



Nevicolor Webinar

Melt Flow Index: trarre il meglio da questa misura

©2020 Nevicolor S.p.A. TUTTI I DIRITTI RISERVATI. Questo documento è stato ideato e preparato da Nevicolor S.p.A. per il cliente destinatario ; nessuna parte di esso può essere in alcun modo riprodotta per terze parti o da queste utilizzata, senza l'autorizzazione scritta di Nevicolor S.p.A. .Il suo utilizzo non può essere disgiunto dalla presentazione e/o dai commenti che l'hanno accompagnato.

www.nevicolor.it

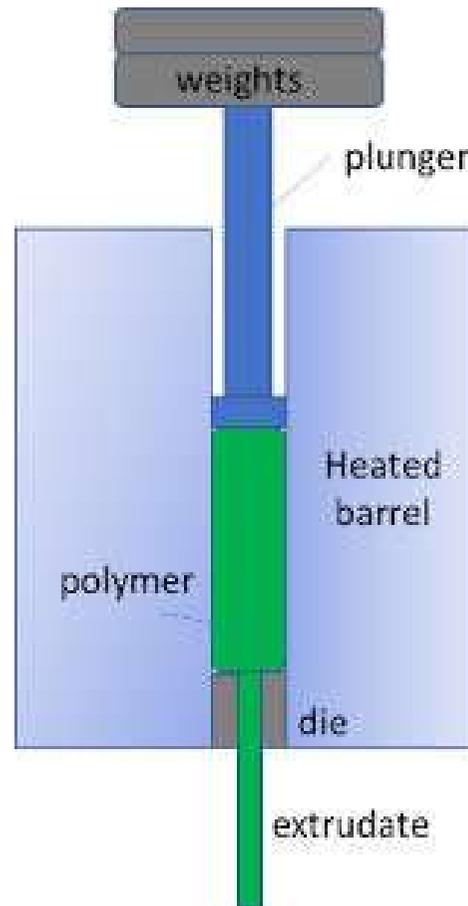
Giuseppe Crippa

Application Development Consultant



Cos'è il Melt Flow Index (MFI)

Il **Melt Flow Index (MFI)** o **Melt Index** o più correttamente **Melt Flow Rate (MFR)** o anche **Melt Volume Rate (MVR)** è una misura di fluidità di un polimero molto utile da diversi punti di vista.



Facendo fluire un polimero a temperatura determinata attraverso un foro di dimensioni prefissate grazie all'azione di un peso ben preciso e pesando la quantità fluita in un preciso intervallo di tempo **ricaviamo** una indicazione della viscosità del materiale in esame ma **soprattutto un'indicazione del suo peso molecolare medio MW.**

(MW – Molecular Weigth).

La norma che lo disciplina

La procedura e l'attrezzatura necessarie per determinare il MFI sono descritte dalla norma **ISO 1133** (in **USA** dalla norma **ASTM D 1238**).

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
1133-1

Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics —



Designation: D1238 – 13

Standard Test Method for
Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion
Plastometer¹

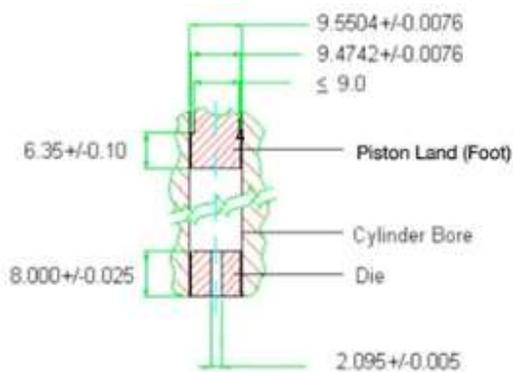


Figure #2 - Dimensions of the cylinder bore, piston foot & standard die

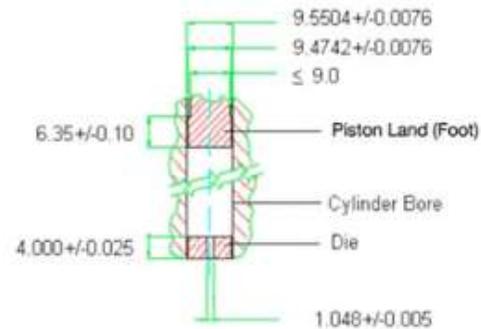


Figure #2 a - Dimensions of the cylinder bore, piston foot & "half" die

Le dimensioni dei componenti critici dell'apparato – **soggette a tolleranze molto precise** – sono una garanzia per l'accuratezza e la ripetibilità delle misure. Lunghezza e diametro del foro capillare previsti da entrambe le norme sono i medesimi:

Le condizioni di prova

Table A.1 — Test conditions for MFR and MVR determinations

Test temperature, T , °C
100
125
150
190
200
220
230
235
240
250
260
265
275
280
300
Nominal load (combined), M_{nom} , kg
0,325
1,20
2,16
3,80
5,00
10,00
21,60

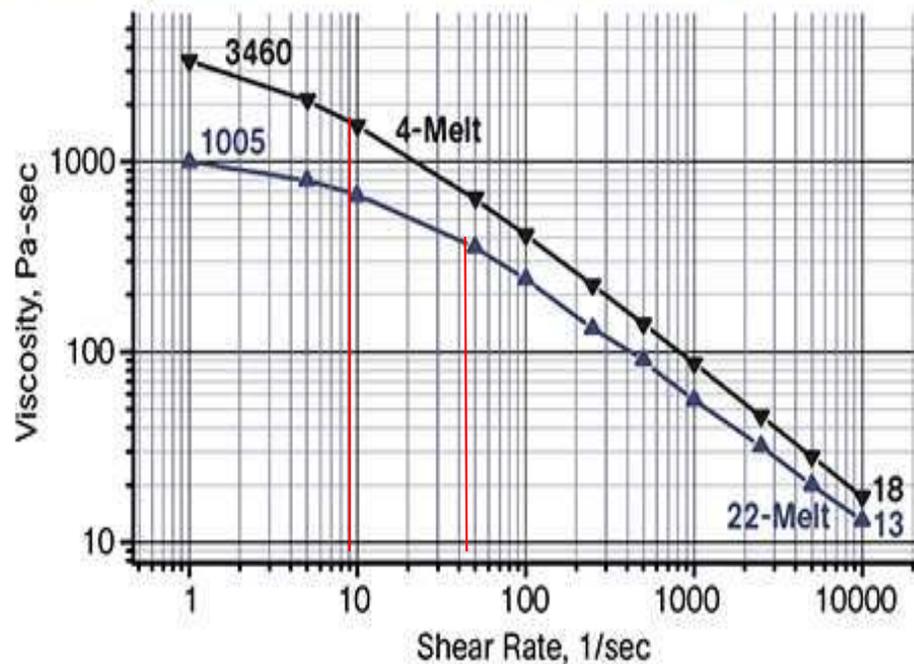
Numerose norme precisano le condizioni di prova dei diversi materiali e in particolare le temperature (che vanno da 100°C a 300°C) e i pesi (che vanno da 325 grammi a 21 chilogrammi) da adottare. Per comparare misure eseguite da laboratori o in tempi diversi occorre sempre fare attenzione a quale peso si è utilizzato e a quale temperatura di è operato.

Il valore del MFR viene infine espresso in grammi per 10 minuti di durata della prova, quello di MVR è espresso in cm³ per 10 minuti.

Cosa in realtà non misura....

Il MFI non è una misura scientifica della viscosità. Materiali che esibiscono MFI molto diversi spesso hanno viscosità più simili di quanto di possa supporre.

Viscosity vs. Shear Rate for 4-Melt and 22-Melt PP



MFI = 4 g/10 min → Shear rate = 9 1/s

MFI = 22 g/10 min → Shear rate = 44 1/s

Non solo questi gradienti di scorrimento sono diversi, ma soprattutto non rappresentano i gradienti di scorrimenti tipici dello stampaggio a iniezione.

... e cosa effettivamente misura

La misura che viene effettivamente eseguita è una misura di portata (Melt Flow Rate) a condizioni predeterminate di temperatura e di sforzo di taglio.

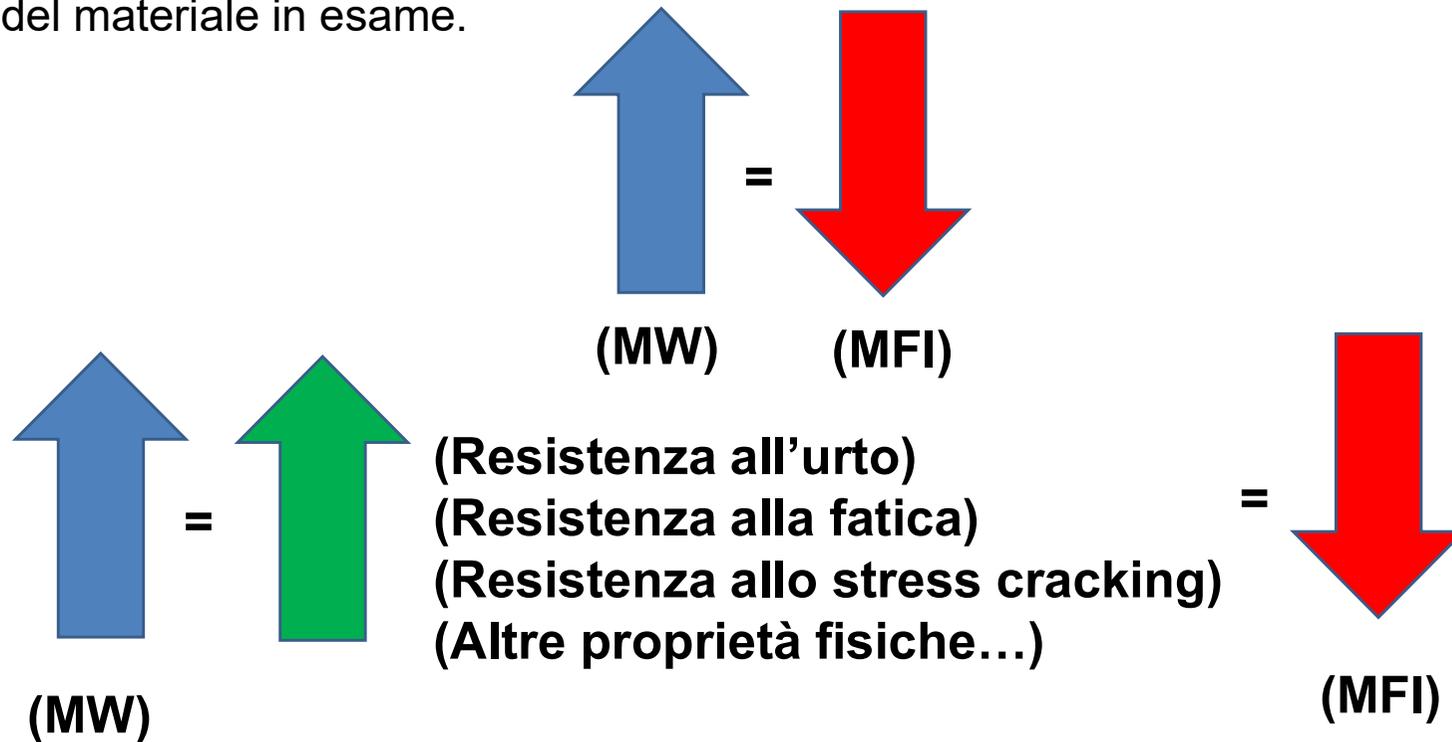
Possiamo anche dire che questa è una misura del gradiente di scorrimento legato a un determinato sforzo di taglio.



Materiali che a fronte dello stesso sforzo di taglio esibiscono una portata – e quindi un gradiente di scorrimento – maggiore sono in quella specifica condizione più fluidi (o in altre parole meno viscosi) ma questo non basta per definirli tali in assoluto, dato che la viscosità di una materia plastica a una data temperatura varia pesantemente col variare del gradiente di scorrimento.

Cosa effettivamente misura il MFI

Il MFI dà un'indicazione imprecisa della viscosità di un polimero fuso ma una indicazione corretta della entità del suo **peso molecolare medio** (MW) e il peso molecolare medio è direttamente collegato alle prestazioni del materiale in esame.



Cosa effettivamente misura il MFI

PA6.6 GF30

MFI - 275°C 2,16 kg (g/10 min)	Flexural modulus E (MPa)	Charpy impact notched 23°C (kJ/m ²)	HDT 0,45 MPa (°C)
6,9	13100	7	250
41	11600	6,3	237

PP

MFI - 230°C 2,16 kg (g/10 min)	Flexural modulus E (MPa)	Charpy impact notched 23°C (kJ/m ²)	HDT 0,45 MPa (°C)
0,8	1350	7,5	100
2	1400	5	95
6	1500	3,5	90
25	1600	3	85

POM

MFI - 190°C 2,16 kg (g/10 min)	Flexural modulus E (MPa)	Charpy impact notched 23°C (kJ/m ²)	HDT 0,45 MPa (°C)
9	2900	7	156
16	2900	6,5	156
27	2900	6	156
52	2900	5	156

Relazioni
tra MFI e
caratteristiche
fisico
meccaniche

PC

MFI - 300°C 1,2 kg (g/10 min)	Flexural modulus E (MPa)	Charpy impact notched 23°C (kJ/m ²)	HDT 0,45 MPa (°C)
7,5	2400	84	145
10	2400	76	143
15	2400	67	139
22	2400	60	138

PBT

MVI - 250°C 2,16 kg (cm ³ /10 min)	Flexural modulus E (MPa)	Charpy impact notched 23°C (kJ/m ²)	HDT 0,45 MPa (°C)
8	2550	5	154
14	2340	10	155
27	2000	5	155
33	1420	30	139

Cosa effettivamente misura il MFI

- Valori molto diversi di MFI possono indurre gli stampatori a scelte inappropriate perché indotti a pensare questi valori siano rappresentativi della fluidità dei materiali.
- **Se un pezzo stampato non si dimostra meccanicamente adeguato, una delle opzioni potrebbe essere quella di scegliere un materiale a più alto peso molecolare.**
- Ciò comporta un MFI inferiore, ma questa scelta potrebbe incontrare qualche resistenza perché si temono difficoltà di stampaggio che in realtà poi non si manifestano.

<u>Melt Flow Index (g/10 MIN.)</u>	<u>Notched Izod Impact (ft-lb/in)</u>
3	18
7	17
10	15
17	14
25	12
32	12
60	11
80	5

Il MFR (o il MVR) dei materiali in entrata è uno dei pochi dati che compare normalmente in un certificato di conformità, insieme ai valori minimo e massimo di specifica.

- Il MFR (o il MVR) presente sul Certificato di Conformità è la fotografia di un momento della produzione che può durare ore e a volte giorni interi.
- Un controllo sistematico e la messa in relazione del MFR (o MVR) consente la sua messa in relazione con la qualità della produzione.

IZOD IMPACT NOTCH 23°C, 3.2MM	ftb/in	1,8	1,0		ASTM D258
GLASS CONTENT	%	29,9	28,0	32,0	ASTM D5630
MVR 250°C @2.16KG	CC/10'	4,3	3,0	8,0	ISO 1133
SPECIFIC GRAVITY		1,600	1,560	1,600	ASTM D792

MFI nel controllo dopo lo stampaggio

I Produttori di materiale, basandosi su misure di viscosità effettuate con reometri capillari, dichiarano, se richiesti, **la massima percentuale di riduzione di viscosità** ritenuta accettabile dopo uno stampaggio che non abbia depresso le caratteristiche del materiale utilizzato.

Occorre però fare attenzione: dato che il MFI è di fatto l'inverso della viscosità, una riduzione di viscosità per esempio del 30% equivarrà ad un aumento accettabile del MFI di più del 40%

Infatti la proporzionalità **inversa** è una relazione in cui due grandezze assumono valori il cui prodotto è costante, quindi ad esempio: $100 \cdot 10 = 70 \cdot x \rightarrow x = 14,2857$

Viscosità: da 100 a 70 (-30%) → MFI: da 10 a 14,3 (+43%)

MFI nel controllo dopo lo stampaggio

Una riduzione di viscosità del 10% equivale quindi a un aumento del MFI dell'10%

(infatti: $100 \cdot 10 = 90 \cdot x \rightarrow x = 100 \cdot 10 / 90 \rightarrow x = 11,1 \rightarrow 11,1 / 10 \rightarrow +11\%$)

Una riduzione di viscosità del 20% equivale quindi a un aumento del MFI del 25%

(infatti: $100 \cdot 10 = 80 \cdot x \rightarrow x = 100 \cdot 10 / 80 \rightarrow x = 12,5 \rightarrow 12,5 / 10 \rightarrow +25\%$)

Una riduzione di viscosità del 30% equivale quindi a un aumento del MFI del 40%

(Infatti: $100 \cdot 10 = 70 \cdot x \rightarrow x = 100 \cdot 10 / 70 \rightarrow x = 14,3 \rightarrow 14,2 / 10 \rightarrow +43\%$)

Una riduzione di viscosità del 40% equivale quindi a un aumento del MFI del 65%

(Infatti: $100 \cdot 10 = 60 \cdot x \rightarrow x = 100 \cdot 10 / 60 \rightarrow x = 16,6 \rightarrow 16,6 / 10 \rightarrow +66\%$)

Il Melt Flow Index è fondamentale un indice della «bontà di un polimero».

La sua misura consente di tenere contemporaneamente sotto controllo:

- **«la bontà» dei materiali acquistati.**
- **«la bontà» dei manufatti stampati.**

E non soltanto.... ma ne parleremo in futuro.

Mille grazie per la Vostra attenzione!

I prodotti di Nevicolor

Ixef[®] PARA

Ryton[®] PPS

Amodel[®] PPA

Omnix[®] HPPA

Ketaspire[®] PEEK

Avaspire[®] PAEK

Solef[®] PVDF

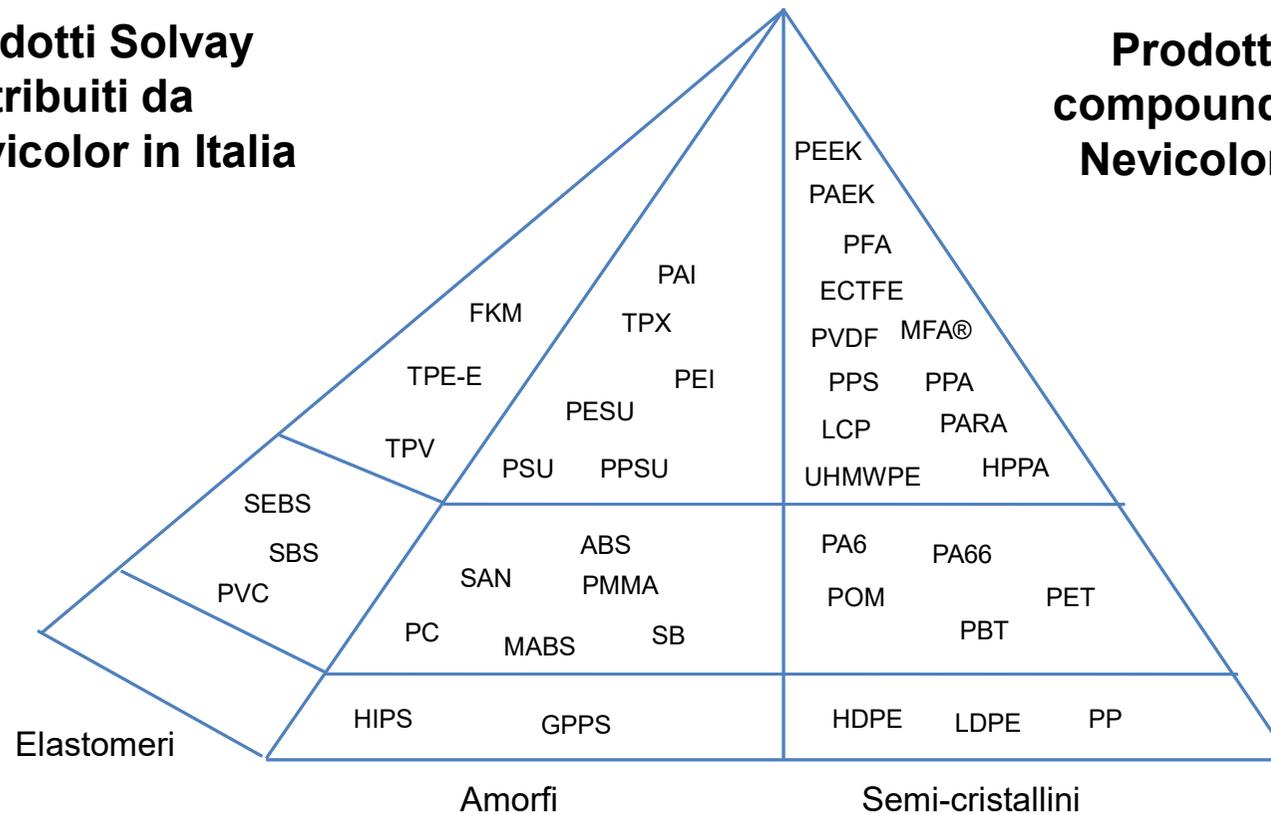
Halar[®] ECTFE

Hyflon[®] PFA/MFA[®]

Tecnoflon[®] FKM

**Prodotti Solvay
distribuiti da
Nevicolor in Italia**

**Prodotti
compound
Nevicolor**



Nevifood[®] FDA-EU

Nevimed[®] 10993-5

Nevieco[®] 10667

Nevies[®] ABS

Neviester[®] PBT

Nevi-Flow

Nevi-Detect

Nevi-Light

Nevi-Powder



Via Maso, 27 - 42045 Luzzara (RE)



0522 976421



info@nevicolor.it



Nevicolor