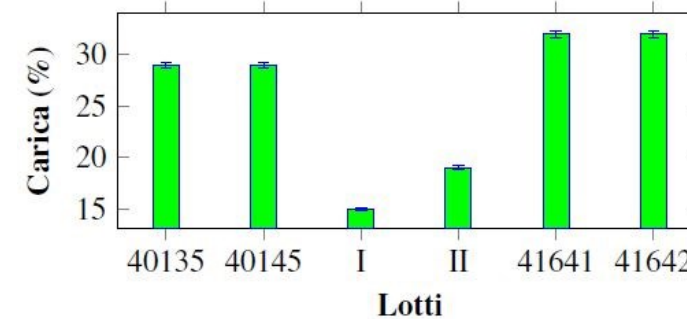
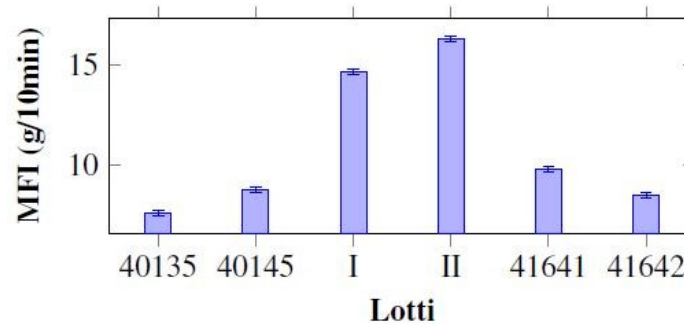


Tabella 3.2: Risultati analisi ABS

Lotto	MFI [g/10min]	σ [g/10min]	IZOD [kJ/m ²]	σ [kJ/m ²]	Carica	ϵ [%]
35517	11,90	0,14	4,50	0,35	24%, Fibra vetro	1
35519	11,00	0,14	4,98	0,31	23%, Fibra vetro	1
35520	7,70	0,14	4,60	0,12	23%, Fibra Vetro	1
31987	20,70	0,14	10,9	0,26	3%, TiO ₂	1
31986	70,00	0,14	3,840	0,42	4,5%, TiO ₂	1
39122	32,90	0,14	11,40	0,38	5%, TiO ₂	1

I risultati dell'analisi sono stati influenzati da:

- **Quantità di additivo:** Per il PP andamento inversamente proporzionale tra contenuto di talco e MFI.



- **Formato dei campioni:** Maggior dispersione media nei lotti di ABS contenenti TiO₂, costituiti da campioni triturati usati direttamente per la stampa dei provini.

σ [kJ/m ²]	Carica
0,35	24%, Fibra vetro
0,31	23%, Fibra vetro
0,12	23%, Fibra Vetro
0,26	3%, TiO ₂
0,42	4,5%, TiO ₂
0,38	5%, TiO ₂

- **Dall'origine dei lotti:** Maggior dispersione dei valori IZOD nei lotti 40135 e 41641 di PP, riconducibile all'origine mista dei lotti e/o non sufficiente processo di omogenizzazione.

Lotto	MFI [g/10min]	σ [g/10min]	IZOD [kJ/m ²]	σ [kJ/m ²]	Carica	ϵ [%]
40135	7,60	0,14	5,15	0,56	29%, Talco	1
41641	9,80	0,14	5,40	0,49	32%, Talco	1

- **Dall'invecchiamento del campione:** l'alto MFI e il basso grado IZOD del lotto 31986 portano a pensare ad un degrado tale del campione da impattarne negativamente le proprietà.

Lotto	MFI [g/10min]	σ [g/10min]	IZOD [kJ/m ²]	σ [kJ/m ²]	Carica	ϵ [%]
31986	70,00	0,14	3,840	0,42	4,5%, TiO2	1

Grazie per l'attenzione!