



Laboratorio Prevenzioni Incendi SpA

**Seminario tecnico - formativo**

**“MARCATURA CE  
CAVI ELETTRICI”**

**EXAP**

**Milano, 09 Marzo 2017**



## **COSA E' UNA APPLICAZIONE ESTESA (EXAP) CEI CLC-TS 50576 : 2015**

**Risultato di un processo effettuato secondo regole definite, che possono coinvolgere anche procedure di calcolo, che consente di attribuire, per una famiglia di cavi, un risultato di prova (senza effettuare fisicamente la prova) sulla base di risultati basati sullo stesso tipo di norma**

**Si «contrappone» alla Applicazione Diretta dei risultati di prova, che è un processo in cui, sulla base di regole determinate, si giudica che un risultato sia valido al variare di alcune proprietà / applicazioni del prodotto  
(vedi EN 13501-6)**



## **A COSA SERVE L'EXAP**

**A minimizzare il numero di prove da effettuare per la classificazione di una  
intera famiglia di cavi**

**MANTENENDO IL MARGINE DI RISCHIO GENERATO DAL NON  
SOTTOPORRE TUTTI I CAVI A PROVA ENTRO LIMITI GIUDICATI  
ACCETTABILI**

**secondo criteri empirici e statistici definiti**

**La base empirica è stata sviluppata nel corso del progetto CEMAC  
I metodi statistici sono sviluppati nella norma per trattare i «casi generali»**



## CHI SONO I SOGGETTI COINVOLTI

### **IL CLIENTE**

- **Richiede l'EXAP**
- **Valuta se i cavi da sottoporre a EXAP rientrano nelle famiglie generiche indicate dalla norma**
- **Fornisce «all'ente certificatore» tutti i dati relativi alla costruzione dei cavi di una determinata famiglia**

### **L'«ente certificatore» - NOTIFIED BODY**

- **Valida l'EXAP**



## IN QUALI CASI SI PUO' RICHIEDERE L'EXAP

- Se le classi ottenute sono **B2ca, Cca, Dca – s1, s2, s3 – d0, d1, d2**  
(EN 50399 è la prova DI BASE)
- Se il cavo ha **diametro > 5.0 mm** (i cavi con diametro  $\leq 5.0$  mm sono provati a fasci per la EN 50399 e i fasci di cavi sono esclusi dall'EXAP)
  - Se i cavi sono, quindi, **CIRCOLARI**
- Se si tratta di **CAVI ENERGIA** (inclusi cavi controllo con tensione nominale e cavi ibridi)
- **CAVI DI COMUNICAZIONE E A FIBRE OTTICHE: ESCLUSI**
- **EN 50267-2-3 (IEC 607549 ESCLUSA – (PROVE SUI COMPONENTI))**



## COME SI DEFINISCE UNA FAMIGLIA SPECIFICA PER L'EXAP

Una famiglia deve essere

- Formata da cavi con la stessa struttura generale e valori di tensione
- La variazione deve quindi essere limitata alla dimensione dei conduttori e al numero di anime
  - Ad es.: Conduttori rigidi o flessibili: 2 famiglie diverse
    - Forme diverse: famiglie diverse
  - Presenza o meno di armature o strati concentrici: famiglie diverse

**IL COSTRUTTORE DEVE ESSERE LO STESSO E DEVE IMPIEGARE  
GLI STESSI MATERIALI E LE STESSO REGOLE DI  
PROGETTAZIONE**



**INOLTRE, IN FUNZIONE DELL'APPARTENENZA DI UNA SPECIFICA FAMIGLIA DI CAVI A UNA FAMIGLIA GENERICA DI CAVI SI HANNO 2 DIVERSE POSSIBILITA' DI APPLICARE L'EXAP**

- Se la famiglia specifica rientra in una della seguenti famiglie generiche:
  1. Unipolare senza guaina
  2. Unipolare con guaina (senza armatura)
  3. Multipolare con guaina (senza armatura)
  4. Uni- o multipolare armato

**EXAP SPECIFICO**

**ALTRIMENTI: EXAP GENERALE**



**EXAP SPECIFICO: richieste due prove (EN 50399)**

**EXAP GENERALE: richieste almeno tre prove (EN 50399)**

Quindi: i risultati da usare sono «sempre» quelli derivati da **EN 50339**:

- **Picco HRR, THR, Figra, Propagazione della fiamma, Picco SPR e TSP**  
(valori numerici continui):  
confronto fra il peggiore valore trovato + margine di sicurezza e il valore  
limite di classe (EN 13501-6)  
$$v_{class} = v_{max} + v_{sm}$$
- **Per il parametro «gocciolamento» si considera il peggiore valore trovato**





In caso di EXAP SPECIFICO i valori di  $v_{sm}$  sono tabellati dalla norma  
In caso di EXAP GENERALE i valori di  $v_{sm}$  devono essere calcolati  
(sempre dai dati della EN 50399)

Cosa si sceglie come parametro per caratterizzare un cavo  
(quindi per delimitare l'intervallo di validità delle EXAP  
specifiche o generali)

Si definisce il parametro del cavo

$$\chi = c \cdot V_{combust} / d^2$$

TUTTI I CAVI AVENTI PARAMETRO DI CAVO COMPRESO FRA IL  
MINIMO E IL MASSIMO DEI CAVI PROVATI SONO INCLUSI  
NELL'EXAP (specifica o generica)



## EXAP specifica – dati tabulati

### Tab 1: Valori di $\nu$ sm

		B2ca	Cca	Dca	s1	s2
Picco HRR	kW	3	6	40		
THR	MJ	1.5	3	7		
FIGRA	Ws-1	15	30	130		
Prop. fiamma	m	0.15	0.2			
Picco SPR	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>				0.05	0.3
TSP	m <sup>2</sup>				10	80



## EXAP specifica – dati tabulati

**Tab 2: Valori di diametro e di  $\chi$  per i quali è ammesso usare i dati di Tab. 1**

	d min (mm)	d max (mm)	$\chi_{\min}$	$\chi_{\max}$
Armato	10.0 (>5.0)	62.0	2	82
Non armato multipolare	9-0 (>5.0)	52.0	4	73
Unipolare con guaina	6.0 (>5.0)	29.0	2	20
Unipolare senza guaina	> 5.0	25.0	2	115



Se durante la prova EN 50399 i cavi non sono completamente bruciati (cioè la propagazione di fiamma è  $<$  di 3.3 m), i limiti della Tabella 2 si possono estendere in basso fino a un diametro comunque  $>$  5.0 mm

**MA SE I DIAMETRI MASSIMI FOSSERO  $>$  dei limiti di Tab. 2?**

Poiché in generale la prestazione alla prova EN 50399 migliora con l'aumentare del diametro, se i cavi non sono completamente bruciati, si ammette che un cavo con  $d > d_{max}$  mantenga la classificazione B2ca o Cca del cavo con diametro  $d_{max}$  incluso nella tabella precedente



## ESEMPIO NUMERICO DI EXAP SPECIFICA

### Parametro TSP

Si hanno due dati sperimentali di TSP per due cavi con  $\chi = 10$  e  $\chi = 50$  (si assume che i diametri ricadano nel range dei valori permessi, i valori di  $\chi$  ricadono nei range permessi da Tab. 2)

Supponiamo che il valore peggiore sia TSP = 300 m<sup>2</sup> (s<sup>2</sup>)

Allora il valore di  $\nu$  sm sarà = 80 m<sup>2</sup>

Quindi, il valore di  $\nu$  class sarà:

$$\nu \text{ class} = 300 + 80 = 380 \text{ m}^2$$

Che relativamente al parametro TSP dà sempre una classe s<sup>2</sup>

.....Ma il procedimento va ripetuto per ogni parametro e per ogni parametro possono aversi  $\nu$  class che «confermano» o «non confermano» la classe ottenuta sperimentalmente, quindi permettono o meno l'EXAP



## EXAP GENERALE

Se i cavi non ricadono nelle famiglie generiche che permettono di impiegare l'EXAP specifica, i margini di sicurezza devono essere calcolati caso per caso.

La formula proposta è:

$$v_{sm} = \sigma (\chi_{\max} - \chi_{\min}) / [(n-1)\chi_{\min}(1+m)]$$

$\sigma$  : stima della deviazione standard dei valori misurati

$\chi_{\max}$ ,  $\chi_{\min}$ : parametri di cavo di limite della gamma di cavi provata

$n$  : numero di cavi provato ( $\geq 3!$ )

$m$ : misura della monotonicità dei valori misurati

Quantifica se i dati sperimentali sono «in trend» con  $\chi$ .

Ovviamente, meno «chiaro» è il trend, più piccolo sarà il valore di  $m$  e più grande sarà il margine di sicurezza che saremo costretti a considerare



## EXAP GENERALE

Ricordiamo che per la EXAP GENERALE sono necessari i dati di almeno 3 cavi.

Come per la EXAP SPECIFICA, le conclusioni sono valide per la gamma  $\chi_{\min} - \chi_{\max}$

Il cavo / cavi intermedi non possono essere scelti arbitrariamente.

La norma quindi fornisce le formule per la scelta del / dei cavi supplementari tramite  
(determinazione del range di  $\chi$  entro cui scegliere tali cavi)



## EXAP GENERALE

Esempio numerico con  $m = 1$  (dati «in trend»)

Parametro: FIGRA

$$\chi 1 = 6; \chi 2 = 22; \chi 3 = 33$$

$$\text{FIGRA } 1 = \nu 1 = 38.5 \text{ W/s}$$

$$\text{FIGRA } 2 = \nu 2 = 40.5 \text{ W/s}$$

$$\text{FIGRA } 3 = \nu 3 = 103.4 \text{ W/s}$$

$$\sigma = 30.1 \text{ W/s}$$

$$m = 1$$

$$\nu_{sm} = 33.9 \text{ W/s}$$

$$\nu_{class} = 103.4 + 33.9 = 137.3 \text{ W/s}$$

..... Tutti i cavi compresi fra  $\chi 1$  e  $\chi 3$  mantengono i limiti per la classe B2ca  
( $< 150 \text{ W/s}$ )

..... ma la procedura è da ripetere per ogni parametro.....





## EXAP GENERALE

Esempio numerico con  $m < 1$  (dati «non in trend»)

Parametro: TSP

$$\chi 1 = 6; \chi 2 = 15; \chi 3 = 21$$

$$\text{TSP } 1 = \nu 1 = 16.3 \text{ m}^2$$

$$\text{TSP } 2 = \nu 2 = 9.5 \text{ m}^2$$

$$\text{TSP } 3 = \nu 3 = 45.9 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 15.8 \text{ m}^2$$

$$m = 0.69$$

$$\nu \text{ sm} = 6.3 \text{ m}^2$$

$$\nu \text{ class} = 45.9 + 6.3 = 52.2 \text{ W/s}$$

..... E' superato il limite per s1 (TSP < 50 m<sup>2</sup>), quindi i cavi considerati non soddisfano i requisiti per la classe s1



## EXAP per EN 60332-1-2

Si assume che i risultati non vengano sensibilmente influenzati dalla dimensione del cavo

Per una eventuale EXAP per EN 60332-1-2 devono essere provati gli stessi cavi considerati per la EN 50399

Il risultato da attribuire è il peggiore

Questo vale anche se la EN 50399 non è effettuata (classe Eca)  
In questi casi non si può ovviamente usare la EXAP generale



## CONCLUSIONI

Le procedure di EXAP:

1. Possono consentire di ridurre il numero di prove, una volta definite le famiglie e gli intervalli di  $\chi$  e diametri
2. Viceversa, possono essere di ausilio nel valutare raggruppamenti in famiglie ed eventualmente nella scelta del product type
3. Si basano essenzialmente sulla EN 50399
4. In ogni caso, come ogni EXAP sono subordinate al risultato della corrispondente prova sperimentale



Laboratorio Prevenzioni Incendi SpA

[www.laboratoriolapi.it](http://www.laboratoriolapi.it)

[lapi@laboratoriolapi.it](mailto:lapi@laboratoriolapi.it)