

1. Cavi elettrici in PVC: “La ricerca per migliorare le prestazioni”

Il cavo elettrico è connotato da una specifica e dettagliata composizione di elementi ed il PVC permette di realizzarne almeno tre mediante una formulazione attenta delle sostanze utilizzate:

- Guaina esterna di protezione
- Riempitivo utilizzato all'interno e posto fra i fili isolati
- Isolamento del filo conduttore metallico.

I cavi immessi nel mercato presentano una notevole varietà di polimeri e sostanze utilizzate anche per ottenere prodotti con finalità di utilizzi specifici.

Esistono quindi cavi tutti realizzati in PVC e cavi che lo impiegano solo in alcuni dei tre componenti sopra ricordati.

La ricerca sviluppata dal gruppo ad hoc di PVC Forum si è concentrata su due componenti: guaina e riempitivo, in quanto rappresenta la tipologia di cavo più utilizzato nel mercato della bassa tensione, il settore più interessante per l'impiego del PVC.

Per poter apprezzare completamente tutta l'attività svolta viene ricordato in modo sintetico come il PVC si comporta e reagisce durante lo sviluppo di un incendio:

Il comportamento del PVC durante un incendio

- Innesco

Se sono presenti i 3 fattori (combustibile-ossigeno-calore) necessari, inizia la degradazione termica incontrollata e quindi l'incendio.

Come si comporta il PVC: la presenza della componente alogeno nella molecola polimerica rende per natura difficile che il materiale PVC prenda fuoco e inneschi l'incendio.

- Propagazione

La combustione aumenta la temperatura dei materiali presenti nelle vicinanze che prendono fuoco quando e se raggiungono la loro temperatura di ignizione. A questo punto si ha la propagazione dell'incendio.

Come si comporta il PVC: il PVC difficilmente prende fuoco ed il suo contributo in termini di calore sviluppato è molto limitato. Quindi il PVC non è uno dei fattori che porta alla propagazione della fiamma.

- Scorie ardenti

La combustione distrugge il materiale che brucia e residui del materiale stesso possono cadere come:

- gocce infiammate
- scorie o tizzoni ardenti
- scorie inerti, come ceneri e materiale carbonizzato (charred material)

Come si comporta il PVC : il PVC non produce o produce un numero molto limitato di gocce infiammate o scorie ardenti

- Intumescenza

La maggior parte dei prodotti combustibili producono cenere polverulenta, ma alcuni materiali mantengono la loro struttura solida.

Come si comporta il PVC : il PVC che brucia produce una struttura carboniosa chiamata intumescenza. Questa struttura forma una barriera termica che protegge la parte sottostante.

In alcuni casi il PVC può anche arrivare a fermare la propagazione del fuoco bloccando gli orifici talvolta presenti tra le pareti ed il pavimento.

- Gas e fumo

Gli impatti del fumo sulle persone sono dovuti a:

- luce e visibilità ridotta che può limitare o anche precludere l'evacuazione;
- effetti di gas irritanti o tossici che possono portare ad una riduzione delle capacità psico-motorie, mancanza di capacità a muoversi e infine anche alla morte (in più del 90 % dei casi le persone hanno respirato una quantità mortale di CO).

Ovviamente questi effetti sono legati non solo alla quantità e alla natura del fumo prodotto dal materiale ma anche alla velocità a cui questi materiali sono degradati. Un materiale che potenzialmente rilascia fumi densi e/o tossici ma che contribuiscono in modo molto limitato alla propagazione del fuoco può essere meno pericoloso del materiale che contribuisce in modo significativo alla propagazione delle fiamme.

In alcune condizioni il fumo può avere un effetto corrosivo ma questo effetto (salvo in pochi casi particolari) è di minor importanza rispetto ai danni totali causati dal fuoco stesso o dai mezzi usati per combatterlo.

Come si comporta il PVC : il PVC rilascia meno CO ma rilascia HCl gas che è rilevato grazie al suo odore anche a concentrazioni ben al di sotto del livello di pericolo per la salute. Questo permette un'immediata rilevazione dell'incendio al momento dell'innesco.

Per quanto sopra riportato si può concludere che:

- il PVC ha una molto bassa capacità di prendere fuoco ed un basso calore di combustione
- grazie proprio alla presenza di un alogeno nella sua molecola polimerica, il PVC non contribuisce alla propagazione delle fiamme; questa capacità viene ulteriormente migliorata grazie all'aggiunta di idonei additivi; di conseguenza non permette al fuoco di propagarsi da una stanza all'altra.
- il PVC smette di bruciare non appena la sorgente di calore viene rimossa.
- il PVC carbonizza, ma non fonde, e quindi non forma gocce incandescenti o scorie infuocate che possono propagare l'incendio.
- l'emissione di HCl gas già all'inizio, grazie al suo odore caratteristico e riconoscibile, agisce da "allarme" prima che l'incendio si propaghi a causa degli altri materiali presenti in vicinanza dell'innesco. Tale rilevazione immediata avviene ad una concentrazione molto bassa ben al di sotto della soglia di pericolo per la salute delle persone; l'HCl quindi non solo è molto meno pericoloso del CO, che è un gas "narcotico" senza odore che può portare rapidamente alla paralisi e alla morte, ma anzi può evitare le conseguenze letali del CO per le persone.

Il secondo approfondimento è rivolto alla situazione normativa e legislativa attualmente in vigore.

La sicurezza per l'utente rappresenta l'obiettivo primario di tutte le norme, leggi e regolamenti che la Comunità Europea ha ammesso e ha in animo di pubblicare nel settore delle costruzioni e delle opere edili.

Il comportamento al fuoco dei materiali viene considerato l'aspetto principe per la sicurezza: una casa sicura è una casa a basso rischio di incendio.

Da sempre l'energia elettrica e il relativo trasporto rappresentano per natura una fonte privilegiata di innesco di incendio e realizzare cavi elettrici idonei al miglioramento complessivo della prevenzione ne è parte integrante del processo di fabbricazione:

“cavi elettrici sicuri equivale ad avere una casa sicura”

Per questi motivi la Comunità Europea ha emesso il Regolamento 305/2011 in cui la sicurezza all'incendio rappresenta il più importante requisito essenziale esaudito mediante l'emissione della marcatura CE che riporta la classe di comportamento al fuoco dei cavi elettrici secondo le modalità previste dalla norma EN 13501-6.

L A PRESCRIZIONE NORMATIVA

La nuova classificazione è riportata nella norma EN 13501-6:

8.8 Additional classifications a1, a2, a3 for acidity

Classifications a1, a2 and a3 are deduced from measurements obtained from testing in accordance with EN 60754-2.

Table 1 — Classes of reaction to fire performance for electric cables

Class	Test method(s)	Classification criteria	Additional classification
A _{ca}	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^a$	
B1 _{ca}	EN 50399 (30 kW flame source) and	$FS \leq 1,75 \text{ m}$ and $THR_{1200s} \leq 10 \text{ MJ}$ and $Peak HRR \leq 20 \text{ kW}$ and $FIGRA \leq 120 \text{ W s}^{-1}$	Smoke production ^{b, e} and Flaming droplets/particles ^c and Acidity ^d
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
B2 _{ca}	EN 50399 (20,5 kW flame source) and	$FS \leq 1,5 \text{ m}$; and $THR_{1200s} \leq 15 \text{ MJ}$; and $Peak HRR \leq 30 \text{ kW}$; and $FIGRA \leq 150 \text{ W s}^{-1}$	Smoke production ^{b, f} and Flaming droplets/particles ^c and Acidity ^d
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
C _{ca}	EN 50399 (20,5 kW flame source) and	$FS \leq 2,0 \text{ m}$; and $THR_{1200s} \leq 30 \text{ MJ}$; and $Peak HRR \leq 60 \text{ kW}$; and	Smoke production ^{b, f} and Flaming droplets/particles ^c and Acidity ^d

Class	Test method(s)	Classification criteria	Additional classification
		$FIGRA \leq 300 \text{ W s}^{-1}$	
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
D _{ca}	EN 50399 (20,5 kW flame source) and	$THR_{1200s} \leq 70 \text{ MJ}$; and $Peak \text{ HRR} \leq 400 \text{ kW}$; and $FIGRA \leq 1\,300 \text{ W s}^{-1}$	Smoke production ^{b, f} and Flaming droplets/particles ^c and Acidity ^d
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
E _{ca}	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
F _{ca}	EN 60332-1-2	$H > 425 \text{ mm}$	
<p>a For the product as a whole, excluding metallic materials, and for any external component (i.e. sheath) of the product.</p> <p>b $s1 = TSP_{1200s} \leq 50 \text{ m}^2$ and $Peak \text{ SPR} \leq 0,25 \text{ m}^2/\text{s}$</p> <p>s1a = s1 and transmittance in accordance with EN 61034-2 $\geq 80 \%$</p> <p>s1b = s1 and transmittance in accordance with EN 61034-2 $\geq 60 \%$ < 80 %</p> <p>s2 = $TSP_{1200s} \leq 400 \text{ m}^2$ and $Peak \text{ SPR} \leq 1,5 \text{ m}^2/\text{s}$</p> <p>s3 = not s1 or s2</p> <p>c d0 = No flaming droplets/particles within 1200 s; d1 = No flaming droplets/ particles persisting longer than 10 s within 1200 s; d2 = not d0 or d1.</p> <p>d EN 60754-1, EN 60754-2: a1 = conductivity < 2,5 $\mu\text{S}/\text{mm}$ and $pH > 4,3$; a2 = conductivity < 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$ and $pH > 4,3$; a3 = not a1 or a2.</p> <p>e The smoke class declared for class B1_{ca} cables shall originate from the test according to EN 50399 (30 kW flame source)</p> <p>f The smoke class declared for class B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} cables shall originate from the test according to EN 50399 (20,5 kW flame source)</p>			

La nuova classificazione prevede 7 livelli di classificazione che contemplano criteri aggiuntivi quali produzione di fumo, acidità e produzione di particelle infiammabili.

Il regolamento delega agli Stati Membri la correlazione tra tipo di applicazione e livello di classificazione del cavo.

Le applicazioni finali sono ripartite nei decreti verticali dedicati alla prevenzione incendi per ogni settore

REAZIONE AL FUOCO

Norma di classificazione EN 13501 – 6

Norma di prodotto EN 50575

Norme europee di prova EN ISO 1716 (rilascio calore)

EN 60332-1-2 (propagazione fiamma)

EN 61034-2 (densità fumi)

EN 50267-2-3 (acidità fumi)

EN 50399 (rilascio calore e produzione fumo-scenari FIPEC20 1 e 2)

EN 60754-2 (conducibilità e PH)

Si deduce dalla tabella riportata nella norma di classificazione la richiesta della determinazione di tre caratteristiche, acidità dei fumi, quantità di fumo, gocciolamento, che vengono identificate con la lettera a, s, d rispettivamente.

La ricerca ha affrontato in modo particolare la acidità dei fumi emessi ovvero la relativa classificazione a1-a2-a3.

La norma europea di riferimento indica l'impiego della norma EN 60754-2.

La norma prevede oltre la parte 2 anche una parte 1 che prevede una differente metodologia di prova.

Si può evidenziare la differenza sostanziale tra i due metodi.

La classificazione addizionale relativa alla acidità dei fumi, a seguito quanto discusso e presentato nelle relazioni passate, è stata analizzata con le due metodologie:

EN 60754-2 norma contemplata dalla norma EN 13501-6 per la classificazione acidità. Prova effettuata a temperatura fissa di circa 900°C.

EN 60754-1 norma non contemplata dalla norma EN 13501-6 per la classificazione acidità ma viene utilizzata per la determinazione della presenza di alogeni in una miscela di materie plastiche. Prova effettuata con una RAMPA di incremento della temperatura.

La norma EN 13501-6 e la relativa metodologia di prova EN 60754-2 prevedono le seguenti classi per il valore di acidità dei fumi emessi durante la combustione:

a1 < 2,5 µs/mm per la conducibilità con pH>4,3

a2 < 10 µs/mm con pH>4,3

a3 NPD ovvero > 10 µs/mm

I componenti del cavo in PVC sono realizzati creando formulazioni dedicate utilizzando additivi particolari con caratteristiche che permettono di migliorarne il comportamento.

Proprio per ridurre l'acidità dei fumi, vengono utilizzate sostanze che durante la combustione possono reagire con l'acido contenuto nei fumi assorbendolo nel momento della formazione.

Effettuando alcune prove preliminari è stato verificato che la stessa formulazione provata con il metodo 1 forniva valori di acidità inferiori al metodo 2.

La differenza è dovuta alla modalità con cui il componente viene ad essere sottoposto alla temperatura.

Nel caso del metodo 2, il campione viene inserito in un forno a temperatura elevata, circa 900°C.

In questa situazione gli additivi non hanno la possibilità di agire mentre con il metodo 1 che utilizza una rampa di incremento delle temperature le sostanze hanno la capacità di reagire con i fumi emessi assorbendone l'acidità.

Tale differenza di metodologia ha permesso la creazione del gruppo di lavoro ad hoc per comprendere e verificare come ottimizzare le formulazioni per poter dichiararne il livello di acidità dei fumi con una metodologia più simile allo scenario di sviluppo dell'incendio.

La ricerca, condotta per 10 anni ha consentito di produrre circa 200 differenti formulazioni e l'effettuazione di moltissime prove migliorando in modo sostanziale il comportamento dei cavi.