

COMPOUND SERIE G



GUARNIFLON[®]

Prodotti Semilavorati in PTFE

1 GUIDA ALLA SCELTA DEL COMPOUND “G” PIÙ IDONEO

1.1 GUIDA ALLA SCELTA DEL COMPOUND “G” PIÙ IDONEO

GUARNIFLON, oltre al PTFE vergine G400, dispone di una vasta gamma di compound.

Tra questi compound, prodotti partendo da polimero selezionato e cariche speciali ad elevato grado di purezza, è possibile trovare la risposta ad ogni esigenza applicativa.

Per agevolare gli utilizzatori nella scelta del tipo di materiale più idoneo, abbiamo riassunto nelle tabelle che seguono:

- la correlazione esistente tra singolo tipo di carica, proprietà e applicazioni più comuni
- le proprietà dei compound standard e speciali più diffusi sul mercato

Nella tabella seguente è visualizzabile l'incidenza di ciascuna carica sulle proprietà fisico meccaniche.

Abbinamenti di due o più cariche, non considerati nella suddetta tabella, consentono di realizzare un vasto numero di compound. In questo modo è possibile ottenere combinazioni di proprietà tali da coprire un ampio ventaglio di applicazioni.

Tipo di carica	Proprietà	Applicazioni più comuni
Vetro	Elevata resistenza all'usura. Elevata resistenza chimica (ad eccezione degli alcali e dell'acido fluoridrico).	Seggi valvole, tenute, cuscinetti che debbano resistere allo scorrimento e all'attacco chimico. Adatto per cuscinetti funzionanti a bassi valori di PV.
Grafite	Coefficiente d'attrito bassissimo, Media resistenza alla compressione. Buona resistenza all'usura.	Cuscinetti per applicazioni in condizioni di elevata velocità e a contatto con superfici di media durezza.
Carbone	Buona conducibilità termica Buona resistenza alla deformazione.	Cuscinetti per applicazioni in condizioni di alta velocità e dove sia richiesta la dissipazione di cariche elettrostatiche. Fasce elastiche per compressori funzionanti in assenza di lubrificazione.
Bisolfuro di Molibdeno	Elevata antiaderenza Basso coefficiente di attrito statico. Discreta resistenza alla deformazione.	Fasce di guida. Particolari con buone caratteristiche di resistività.
Bronzo	Elevata resistenza alla compressione. Buona resistenza all'usura ed elevata conducibilità termica.	Cuscinetti funzionanti in condizioni di alta velocità e in assenza di lubrificazione. Adatto per operare a contatto con controsuperfici non dure.

GUARNIFLON è in grado di fornire con un'ampia gamma di misure nastri sfogliati, lastre, tondi e tubi estrusi e stampati, in PTFE vergine G400 e in altri compound della serie “G”.

Le dimensioni con le relative tolleranze dei suddetti semilavorati sono riportate nei cataloghi G200 e G400.

Nastri sfogliati, lastre e prodotti finiti in PTFE vergine o caricato, possono anche essere forniti con lo specifico trattamento di cementazione (Catalogo “L'automazione nel processo di cementazione”).

1.2 I COMPOUND "G" STANDARD

Per standard consideriamo i compound tradizionalmente presenti sul mercato ovvero i caricati con vetro, bronzo, bisolfuro di molibdeno, grafite, carbone.

I valori riportati in tabella sono riferiti a prodotti ottenuti da stampaggio a compressione e da estrusione.

La prima colonna riassume le proprietà del PTFE vergine denominato G400.

Proprietà	Metodo di prova	Unità di misura	Vergine	Compound G Standard					
			G400	G403	G405	G412	G415	G453	G458
STAMPATI									
Peso specifico	ASTM D792	g/cm ³	2.14 - 2.18	2.19 - 2.22	2.23 - 2.25	2.10 - 2.15	2.05 - 2.11	2.05 - 2.11	3.80 - 3.90
Coefficiente di dilatazione termica lineare	ASTM D696	1/°C • 10 ⁻⁵	12 - 13	11 - 13	7.5 - 11	12 - 13	12 - 13	10 - 12	8 - 9
Durezza Shore D	ASTM D2240	Punti	60 - 65	60 - 65	62 - 67	55 - 60	60 - 65	62 - 67	65 - 70
Resistenza a trazione	ASTM D4894 ASTM D4745	N/mm ²	25 - 31	17 - 24	14 - 21	15 - 20	15 - 20	14 - 18	17 - 23
Allungamento a rottura	ASTM D4894 ASTM D4745	%	300 - 400	250 - 300	230 - 270	170 - 250	150 - 200	70 - 120	100 - 160
Resistenza a compressione all'1% di deformazione	ASTM D695	N/mm ²	4 - 5	6 - 7	8 - 9	6.5 - 7.5	7 - 9	7 - 9	10 - 11
Deformazione sotto carico (24 h 13.7 N/mm ² 23°C)	ASTM D621	%	14 - 17	10 - 14	7 - 10	8 - 10.5	4.5 - 6.5	5 - 6	5 - 6
Deformazione permanente (come sopra dopo 24 h di recupero)	ASTM D621	%	7 - 9	6 - 7	4 - 6.5	4 - 6	2.5 - 4	2.5 - 4	1.5 - 2.5
Coefficiente d'attrito dinamico	ASTM D1894	/	0.06	0.12	0.13	0.07	0.13	0.11	0.13
Fattore di usura a PV 100	ASTM D3702	$\frac{\text{cm}^3 \cdot \text{min} \cdot 10^{-8}}{\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{h}}$	2.900	10 - 20	10 - 15	60	20 - 30	16 - 20	10

ESTRUSI

Peso specifico	ASTM D792	g/cm ³	2.14 - 2.18	2.18 - 2.21	2.22 - 2.24	2.09 - 2.14	2.04 - 2.10	2.04 - 2.10	3.80 - 3.88
Durezza Shore D	ASTM D2240	Punti	51 - 60	60 - 65	62 - 67	55 - 60	60 - 65	62 - 67	65 - 70
Resistenza a trazione	ASTM D4894	N/mm ²	≥ 20	≥ 15	≥ 13	≥ 14	≥ 14	≥ 12	≥ 13
Allungamento a rottura	ASTM D4745	%	≥ 200	≥ 200	≥ 180	≥ 70	≥ 100	≥ 50	≥ 80

Per avere ulteriori informazioni relativamente alle proprietà non riportate in tabella si prega di contattare il nostro Ufficio Tecnico.

1.3 I COMPOUND "G" SPECIALI

I compound "G" speciali costituiscono un'integrazione alla serie degli standard. Pur non trovando larghissima diffusione sul mercato, i compound "G" speciali consentono di ottenere soluzioni che spesso gli standard non sono in grado di offrire. Questi compound speciali, formulati partendo da specifiche esigenze applicative, sono il frutto della ricerca interna Guarniflon. Attraverso questo lavoro ci proponiamo come partner capace di supportare i propri clienti orientandoli alla scelta del materiale più idoneo.

La tabella sotto riportata riassume le proprietà dei compound speciali maggiormente diffusi tra i clienti Guarniflon.

Essi rappresentano solo una parte dei compound attualmente disponibili nella vasta gamma di soluzioni che la GUARNIFLON può mettere a disposizione.

Per ogni particolare esigenza applicativa e per la scelta del materiale più idoneo si consiglia di contattare il nostro Ufficio Tecnico.

Proprietà	Metodo di prova	Unità di misura	Compound G Speciali						
			G416	G418	G420	G427	G436	G455	G456
STAMPATI									
Peso specifico	ASTM D792	g/cm ³	3.05 - 3.12	2.20 - 2.30	3.25 - 3.35	3.15 - 3.25	2.19 - 2.24	1.90 - 2.00	2.05 - 2.11
Coefficiente di dilatazione termica lineare	ASTM D696	1/°C • 10 ⁻⁵	10 - 11.5	9 - 12	10 - 12	9 - 12	11 - 12	6.5 - 10	8 - 11
Durezza Shore D	ASTM D2240	Punti	62 - 67	55 - 60	65 - 70	60 - 67	50 - 55	65 - 70	65 - 70
Resistenza a trazione	ASTM D4745	N/mm ²	23 - 28	15 - 20	17 - 23	23 - 28	23 - 28	8 - 13	12 - 16
Allungamento a rottura	ASTM D4745	%	200 - 250	220 - 270	180 - 230	200 - 250	230 - 280	40 - 70	70 - 110
Resistenza a compressione all'1% di deformazione	ASTM D695	N/mm ²	7 - 9	8.5 - 9	10 - 10.5	6.5 - 8	5.5 - 6.5	12 - 13.5	7 - 11
Deformazione sotto carico (24 h 13.7 N/mm ² 23°C)	ASTM D621	%	8 - 11	7 - 8	5.5 - 6.5	6.5 - 7.5	13 - 14	4 - 6	4 - 5.5
Deformazione permanente (come sopra dopo 24 h di recupero)	ASTM D621	%	3 - 5	3 - 4	2 - 3	3 - 3.5	5 - 6	1.2 - 1.4	1.4 - 1.9
Coefficiente d'attrito dinamico	ASTM D1894	/	0.13	0.08	0.13	0.13	0.08	0.12	0.12
Fattore di usura a PV 100	ASTM D3702	$\frac{\text{cm}^3 \cdot \text{min} \cdot 10^{-8}}{\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{h}}$	9 - 13	10 - 20	20 - 30	10 - 15	3.000	20 - 30	12 - 18



2 PROPRIETÀ RILEVANTI AI FINI DELLA PROGETTAZIONE

Le cariche introdotte nel PTFE permettono di migliorare alcune proprietà di base del polimero vergine. I vantaggi che si ottengono con l'introduzione di una carica nel PTFE sono essenzialmente i seguenti:

- migliore resistenza alla compressione
- migliore conducibilità termica
- minore dilatazione termica
- contenimento del tasso di usura

I diagrammi raffigurati nelle pagine successive illustrano l'incidenza che una carica o una combinazione di cariche ha sulle proprietà considerate determinanti ai fini di una corretta progettazione.

Per consentire all'utilizzatore di orientarsi agevolmente nella scelta del caricato che potrà ritenere più idoneo per la propria applicazione abbiamo preso in considerazione i compound "G" standard e speciali più comuni.

2.1 PROPRIETÀ MECCANICHE

In genere, quando si parla di proprietà meccaniche di un materiale si pensa immediatamente alla resistenza e all'allungamento a rottura. In realtà, pur essendo le più comuni, queste due proprietà non sempre sono idonee a rappresentare il comportamento di un materiale in una specifica applicazione.

Nel caso del PTFE le proprietà più interessanti dal punto di vista applicativo sono quelle compressive e, in particolare, la resistenza alla compressione ad una deformazione prefissata, le deformazioni sotto carico costante e permanente ad una temperatura stabilita.

La resistenza alla compressione ad una deformazione definisce il carico necessario ad impartire una % di deformazione istantanea prestabilita.

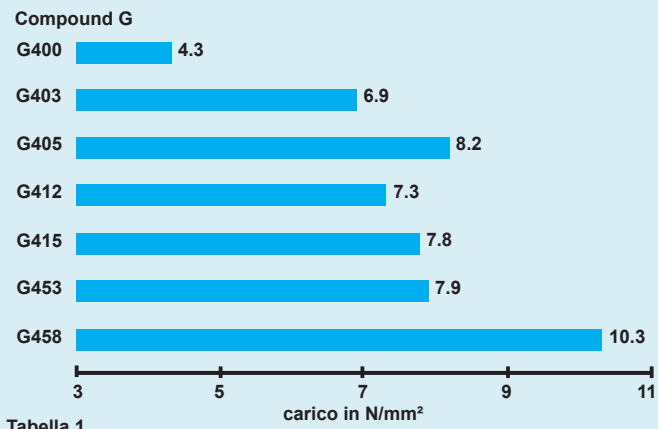
Normalmente i valori riportati in letteratura indicano quale carico è necessario applicare per ottenere una deformazione dell'1% su un provino di dimensioni standard.

Nel PTFE l'incorporazione di una carica permette di ottenere aumenti di resistenza alla compressione oscillanti dal 35 al 50% rispetto al dato del polimero non caricato.

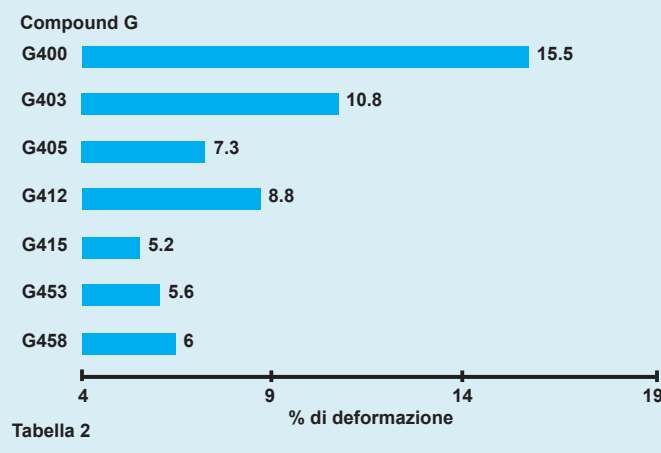
Le modalità di determinazione di tale proprietà sono fissate nella norma ASTM D695.

La tabella 1 riportata a lato, illustra i valori di resistenza alla compressione all'1% di deformazione dei più comuni tipi di caricati della serie "G".

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE ALL'1% DI DEFORMAZIONE



DEFORMAZIONE SOTTO CARICO 24h, 13.7 N/mm² A 23°C



La deformazione sotto carico (creep) è la sollecitazione alla quale vengono sottoposti più frequentemente i caricati a base di PTFE.

Essa è di grande importanza pratica ai fini della scelta del tipo di PTFE caricato.

La determinazione della percentuale di deformazione sotto carico viene effettuata secondo la norma ASTM D638.

Questa prova consiste nell'applicare un carico di 13.7 N/mm² ad un provino cilindrico di dimensioni standard per un periodo di 24 ore.

Trascorso tale periodo, viene misurata la diminuzione di altezza del provino rispetto al valore iniziale. Il dato ottenuto rappresenta la deformazione sotto carico.

La rappresentazione grafica di questo tipo di prova evidenzia una mancanza di proporzionalità tra tempo e deformazione:

quest'ultima procede velocemente nelle prime 10-20 ore di prova per poi rallentare fino ad arrestarsi completamente nell'arco di un centinaio di ore circa.

Dati relativi alla deformazione sotto carico di alcuni caricati sono riportati nella tabella 2.

Altro parametro rilevante ai fini di una corretta scelta applicativa è la deformazione permanente.

Essa rappresenta la percentuale di deformazione residua che non viene recuperata nell'arco delle 24 ore successive alla liberazione del provino dal carico.

Quanto minore risulterà la deformazione permanente tanto più elevata risulterà la resistenza del materiale allo scorrimento plastico.

La tabella 3 compara i dati di deformazione permanente rilevati sui tipi di caricati più utilizzati.

Le deformazioni sotto carico e permanente sono influenzate dalla composizione del materiale, dal metodo di trasformazione, dalla temperatura a cui viene effettuata la compressione e dalla geometria del provino.

DEFORMAZIONE PERMANENTE DOPO 24h DI RILASCIO A 23°C

Compound G



Tabella 3



2.2 PROPRIETÀ ELETTRICHE

Le proprietà elettriche del PTFE vergine vengono sensibilmente modificate con l'aggiunta di cariche.

In particolare, sia la resistività di volume che quella di superficie variano in relazione al tipo e quantità di carica presente.

Le proprietà elettriche sono inoltre influenzate dal processo di trasformazione e in particolare dalla microporosità residua che determina un incremento delle conducibilità.

La conoscenza delle proprietà dielettriche dei PTFE caricati è essenziale per la scelta di caricati destinati ad applicazioni nell'industria elettromeccanica.

Nella tabella 4 sono riportati i dati relativi a resistività di volume e di superficie di alcuni dei più diffusi caricati della serie "G".

Proprietà	U.M.	G400	G403	G405	G412	G415	G416	G458
Resistività di volume	$\Omega \cdot \text{cm}$	10^{18}	10^{16}	10^{16}	10^{11}	10^3	10^8	10^7
Resistività di superficie	Ω	10^{17}	10^{16}	10^{16}	10^{12}	10^3	10^{10}	10^9

Tabella 4

2.3 PROPRIETÀ TERMICHE

Il PTFE e tutti i caricati della serie "G", compresi quelli contenenti cariche metalliche, hanno una capacità termica molto bassa.

In tabella 5 sono riportati i dati di conducibilità termica dei più comuni caricati comparati con quelli di materiali di impiego comune quali ottone, acciaio, vetro e alluminio.

Materiale	G400	G403	G405	G412	G415	G417	G458	Ottone	Alluminio	Acciaio	Vetro
Conducibilità 10^{-4} cal/cm • s • °C	6	8	9	11	13	16	19	2.300	4.950	1100	18.4

Tabella 5

Il PTFE puro o caricato può essere impiegato applicando carichi moderati fino a 260°C e, a basse temperature, fino a circa -200°C (uso in ambiente di azoto liquido).

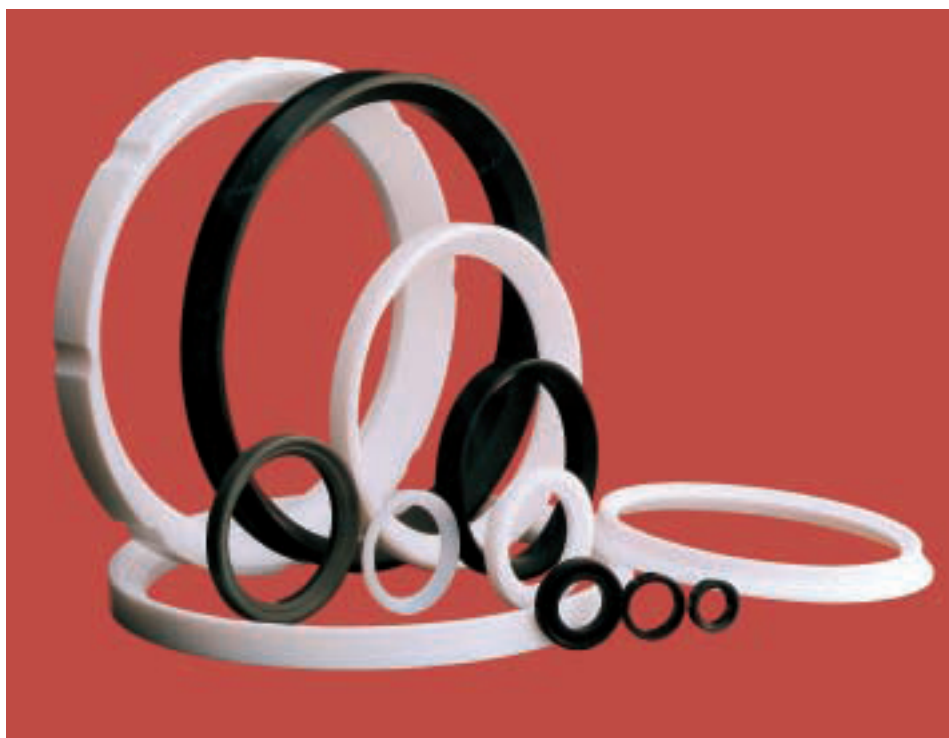
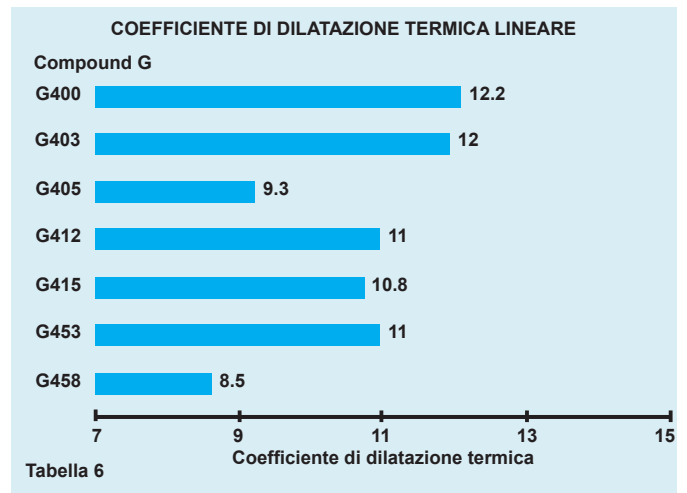
La seconda proprietà termica di interesse pratico è il coefficiente di dilatazione termica lineare.

Grazie all'aggiunta di cariche nel PTFE è possibile contenere il fenomeno della dilatazione che nelle materie plastiche è molto più marcato che in altri materiali.

Poiché i processi di trasformazione del PTFE inducono fenomeni di orientamento delle catene polimeriche, il coefficiente di dilatazione termica viene misurato su provini ricavati sia parallelamente che perpendicolarmente alla direzione di stampaggio.

Esso è di grande importanza per i progettisti di particolari in materiale plastico poiché consente di stabilire, con buona approssimazione, le variazioni dimensionali di un articolare funzionante ad una specifica temperatura.

Nella tabella 6 vengono riportati i coefficienti di dilatazione termica dei caricati "G" più comuni.



2.4 COEFFICIENTE D'ATTRITO E RESISTENZA ALL'USURA

Il valore del coefficiente di attrito del PTFE vergine e caricato misurato in assenza di lubrificazione è influenzato dal carico applicato, dalla velocità di strisciamento, dalla temperatura e dalla natura delle superfici a contatto.

Il coefficiente d'attrito di uno stesso materiale può:

- aumentare con l'aumentare della velocità di strisciamento e con il diminuire del carico applicato
- diminuire all'aumentare del carico applicato e con il ridursi della velocità di strisciamento

In condizioni di carico e velocità costanti il coefficiente d'attrito resta stabile fino a 100°C ; al di sopra di tale livello tende ad aumentare.

In tabella 7 sono rappresentati i coefficienti d'attrito del PTFE vergine e di alcuni dei caricati più comuni determinati secondo la norma ASTM D3702.

COEFFICIENTE DI ATTRITO DINAMICO

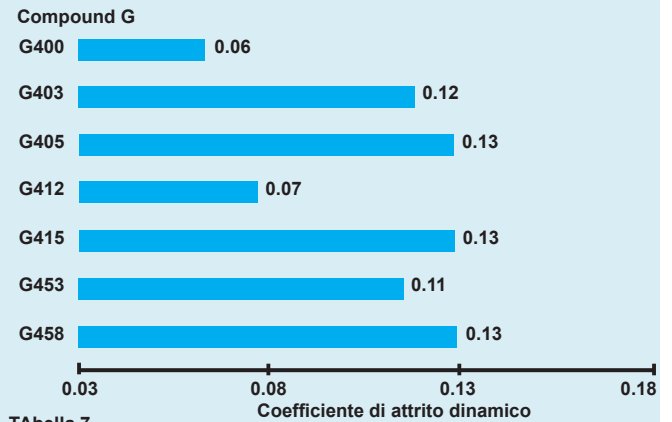


Tabella 7

PV LIMITE PER 0,127 MM DI USURA DOPO 1.000 ORE

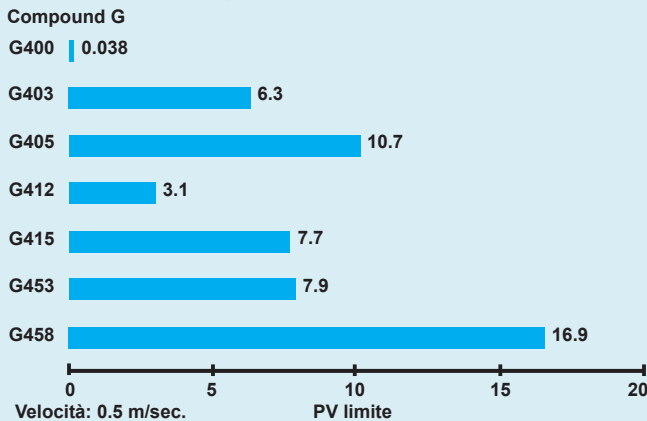


Tabella 8

La resistenza all'usura è anch'essa influenzata dagli stessi parametri che influiscono sul valore di coefficiente di attrito. I dati disponibili sono riferiti a prove condotte in condizioni standard.

La resistenza all'usura del PTFE vergine e dei vari caricati varia al variare delle condizioni di esercizio.

Il dato certamente più utile per stimare il comportamento di un PTFE caricato è il PV limite ossia la combinazione di carico e velocità che il materiale può sopportare prima che si determini un'usura grave.

Nella tabella 8 sono riportati i PV limite di diversi PTFE caricati e del PTFE vergine determinati a parità di velocità e pari livello di usura (0,127 mm di perdita di altezza del provino dopo 1.000 ore di funzionamento).



2.5 RESISTENZA CHIMICA

Grazie alla stabilità del legame chimico C-F il PTFE vergine presenta una eccezionale resistenza chimica. Nel caso dei Compound serie "G" la presenza delle cariche riduce tale resistenza, pertanto la scelta del tipo di prodotto dovrà tenere conto delle indicazioni riportate nella tabella 9. Per avere informazioni più dettagliate si prega di contattare il nostro Ufficio Tecnico.

Sostanza Chimica	G400	G403 G405	G412 G415	G416 G458
Acido Cloridrico 35%	E	M	E	S
Acido Solforico 50%	E	E	E	S
Acido Nitrico 40%	E	D	M	S
Ammonio Idrossido 28%	E	S	E	D
Soda Caustica 40%	E	S	E	D
Benzene	E	E	E	E
Alcool Etilico	E	E	E	E
Fenolo	E	E	E	E
Tricloroetilene	E	E	E	E
Acido Fluoridrico	D	S	D	-
Fluoro gassoso	E	S	D	-
Bromo	E	D	D	-
Cloro	E	D	D	-
Anidride solforosa	E	D	D	-

Tabella 9

LEGENDA

E = Eccellente

D = Discreta

M = Mediocre

I = Scarsa.



SINCERT



Sistema Qualità Certificato
secondo norma
UNI EN ISO 9001:2000



GUARNIFLON®

PRODOTTI SEMILAVORATI IN PTFE
24060 CASTELLI CALEPIO (Bergamo) Italy
Sede: Via T. Tasso, 12
Uff. Amm.vi: Via dei Mille, 5
Tel: 035 4494311
Fax Uff. Commerciale: 035 4425191
Fax Export: 035 4425238
www.guarniflon.com