

## Caratteristiche di materiali isolanti e della guaina di cavi e conduttori

Solo per le materie prime. Sono possibili scostamenti rispetto ai valori indicati in relazione alle diverse applicazioni/versioni.

Consultare a tale proposito le corrispondenti pagine del catalogo.

Criteri di impiego	Materiale					
	Materiale resist. agli oli biologici	Cloruro di polivinile	Polietilene	Poliuretano	Politetrafluoroetilene	Tetrafluoroetilene Esafluoropropilene copolimero
Parametro						
Abbreviazione	TPE speciale	PVC	PE	PUR	PTFE	FEP
Abbrev. secondo VDE	—	Y	2Y	11Y	5Y	6Y
Temperatura di impiego	-50 +120	-30 +70	-50 +70	-50 +90	-190 +260	-100 +200
Costante dielettrica	2,4	4,0	2,3	4,0 – 6,0	2,1	2,1
Resistività elettrica ( $\Omega \times \text{cm}$ )	$10^{15}$	$10^{12} - 10^{15}$	$10^{17}$	$10^{12}$	$10^{18}$	$10^{18}$
Resistenza a trazione N/mm <sup>2</sup> (MPa)	5 – 20	10 – 25	15 – 30	15 – 45	15 – 40	20 – 25
Allungamento a rottura %	400 – 600	150 – 400	400 – 800	300 – 600	240 – 400	250 – 350
Assorb. d'acqua (20 °C) %	1 – 2	0,4	0,1	1,5	0,01	0,01
Resistenza agli agenti atm.	ottima	buona	buona	ottima	ottima	ottima
Resistenza ai carburanti	buona	moderata	moderata	buona	ottima	ottima
Resistenza agli oli	Molto buona agli oli biologici	moderata	moderata	buona	ottima	ottima
Infiammabilità	infiammabile	autoestinguente	infiammabile	autoestinguente*	non infiammabile	non infiammabile

Criteri di impiego	Materiale					
	Etilentetrafluoroetilene	Gomma cloroprene	Gomma silicone	Gomma di etilene propilene diene	Elastomero termoplastico base poliolefinica	Elastomero termoplastico a base di poliestere
Parametro						
Abbreviazione	ETFE	CR	SI	EPDM	TPE-O	TPE-E
Abbrev. secondo VDE	7Y	5G	2G	3G	—	12Y
Temperatura di impiego	-100 +150	-40 +100	-60 +180	-30 +120	-40 +120	-70 +125
Costante dielettrica	2,6	6,0 – 8,0	2,8 – 3,2	3,2	2,7 – 3,6	3,7 – 5,1
Resistività elettrica ( $\Omega \times \text{cm}$ )	$10^{16}$	$10^{13}$	$10^{15}$	$10^{14}$	$5 \times 10^{14}$	$10^{12}$
Resistenza a trazione N/mm <sup>2</sup> (MPa)	40 – 50	10 – 25	5 – 10	5 – 25	$\geq 6$	3 – 25
Allungamento a rottura %	100 – 300	300 – 450	200 – 350	200 – 450	$\geq 400$	280 – 650
Assorb. d'acqua (20 °C) %	0,01	1	1,0	0,02	1,5	0,3 – 0,6
Resistenza agli agenti atm.	ottima	ottima	ottima	buona	moderata	ottima
Resistenza ai carburanti	ottima	moderata	bassa	moderata	moderata	buona
Resistenza agli oli	ottima	buona	moderata	moderata	moderata	ottima
Infiammabilità	non infiammabile	autoestinguente	diffic. infiammabile	infiammabile	infiammabile	infiammabile

\*solo con l'aggiunta di additivi per l'autoestinguenza

## Resistenza dell'isolamento

L'isolamento dei conduttori ha lo scopo di isolare elettricamente l'uno dall'altro i conduttori. Per questa ragione, al contrario del conduttore, la resistenza di isolamento dovrebbe essere molto elevata (definibile anche come bassa conduttività).

Possono essere utilizzati per questo scopo diversi materiali. Le proprietà elettriche e meccaniche di questi materiali possono essere molto diverse. I materiali più comunemente utilizzati sono mescole plastiche a base di PVC, PE o TPE.

### Terminologia

Diversi termini vengono utilizzati per descrivere la resistenza di isolamento. Per aiutare a meglio capire e differenziare questi termini, ecco una breve spiegazione.

### Resistenza dell'isolamento per unità di volume

Corrisponde al valore calcolato su un "provino" dell'isolamento applicando una tensione CC con due elettrodi aderenti alla superficie del provino e misurandone la corrente che lo attraversa.

### Resistività per unità di volume (resistenza specifica di contatto)

Questo è il valore relativo che dipende dalle proprietà fisiche del materiale in termini di isolamento elettrico. In pratica questo valore è riferito a un volume; è tipicamente espresso in  $\Omega \times \text{cm}$ . Per esempio il valore tipico dell'isolamento in PVC è  $> 20 \text{ G}\Omega \times \text{cm}$ .

### Resistenza dell'isolamento

La resistenza di isolamento di un cavo può essere determinata dalla Resistività per Volume e dal rapporto tra il diametro del conduttore isolato e il conduttore in rame. Le unità di misura tipiche di questa grandezza sono  $\text{M}\Omega \times \text{km}$  o  $\text{G}\Omega \times \text{km}$ .

Nei cavi e conduttori standard, è normalmente richiesto un valore minimo di resistenza di isolamento. Questi valori sono specificati per la temperatura massima di funzionamento e sono funzione della sezione del conduttore e dello spessore dell'isolamento.

Esempio: per un cavo di controllo e comando resistente agli oli come H05VV5-F, questi valori sono definiti nella norma EN 50525-2-51. Il valore minimo di resistenza di isolamento per un cavo con formazione  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  deve essere almeno  $0,010 \text{ M}\Omega \times \text{km}$ .

### Metodi di misura

La misura di resistenza di isolamento effettuata in laboratorio su un conduttore e la misura effettuata su cavi e conduttori installati su un impianto sono due cose diverse.

### Determinazione della resistenza di isolamento e della resistività per unità di volume del conduttore

I valori di resistenza di isolamento possono essere misurati secondo la EN 50395 (VDE 0481-395). A questo scopo, deve essere utilizzato un campione di cavo di 5 metri, che deve essere sguainato e i conduttori devono essere messi a bagno in acqua per 2 ore. L'acqua deve essere preventivamente riscaldata fino alla temperatura massima di lavoro del cavo (test valido per cavi con temperatura dei conduttori massima fino a  $90^\circ \text{C}$ ).

A questo punto si applica tra i conduttori e l'acqua una tensione da 80 a 500 V CC e dopo 1 minuto si misura la resistenza di isolamento su ogni conduttore. Con il valore ottenuto si calcola la resistenza equivalente di 1 km di lunghezza per ciascun conduttore. I valori ottenuti non devono essere inferiori ai valori specificati sulla norma.

La resistività per unità di volume può essere utilizzata come termine di paragone perché è indipendente dalla sezione del conduttore e dallo spessore dell'isolamento.

In pratica questi valori vengono utilizzati per comparare materiali diversi e rappresentano un metodo riproducibile per i costruttori di cavi e conduttori.

### Misura su cavi completi

I valori ottenuti con il metodo sopra, non possono essere assolutamente paragonati ai valori ottenuti con la "misura a secco" sul cavo completo. In questo caso il valore di resistenza è ottenuto misurando la corrente dispersa tra due conduttori adiacenti in un cavo e la tensione applicata misurata sullo strumento.

I valori di resistenza così misurati sono estremamente variabili e sono influenzati da numerosi fattori:

- Condizioni del cavo, in termini di assorbimento di umidità dell'isolamento
- La temperatura del cavo
- Condizioni di individuali di contatto tra l'isolamento dei due conduttori
- Conduttività di altri materiali che hanno una superficie di contatto in comune con i due conduttori sotto misura
- Installazione dei cavi, in quanto la posa dei cavi può sottoporli a pressioni esterne diverse, curve o serraggio dei cavi che può determinare una deformazione dell'isolamento. Tutte queste variabili possono portare a un aumento della corrente di dispersione tra i due conduttori e quindi a un valore più basso della resistenza di isolamento.

Esempio della variabilità della misura: la stessa misura su due conduttori fatta a  $20^\circ \text{C}$  e fatta poi a  $70^\circ \text{C}$  evidenzia variazioni dei valori di resistenza di isolamento con un fattore 1:100 a 1:1000.

### Conclusioni

Le informazioni riportate sopra possono essere utilizzate per confrontare diversi cavi ma in nessuna situazione possono essere utilizzate per effettuare comparazioni di misure fatte su cavi finiti e completi o sistemi (come specificato dalla VDE 0100-600 Part 6).