

### 3. Cavi elettrici in PVC: “Le basi e i risultati della ricerca”

La ricerca, proposta e coordinata da PVC Forum Italia con il supporto delle aziende associate coinvolte nel settore, è finalizzata alla analisi dei componenti presenti negli affluenti sviluppati in occasione di un incendio e la relativa combustione del cavo elettrico in PVC.

L'obiettivo della ricerca è la determinazione delle quantità di acidità contenuta nei fumi emessi così come prevista da dichiarare, come classificazione addizionale, dalla norma europea di prodotto per la marcatura CE del cavo.

Inoltre la ricerca ha l'obiettivo di definire quale migliore classe di reazione al fuoco il cavo in PVC riesce a raggiungere.

La prima fase della ricerca viene svolta utilizzando la seguente norma: EN 60754 che prevede due metodologie di prova.

La prova consiste nel posizionare le provette in una navicella di combustione, distribuite uniformemente sul suo fondo, ed inserirle in un forno tubolare ove il flusso dell'aria, regolato a  $(0,0157 \times D^2)$  l/h, viene mantenuto costante durante tutta la prova e la temperatura misurata mediante una termocoppia adeguatamente protetta contro la corrosione e posta all'interno del forno tubolare. La navicella contenente la provetta viene inserita nella zona di riscaldamento efficace del forno tubolare facendo partire il cronometro. Le due norme prevedono alcune differenze:

– EN 60754-2: 2014: La temperatura misurata al momento della collocazione della navicella è 935 °C. La procedura di combustione nelle condizioni di flusso d'aria viene protratta per 30 min. Il flusso d'aria viene fatto gorgogliare in bottiglie di acqua distillata. Alla fine della prova, prima della determinazione del pH e della conduttività, il contenuto di entrambe le bottiglie di gorgogliamento viene mescolato in una bottiglia volumetrica e portato a 1000 ml utilizzando la stessa acqua distillata o demineralizzata, filtrando il tutto dalle impurità solide.

– EN 60754-1: 2014: La temperatura misurata al momento della collocazione della navicella è la temperatura ambiente. Il forno viene acceso e la temperatura fatta aumentare fino a 800°C in 40 min, utilizzando una rampa di incremento temperatura di 20°C al minuto. Una volta che il forno ha raggiunto 800°C, la combustione nelle condizioni di flusso d'aria viene protratta per 20 min. Il flusso d'aria viene fatto gorgogliare in bottiglie di acqua distillata. Alla fine della prova, prima della determinazione del pH e della conduttività, il contenuto di entrambe le bottiglie di gorgogliamento viene mescolato in una bottiglia volumetrica e portato a 1000 ml utilizzando la stessa acqua distillata o demineralizzata, filtrando il tutto dalle impurità solide.

L'obiettivo della ricerca effettuata è determinare quale tipologia di additivo "acid scavengers" ottenga le migliori prestazioni per la classificazione addizionale dell'acidità dei fumi dei cavi elettrici.

Le analisi effettuate sui campioni di PVC, sono divise in tre parti:

- la prima parte consiste nella combustione del prodotto in forno tubolare e gorgogliamento dei fumi prodotti dalla combustione in acqua per poi misurare il pH e conducibilità di detta soluzione;
- nella seconda parte, vengono eseguite delle analisi chimiche sulle stesse soluzioni di lavaggio, utilizzando la cromatografia ionica (IC) e spettrofotometria ottica (ICP-OES), per poi determinare indirettamente il pH e la conducibilità;
- nella terza parte, sui campioni con valori minimi e massimi, è stata eseguita la EN 60754-1 integrale.

Le norme di prova utilizzate sono EN 60754-1:2014 e EN 60754-2:2014.

Questa prima fase è stata condotta utilizzando piccoli campioni, "placchette", per permettere di produrre con costi contenuti la mole di elementi previsti per tutte le formulazioni previste e realizzate.

La seconda fase della ricerca invece ha coinvolto l'intero cavo con le parti componenti sottoponendole alle verifiche sperimentali previste dalla normativa vigente.

È stato prodotto il cavo di tipologia **FG16OR16 5G1,5** realizzato con la guaina e il riempitivo con miscela di PVC.

Metodi di prova applicati:

- CEI 60754-1 → Contenuto di gas acido alogeno
- ISO 4589-2 → Indice di ossigeno
- ISO 5660-1 → Metodo calorimetrico del cono
- ISO/TS19021 → Spettro infrarosso

#### **Prova del cavo**

- EN 60754-2 → Determinazione dell'acidità (mediante misurazione del pH) e della conducibilità
- EN 60754-2 con deviazione dal metodo → Determinazione dell'acidità (mediante misurazione del pH) e della conducibilità
- EN 50399 → Misurazione del rilascio di calore e della produzione di fumo sui cavi durante la prova di propagazione della fiamma

#### **Prove sperimentali relative alla verifica del comportamento al fuoco di cavo elettrico in PVC**

Effettuate presso il laboratorio LS Fire impiegando cavo elettrico realizzato dalla società PECOSO CAVI Srl utilizzando nuove formulazioni con PVC per la guaina e il riempitivo

#### **Materiali di prova**

- Cavo

Sigla cavo: FG16OR16 5G1,5

Tipo: cavo di alimentazione

Conduttori, numero e dimensione: 5x1,5

Diametro esterno: 11,90mm

Componenti totali: 4

Numero di componenti non metallici: 3



### Prova del cavo EN 50339

Risultati del test		Valore EN 13501-6
Propagazione della fiamma (M)	0,78	$\leq 1,50$
THR 1200 (MJ)	6	$\leq 15$
Picco HRR (kW)	21	$\leq 30$
FIGURA (W/s)	121	$\leq 150$
SPR di picco (m <sup>2</sup> /s)	0,24	$\leq 1,5$
TSP 1200 (mq)	77	$\leq 400$
Gocciolante	NO	Visione del test e tempo

Risultati della classe secondo EN 13501-6  
B2ca – s2, d0, a3



## Prova del cavo EN 60754-2

### • Guaina R16

valore del ph	Conduttività C (µS/mm)
Prova 1 3,22	Prova 1 19,20
Prova 2 3,28	Prova 2 17,71
Prova 3 3,25	Prova 3 18,43
<b>Valore medio pH = 3,25</b>	<b>Valore medio c = 18,45</b>

### • Riempitivo

valore del ph	Conduttività C (µS/mm)
Prova 1 2,78	Prova 1 54,63
Prova 2 2,83	Prova 2 52,13
Prova 3 2,83	Prova 3 53,69
<b>Valore medio pH = 2,81</b>	<b>Valore medio c = 53,49</b>

## Prova del cavo EN 60754-2 con deviazione dal metodo

La procedura utilizzata si basa sul metodo di prova EN 60754-2, che tuttavia non viene applicato nella sua interezza.

La deviazione dal metodo consiste nell'applicare il gradiente termico del metodo di prova EN 60754-1:2011 + AMD1:2019.

### • Guaina R16

valore del ph	Conduttività C (µS/mm)
Prova 1 3,51	Prova 1 9,11
Prova 2 3,51	Prova 2 9,06
Prova 3 3,50	Prova 3 9,37
<b>Valore medio pH = 3,51</b>	<b>Valore medio c = 9,18</b>
Valore senza Metodo di deviazione pH = 3,25	Valore senza Metodo di deviazione pH = 18,45

### • Riempitivo

valore del ph	Conduttività C (µS/mm)
Prova 1 2,96	Prova 1 36,79
Prova 2 2,91	Prova 2 39,26
Prova 3 2,92	Prova 3 38,30
<b>Valore medio pH = 2,93</b>	<b>Valore medio c = 38,12</b>
Valore senza Metodo di deviazione pH = 2,81	Valore senza Metodo di deviazione pH = 53,49

**L'attività di ricerca proseguirà utilizzando additivi sempre più adeguati e strutturati per raggiungere le classi di reazione al fuoco che permetteranno al cavo in PVC di essere impiegato in tutte le applicazioni possibili.**