



DIVISIONE TRASFORMATORI DI POTENZA

Sede e stabilimento: via Libbia, 61 - Chiassa Superiore (AR)

Tel. +39-5753171 Fax +39-575317201 e-mail:tesarsrl@tin.it www.trafotesar.it

**La certificazione conseguita dalla
TESAR per i trasformatori a secco
delle classi E2-C2-F1**

***I risultati di anni di lavoro svolto seguendo
l'evoluzione normativa***

Questo breve documento evidenzia sinteticamente le principali tappe delle ricerche svolte dalla TESAR, a partire dalla sua fondazione sino ai giorni nostri, mirate a risolvere i problemi riguardanti il comportamento dei trasformatori inglobati in resina in condizioni ambientali e climatiche severe e al fuoco.

A cura dell'Ufficio Ricerca e Sviluppo della TESAR (AR)

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA (1° PARTE)

Nel 1980, anno di nascita della TESAR, vigeva per i trasformatori di potenza la Norma 14.4 - fascicolo 253 - del 1969, che si riferiva essenzialmente alle macchine in olio senza dettare alcuna prescrizione particolare per quelle a secco.

Nel 1982 uscì la Pubblicazione IEC 726 sui trasformatori a secco senza alcuna prescrizione e definizione delle condizioni eccezionali di servizio.

Nel 1983 fu data alle stampe la seconda edizione della CEI 14.4 - fascicolo 609 (come traduzione della IEC 76 del 1976 preannunciante una prossima uscita di norme per i trasformatori a secco.

Il CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica) era frattanto sorto per iniziativa del Mercato Comune Europeo con il compito di armonizzare le norme in campo elettrotecnico dei vari paesi membri così da facilitare il libero scambio dei prodotti.

Esistono due tipi di documenti:
le Norme Europee (EN), che i paesi membri devono adottare integralmente, e i Documenti di Armonizzazione (HD), ai quali tutti i paesi citati debbono attenersi nella sostanza.

I PRIMI PASSI

Il vuoto normativo sui trasformatori inglobati in resina (che doveva durare per tutta la prima metà degli anni 80) condizionò pesantemente l'attività dell'Ufficio Ricerca e Sviluppo (RSV) della TESAR specie per quanto riguardava lo sviluppo di macchine utilizzate in condizioni ambientali e climatiche severe e di buon comportamento al fuoco.

Di grande aiuto fu la camera climatica, di cui la nostra Sala Prove fu dotata fin dall'inizio e nella quale furono condotti esperimenti sul comportamento dei trasformatori isolati in resina alle basse ed alle elevate temperature.

Un altro strumento prezioso fu il calorimetro differenziale che consentì di caratterizzare le resine in base al valore della temperatura di transizione vetrosa (TG) in modo da agevolare la scelta per le diverse condizioni **climatiche**.

Molto più rudimentali, anche se significative, furono le prime sperimentazioni condotte per la caratterizzazione del comportamento dei nostri trasformatori dal punto di vista ambientale e del fuoco, quali, ad esempio, il tenere una macchina in tensione sotto tettoia in giornate particolarmente nebbiose nello stabilimento TESAR di Casalpusterlengo, (ad Arezzo non si conosce la nebbia).

Nel 1983 furono commissionate al CESI e al Laboratorio del Compartimento dei Vigili del Fuoco di Zurigo due prove che pur senza alcuna base normativa di riferimento avevano per lo meno un fondamento di ufficialità:

- al CESI su un trasformatore di serie da 250 kVA – 20/0,4 kV fu condotta in camera climatica una **prova di condensazione** continua in nebbia salina con la macchina in tensione per la durata di 100 ore (resoconto di prova CESI n.AT 3794);
- presso il Laboratorio dei Vigili del Fuoco di Zurigo fu fatta una prova di **autoestinguenza** su di una bobina inglobata in resina sottoposta al getto di una fiamma ossidrica (Certificazione del “Service de Prevention d’Incendie pour l’industrie”).

Nel 1985, sempre in assenza di norme specifiche, fu commissionata all'Università di Pavia una analisi quali-quantitativa delle sostanze emesse durante i trattamenti termici su campioni della resina usata per gli inglobamenti, analisi che rivelarono l'assoluta assenza di emissioni organiche nocive.

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA (2° PARTE)

Nel frattempo il Comitato Tecnico 14 (trasformatori) del CENELEC portava avanti i propri lavori con l'apporto delle sperimentazioni e degli studi di vari paesi.

Molto importante fu il contributo dato dall'ENEL, grazie al programma di prove eseguite al CESI negli anni 1984-85 per conoscere il comportamento dei trasformatori isolati in resina in condizioni di servizio particolarmente severe dal punto di vista climatico ed ambientale.

Nel 1989 veniva pubblicata in Italia la Norma CEI 14-8 – fascicolo 1162, come traduzione IEC 726.

Nel 1991 fu pubblicato il Documento di Armonizzazione CENELEC HD 464 S1.A2 che definiva le classi ambientali e climatiche e forniva una guida per la conduzione delle prove atte a verificarle:

- Classi Ambientali: E0-E1-E2
- Classi Climatiche: C1 – C2

Lo stesso documento definiva le Classi F0-F1-F2 di comportamento al fuoco, ma non dava le prescrizioni di prova rimandando ad una successiva pubblicazione.

Nel 1992 la Norma CEI 14-8 seconda edizione – fascicolo 1768, recepiva in toto il contenuto dell'HD 464 S1.A2.

RICERCHE SUL COMPORTAMENTO IN CONDIZIONI AMBIENTALI E CLIMATICHE SEVERE

Nel 1984-85 la Tesar mise a disposizione dell'ENEL un trasformatore di serie da 400 kVA, 20.000/400 V, per un programma di prove presso il CESI inteso a studiarne il comportamento in condizioni di servizio particolarmente severe.

Il programma prevedeva una serie di prove e misure preliminari, ripetute successivamente per la valutazione delle sperimentazioni, comprendente in particolare:

- misure delle scariche parziali;
- prove di tensione applicata;
- prove di tensione indotta;
- prove ad impulso.

Per verificare il comportamento alle condizioni ambientali severe furono eseguite:

- dicembre 1984 : 1° ciclo caldo-umido;
- febbraio 1985 : 2° ciclo caldo-umido;
- febbraio 1985 : 3° ciclo caldo-umido;
- maggio 1985 : 1° prova di invecchiamento;
- luglio 1985 : 2° prova di invecchiamento accelerato.

Per verificare il comportamento alle condizioni climatiche severe furono eseguite:

- dicembre 1984 : 1° ciclo freddo;
- febbraio 1985 : 2° ciclo freddo;
- febbraio 1985 : 3° ciclo freddo.

La frase finale del resoconto CESI concludeva affermando che al termine delle prove ambientali e climatiche eseguite, la ripetizione **delle prove dielettriche non ha rivelato alcun cedimento nell'isolamento.**

La descrizione di queste prove e i risultati ottenuti sono riportati nei resoconti CESI : AT 4029.1, AT 4029.2, AT 4181.1.

Queste esperienze hanno confermato la validità degli studi compiuti dalla TESAR, anche se in mancanza di norme specifiche, che avevano portato ad una produzione di elevata qualità e grande affidabilità sotto tutti i punti di vista.

A testimonianza dell'importanza di questi lavori e dei risultati ottenuti, il CESI ha pubblicato nel proprio periodico "CESINEWS" un articolo corredato della fotografia del trasformatore TESAR.

RICERCHE SUL COMPORTAMENTO AL FUOCO

Il problema delle prove relative alla verifica del comportamento al fuoco comportò un lavoro molto impegnativo da parte del Comitato Tecnico 14 del CENELEC e, al solito, considerevole fu l'apporto dell'ENEL e del CESI ai quali, come è detto di seguito, non mancò la collaborazione della TESAR.

Si trattava di considerare la questione da due punti di vista:

- l'autoestinguenza degli isolamenti;
- la nocività e l'opacità dei fumi dei gas emanati durante l'incendio.

A seguito dei primi orientamenti usciti dalle riunioni del CENELEC, la TESAR iniziò per propria iniziativa o in collaborazione con l'ENEL una serie di sperimentazioni:

- **Novembre 1988:** Misura dell'indice di ossigeno su una tavoletta di resina (certificato dell'Istituto del Marchio di Qualità "IMQ" n.1255).
- **Novembre 1988:** Misura dell'indice di tossicità e quantità alogenidrici emessi su una tavoletta di resina (certificato dell'Istituto di Ricerca Breda n. 524/AC/584).
- **Febbraio 1989:** Misura dell'opacità dei fumi col metodo del pannello radiante presso il CESI su tavolette di diversi tipi di resina (resoconti CESI n. BC 1442 – BC 1443 – BC 1444 – BC 1316 – BC 1317 – BC 1283).
- **Agosto 1989:** Ulteriori misure sull'opacità dei fumi presso il CESI (resoconti CESI n. BC 1661 – BC 1662 – BC 1663 – BC 1672 – BC 1673 – BC 1674).
- **Settembre 1989:** Misura dell'indice di ossigeno ed indice di temperatura (certificato IMQ n. 1316).
- **Settembre 1989:** Misura dell'indice di tossicità e quantità di composti alogenidrici (certificato Istituto Ricerca Breda n. 202/AC/309 e 257/AC/314).
- **Settembre 1989:** Misura del potere calorifico superiore (certificato Breda n. 257/AC/314).
- **Ottobre 1989:** Esperienze di comportamento al fuoco di diversi "modelli" di bobine MT (Resoconti CESI BC 1702 - BC 1738).
- **Dicembre 1989:** Esperienza di comportamento al fuoco presso il CESI su di una colonna completa 400 kVA - 20/0.4 (resoconto CESI BC 1791).
- **Agosto-Novembre 1990 :** Ulteriori esperienze di comportamento al fuoco presso il CESI su colonne 400 kVA (resoconti CESI BC 90/15274 e BC 90/21844).
- **Maggio 1991 :** Ulteriori esperienze di comportamento al fuoco di colonne complete da 400 kVA e verifica per la messa a punto della cella CESI (resoconti BC 91/08997 e BC 91/08998).

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA (3° ED ULTIMA PARTE)

Il Comitato Tecnico 14 del CENELEC, inquadrando le diverse classi ambientali e climatiche e definite le relative prescrizioni di prova, passò ad occuparsi delle prescrizioni riguardanti il comportamento al fuoco dei trasformatori a secco.

Nel novembre 1992 il CENELEC pubblicava il documento HD 464 S1.A3 che rappresentava la prima guida a livello mondiale per le prove atte a verificare la adeguatezza alle classi di comportamento al fuoco.

Nel settembre 1993 usciva la variante V1 della Norma CEI 14-8, come traduzione integrale del suddetto documento HD 464 S1.A3.

Il lavoro svolto in ambito CENELEC è attualmente allo studio in Nord-America in vista di una sua utilizzazione per le Norme IEEE e ASA.

LE OMOLGAZIONI PER L'ENEL

1) Prove di omologazione per ENEL-DCO per trasformatori fino a 1000 kVA delle classi E1-C1-F1 (aprile 1992 – marzo 1993)

- Caratterizzazione del sistema epossidico isolante (rapporti CESI n. BC 92/011408 – 92/031052 – certificato IMQ n. 1443 – certificato Breda n. 92201/AC/272).
- Verifica della adeguatezza alla classe ambientale E1 – Prova di condensazione (rapporto CESI n. LAB 93/000452).
- Verifica della adeguatezza alla classe climatica C1 – Colpo di calore a –5 °C (rapporto CESI n. LAB 93/000452).
- Prova di comportamento al fuoco di una colonna completa da 800 kVA 6/0,4 kV (rapporto CESI n. BC 93/002585).
- Omologazione ufficiale conseguita il 12 marzo 1993.

2) Prove di omologazione per ENEL-DCO per trasformatori oltre 1000 kVA delle classi E1-C1-F1 (novembre 1993 – dicembre 1995)

- Caratterizzazione del sistema epossidico isolante (rapporti CESI n. 93/029527 – certificato IMQ n. 01S0454).
- Verifica della adeguatezza alla classe ambientale E1 – Prova di condensazione (rapporto CESI n. LAB 95/022511).
- Verifica della adeguatezza alla classe climatica C1 – Colpo di calore a –5 °C (rapporto CESI n. LAB 95/022511).
- Prova di comportamento al fuoco di una colonna completa da 1600 kVA 6/0,4 kV (rapporto CESI n. BC 95/038007).
- Omologazione ufficiale conseguita il 20 dicembre 1995.

3) Estensione della qualificazione ENEL-DCO alle classi E2-C2-F1 (gennaio – marzo 1996)

- Verifica della adeguatezza alla classe ambientale E2 – Prova di condensazione e prova di penetrazione dell'umidità (rapporto CESI n. AT-96/003863).
- Verifica della adeguatezza alla classe climatica C2 – Colpo di calore a –25 °C (rapporto CESI n. 95/038210).
- Qualificazione ufficiale conseguita il 14 marzo 1996.

MONITORAGGIO DEL PRODOTTO

Una volta raggiunti questi importanti obiettivi TESAR ha predisposto procedure di controllo sempre più severe sia sulle materie prime in ingresso, sia sui semilavorati, sia sul prodotto finito per garantire un prodotto qualitativamente sempre migliore.

In particolare, **dal 1997** TESAR sottopone a campione i trasformatori a dure prove interne grazie all'utilizzo della propria camera climatica.

In questo modo TESAR è in grado di produrre qualsiasi tipo di trasformatore appartenete alle classi E2-C2-F1.



DIVISIONE TRASFORMATORI DI POTENZA

Sede e stabilimento: via Libbia, 61 - Chiassa Superiore (AR)
Tel. +39-5753171 Fax +39-575317201 e-mail:tesarsrl@tin.it www.trafotesar.it