

# FLUIDO ENVIROTEMP<sup>®</sup> FR3<sup>®</sup>

## DESCRIPCIÓN

El fluido Envirotemp<sup>®</sup> FR3<sup>®</sup> es un refrigerante dieléctrico resistente al fuego, basado en éster natural, específicamente formulado para uso en transformadores de distribución y potencia donde sus exclusivas propiedades ambientales, químicas, eléctricas y de seguridad contra incendio constituyen una ventaja.

El fluido Envirotemp FR3 es formulado a partir de aceites vegetales comestibles y aditivos de mejoría de desempeño de clase comestible. No contiene petróleo, halógenos, silicones u otro material cuestionable. Se degrada rápido y totalmente en el suelo y en ambientes acuáticos. El fluido se comporta como no tóxico en ensayos de toxicidad acuáticos. Es de color verde para destacar su perfil ambiental favorable y distinguirlo del aceite mineral.

El fluido Envirotemp FR3 posee un punto de combustión excepcionalmente elevado de 360°C y un punto de inflamación de 330°C. Posee la más alta resistencia a la inflamación de los fluidos resistentes al fuego actualmente disponibles. Está referido como fluido de Alto Punto de Combustión o "Resistente al Fuego" y está Especificado como un Líquido Dieléctrico Resistente al Fuego por <sup>[1]</sup>FM Global (FM) y <sup>[2]</sup>Underwriters Laboratories (UL) para uso en conformidad con los requisitos del <sup>[3]</sup>National Electric Code (NEC) y diversas normas industriales de seguridad.

El fluido Envirotemp FR3 es compatible con los materiales de aislamiento y componentes estándar de los transformadores y con los equipos y procedimientos de procesamiento de fluidos. Presenta características térmicas mejoradas con una viscosidad más próxima del aceite de transformador convencional, rigidez dieléctrica superior en aplicaciones de servicios nuevos y existentes y excelente estabilidad química con el tiempo. Su excelente desempeño fue confirmado en más de 20.000 instalaciones en el campo desde 1998.

Debido a sus excelentes características ambientales, de seguridad contra incendio y de desempeño, las aplicaciones del fluido Envirotemp FR3 se han extendido a una variedad de otros equipos, incluyendo transformadores de potencia, reguladores de tensión, seccionalizadores, transformadores-rectificadores, y circuitos de alimentación de voltaje para luminarias. El fluido se usa también en aplicaciones de relleno de transformadores y otros equipos de distribución y potencia.

## PROPIEDADES INICIALES TÍPICAS DEL FLUIDO ENVIROTEMP FR3 (Véase Tabla Pág. 7 para los Límites de Aceptación Garantizados)

Propiedad	Valor	Método de Ensayo
<b>Eléctrica</b>		
Rigidez Dieléctrica	56kV @ 25°C (gap 2.0mm)	ASTM D1816
Permisividad Relativa [Constante Dieléctrica]	3.2 @ 25°C	ASTM D924
Factor de Disipación [Factor de Potencia]	0.08 @ 25°C 3.0 @ 100°C	ASTM D924
Resistividad Volumétrica	20 x 10 <sup>12</sup> Ω-cm @ 25°C	ASTM D1169
Rigidez de Impulso (Esfera a Esfera)	226 kV @ gap de 0,15"	ASTM D3300
Tendencia a la Gasificación	-79 (μL/min)	ASTM D2300
<b>Física y Química</b>		
Densidad Relativa	0.92 @ 25°C	ASTM D129
Tensión Interfacial	24 mN/m @ 25°C	ASTM D971
Número de Neutralización (Ácido)	0.04 mg KOH/g	ASTM D974
Viscosidad Cinemática	34 cSt @ 40°C 8 cSt @ 100°C	ASTM D445
Contenido de Agua	30 mg/kg	ASTM 1533B
Saturación Relativa de Agua	2 – 3%	Método CPS
Solubilidad del Aire	16% @ 25°C @ 1 atm.	ASTM D2779
Aspecto	Transparente, Verde Claro	ASTM D1524
Color	L 0.5	ASTM D1500
<b>Térmica</b>		
Punto de Inflamación (Vaso Cerrado)	316°C	ASTM D93
Punto de Inflamación (Vaso Abierto)	330°C	ASTM D92
Punto de Combustión (Vaso Abierto)	360°C	ASTM D92
Punto de Fluidez	-21°C	ASTM D97
Conductividad Térmica	4 x 10 <sup>-4</sup> cal/(cm • sec • °C) @ 25°C	Método CPS
Coefficiente de Expansión	7.4 x 10 <sup>-4</sup> cc/cc/°C @ 25°C	Método CPS
Capacidad Térmica	2.10 J/g/°C @ 50°C 2.39 J/g/°C @ 100°C	ASTM E1269
<b>Propiedades Ambientales</b>		
Relación BOD/COD	45%	SM5210B
Biodegradación Acuática	100%	EPA OPPTS 835.3100
Fácil Biodegradación	100%	EPA OPPTS 835.3100
Toxicidad Aguda en Alevines de Truchas	Mortalidad Cero para Ciclo de Prueba Completo	OECD 203

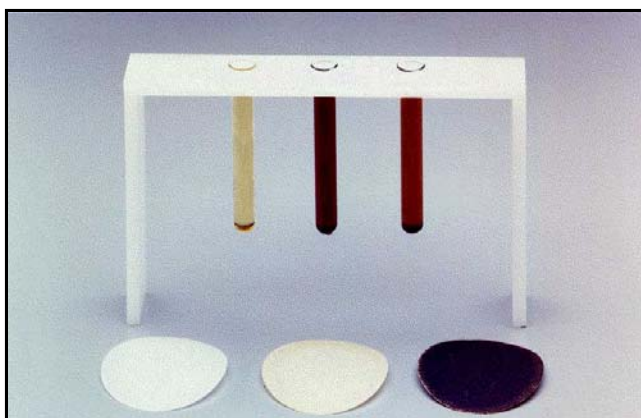
Las propiedades típicas arriba presentadas son para fluido nuevo antes del embarque en la fábrica. Estas propiedades están sujetas a cambios sin aviso previo. Entrar en contacto con el departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems para los valores de aceptación recomendados. Solicite la Guía de Especificación del fluido Envirotemp FR3, Boletín 97080S.

**Boletín B900-00092S**  
**Informaciones del Producto**  
**Junio 2007**  
(Sustituye a la Abril, 2004)

## DESEMPEÑO

La estructura química exclusiva del fluido Envirotemp FR3 proporciona excelentes características de desempeño. El fluido mantiene su rigidez dieléctrica mucho mejor que otros fluidos dieléctricos al ser usado como medio de apertura bajo carga, y posee las menores tendencias a la gasificación bajo solicitaciones eléctricas. Su desempeño en refrigeración es superior que otros fluidos resistentes al fuego. Posee una viscosidad menor a las temperaturas de operación que otros fluidos resistentes al fuego. El fluido no presentó un cambio mensurable en la viscosidad después de ciclos exhaustivos de pruebas. Posee una resistencia superior a la carbonización y formación de lodo comparado con aceite de transformador convencional. Bajo las mismas condiciones de prueba de carbonización, el fluido Envirotemp FR3 produjo menos de 1/20 del coque de carbono producido en aceite mineral. El ensayo de vida útil sin lodo de Doble Laboratories no indicó lodos mensurables.

### Ensayo de Estabilidad Térmica



De izquierda a derecha Fluido Envirotemp FR3, fluido R-Temp® y Aceite de Transformador Convencional después de 120 horas a 165°C.

El fluido Envirotemp FR3 tiene una aptitud excepcional para extraer la humedad retenida y absorber agua liberada por el envejecimiento del papel. También ayuda químicamente a impedir que las moléculas de papel se rompan al ser expuestas al calor. Estos atributos permiten que el fluido minimice significativamente el envejecimiento del papel aislante del transformador. Los ensayos demuestran que el papel envejecido en el fluido Envirotemp FR3 demora 5-8 veces más en alcanzar los mismos puntos de fin de vida útil que el papel envejecido en aceite de transformador convencional.

La siguiente tabla muestra una comparación entre el tiempo para alcanzar fin de vida útil del aislamiento para un papel Kraft térmicamente mejorado en aceite de transformador convencional y en fluido Envirotemp FR3. El tiempo hasta el fin de vida útil del aislamiento

determinado según la guía de cálculo de carga de transformadores de IEEE C57.91 también se incluye para comparación. Ensayos de envejecimiento acelerado similares confirmaron una mejora aún mayor del envejecimiento térmico para papel Kraft regular (no térmicamente mejorado).

### Fin de Vida del Papel Aislante de Transformador (Horas)

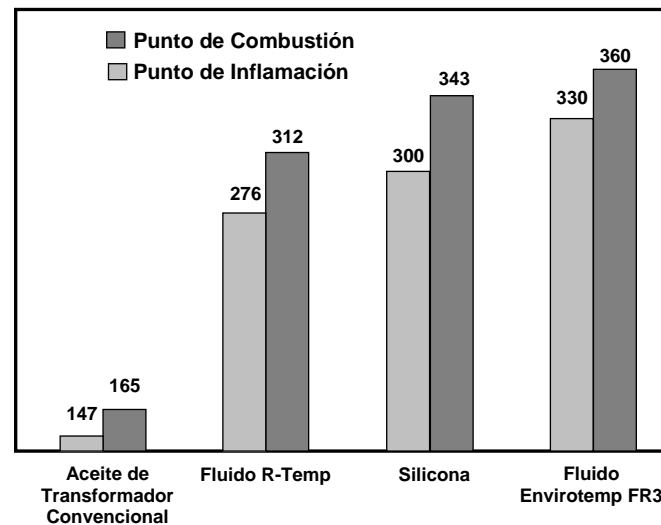
Base Fin de Vida	150°C			170°C			
	Aceite Mineral	Envirotemp FR3	Base IEEE	Aceite Mineral	Envirotemp FR3	Base IEEE	
Resistencia a la Tracción Retenida	50%	3100	>4000*	1602	240	1300	323
	25%	400	>4000*	3327	490	4000	671
Grado de Polimerización	200	3200	>4000*	3697	480	3400	746

\* El papel no alcanzó el fin de vida útil en la duración del ensayo. Para ser conservador no se usó extrapolación.

## SEGURIDAD CONTRA INCENDIO

El fluido Envirotemp FR3 tiene un punto de combustión de 360°C, bien superior al mínimo de 300°C fijado por <sup>[3]</sup>NEC®. Su punto de inflamación (330°C) es superior que el punto de combustión de la mayoría de los otros fluidos resistentes al fuego actualmente disponibles. El fluido Envirotemp FR3 es certificado como refrigerante dieléctrico resistente al fuego por <sup>[1]</sup>FM Global y UL en conformidad con los requisitos de especificación del <sup>[3]</sup>NEC, no teniendo registros de incendios o explosiones envolviendo transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3.

### Punto de Inflamación y Combustión de Fluidos Dieléctricos (°C)

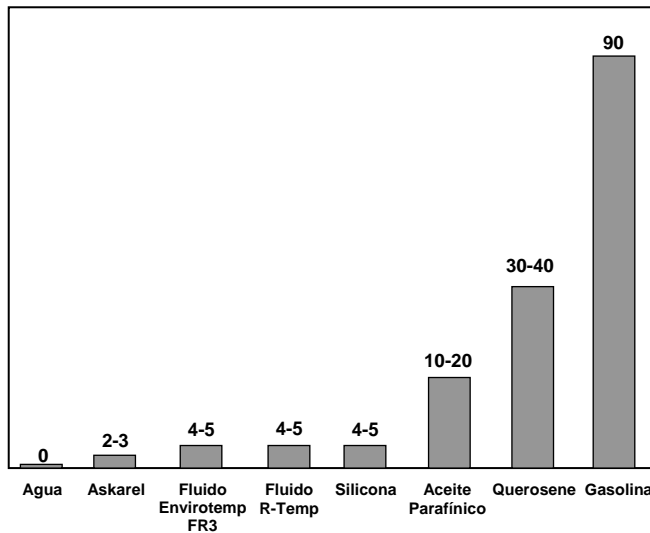


En ensayos de grande y pequeña escala, el fluido Envirotemp FR3 ha demostrado más resistencia al fuego que otros substitutos del Askarel. Con base en los ensayos de larga escala, <sup>[1]</sup>FM Global llegó a la conclusión de que la probabilidad de que un incendio de charco evolucionase a partir del fluido era tan

pequeña que no era necesario determinar o considerar la tasa de liberación de calor al determinar los requisitos de instalación del fluido. FM Global acepta el fluido Envirotemp FR3 para transformadores aprobado por la Norma FM 3990. La [5]OSHA (Occupational Health and Safety Administration) ha reconocido esta norma de FM como encuadrada en la definición de Producto Especificado y Rotulado según Sección 110-3(b) del NEC. La norma permite que transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3 sean instalados en interiores, típicamente sin rociadores automáticos o bóvedas, con una distancia mínima a las paredes de apenas 914 mm (36 pulgadas).

El [2]UL desarrolló la Norma 340 para comparar los índices de peligro de incendio de diferentes fluidos. El siguiente gráfico demuestra el índice favorable atribuido al fluido Envirotemp FR3. Véase la Marcación de UL en la página 8 para los requisitos de instalación de transformadores.

**Índice de Peligro de Incendio Norma UL 340**



[1]FM Global también admite el uso de transformadores con até 37.850 litros (10.000 gal) de fluidos resistentes al fuego aprobados, instalados a 1,5 metros (5ft) de edificaciones o otros equipos, sin necesidad de paredes cortafuego o sistemas de extinción de incendio.

### **CUMPLIMIENTO DE LOS CÓDIGOS**

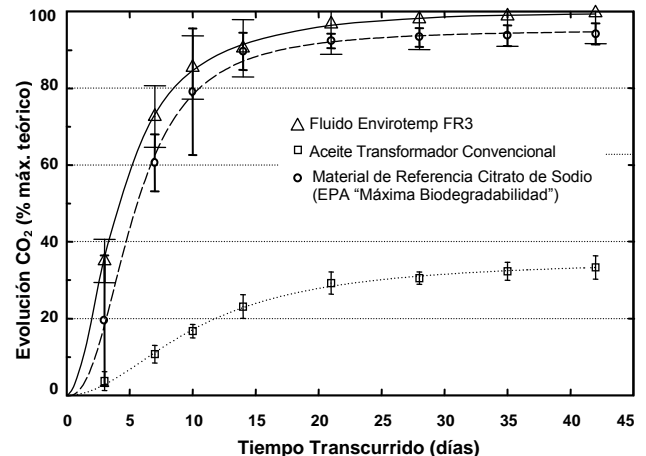
Los fluidos resistentes al fuego son reconocidos como medio de protección contra incendio por la Sección 15 del Código Americano de Seguridad Eléctrica (Comité Autorizado de Normas C2) para subestaciones de generación y distribución. El fluido Envirotemp FR3 atiende los requisitos de la norma [3]NEC sección 450-23, listado como líquido resistente al fuego. Está cubierto por el Artículo §1910.305, sección 5(v) de [5]OSHA.

El fluido Envirotemp FR3 es Aprobado por [1]FM y clasificado como "Resistente al Fuego" según [2]NEC artículo 450-23, encuadrado en la definición de un Producto Listado según el NEC. Para informaciones adicionales solicite la publicación NEC Requirements Guidelines, Boletín 92046.

### **MEDIO AMBIENTE Y SALUD**

El fluido Envirotemp FR3 está formulado específicamente para minimizar los riesgos contra la salud y el medio ambiente. Está hecho a partir de aceites vegetales comestibles y aditivos de mejoría de desempeño de clase comestible. Los aceites básicos provienen de fuentes renovables – semillas oleaginosas – siendo fácilmente reciclables y reutilizables. El fluido Envirotemp FR3 no requiere aceites vegetales genéticamente modificados. Posee una coloración verde registrada para diferenciarse de los demás fluidos dieléctricos. Su índice de biodegradación es tan bueno cuando el material de referencia de la [6]EPA (EE.UU. Environmental Protection Agency®), siendo considerado como "máximo biodegradable" por EPA.

**Gráfico de Biodegradación Acuática Aeróbica  
Ensayo [6]EPA OPPTS 835.3100**



En uno de los ensayos de toxicidades agudas más extremadamente sensibles, el ensayo de toxicidad aguda en alevines de truchas [9]OECD 203, el fluido Envirotemp FR3 fue más eficaz que todos los otros fluidos dieléctricos, alcanzando una tasa de mortalidad cero en todo el período del ensayo.

Como el fluido Envirotemp FR3 es formulado a partir de aceites y aditivos de clase comestibles, no está sujeto a la Regulación Federal Americana de Aceite Usados (EE.UU. Title 40, N.º 270). En lugar de ello está tratado por el Acto Regulatorio de Aceites Comestibles (Ley Pública EE.UU. 104-55, 1995), siendo por lo tanto elegible para atenuante regulatorio actual y futuro. Las opciones de procedimientos alternativos de

respuesta a derrames, tales como la bio-remediación son ahora más viables. La viscosidad un poco más elevada del fluido comparada con la del aceite de transformador convencional, juntamente con su aptitud de polimerizar cuando finas capas son expuestas al calor y circulación de aire, ayuda a evitar la migración a lo largo de la superficie y en el subsuelo.

El fluido Envirotemp FR3 no está catalogado como peligroso por <sup>[6]</sup>EPA, <sup>[5]</sup>OSHA, o el <sup>[7]</sup>Departamento de Transportes (DOT) de EE.UU. Los ensayos de toxicidad animal no revelaron signos de reacciones, ni fueron informadas reacciones en contacto con seres humanos. El fluido Envirotemp FR3 no está especificado como bioacumulador o mutagénico. Es un candidato a la clasificación de "Producto Ambientalmente Preferido". Su índice del Sistema de Informaciones de Materiales Peligrosos (HMIS) es cero tanto para salud como para reactividad. No está clasificado como carcinógeno por el Programa Nacional de Toxicología (NTP), monografías de la <sup>[8]</sup>International Agency for Research on Cancer (IARC) y Reglamento de <sup>[5]</sup>OSHA. Los productos de la descomposición térmica del fluido Envirotemp FR3 están esencialmente limitados a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, con vestigios de CO dependiendo de la disponibilidad de oxígeno y temperatura. El fluido Envirotemp FR3 no puede producir PCDFs (Furanos), PCDDs (Dioxinas) ni silicatos.

El uso de fluido dieléctrico basado en semillas oleaginosas recibió la preferencia de adquisición del Gobierno Federal de EE.UU. por el departamento de Agricultura (USDA) como material de base biológica según publicación 7 CFR 2902, de 10 de febrero de 2005. Es una excelente opción para norma ISO 14000 u otros programas ambientales similares que fomentan el uso de materiales y procedimientos alternativos ambientalmente agradables.

Otras informaciones de seguridad del producto se encuentran en la Ficha de Datos de Seguridad de Material (MSDS), Boletín 98082S, disponible para consulta.

## **APLICACIONES**

### **■ Transformadores Nuevos**

Transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3 para aplicaciones en interiores, sumergibles y a la intemperie están disponibles en varios fabricantes de todo el mundo.

Para aplicaciones en interiores, los transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3 no sólo proveen el desempeño comprobado del diseño llenado con líquido, sino también un costo de ciclo de vida menor que las otras alternativas de igual potencia.

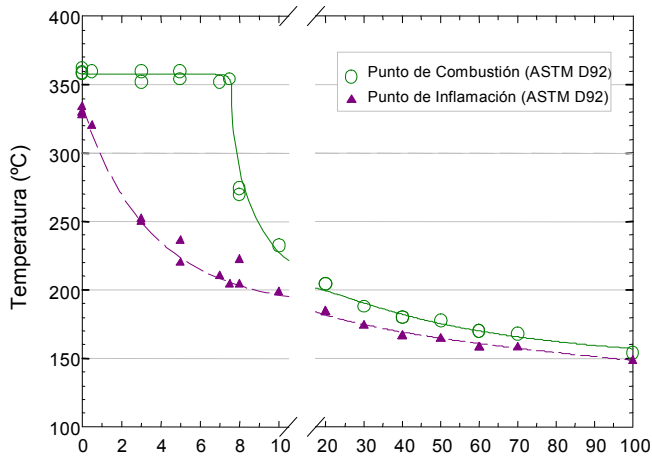
Los transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3 son también una excelente opción para instalaciones a la intemperie, en redes o en bóvedas subterráneas donde es necesario un margen adicional de seguridad contra explosión e incendio. También son preferibles cuando se necesita una protección contra impacto ambiental adverso en comparación con otros fluidos dieléctricos como el aceite de transformador convencional. Las aplicaciones a la intemperie donde se recomienda más seguridad incluyen proximidad a los edificios o a equipos valiosos, instalaciones en techos y proximidad a áreas peatonales. Los tipos de transformadores que actualmente operan con fluido Envirotemp FR3 incluyen transformadores tipo poste, pedestal y pequeña, medianas y grandes potencias. Los transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3 son aceptados por las industrias privadas y estatales. Las propiedades favorables a la salud y al medio ambiente tornan a los transformadores llenos con fluido Envirotemp FR3 una opción frecuente en las plantas de proceso farmacéuticas y alimentos. Entre en contacto con el departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems o su proveedor de equipos para obtener un ejemplar del Boletín 99020, Lista de Usuarios de Fluido Envirotemp FR3.

### **■ Relleno de Transformadores Llenos con Aceite Convencional**

El fluido Envirotemp FR3 es muy adecuado como fluido de sustitución para mejorar el margen de seguridad de los transformadores llenos con líquido, tanto en los aspectos ambientales como de protección contra incendio. Es totalmente mezclable con el aceite de transformador convencional, Hidrocarburos de Alto Peso Molecular (HMWH), y la mayoría de los sustitutos de Askarel. Diferentemente del relleno con otros fluidos resistentes al fuego, el residual de aceite que permanece en el transformador no irá reducir típicamente el punto de combustión debajo del mínimo de 300°C exigido por <sup>[3]</sup>NEC. Esto es cierto aún después de alcanzado el equilibrio total entre el fluido sustituto y el aceite residual en el papel.

Otras ventajas del relleno con fluido Envirotemp FR3 incluyen alta rigidez dieléctrica, constante dieléctrica muy próxima a la del papel Kraft aislante, excelente lubricidad, compatibilidad con los materiales y un coeficiente de expansión similar al aceite de transformador convencional. El fluido también actúa como agente secador para el aislamiento del transformador que se humedeció con el envejecimiento, esta propiedad ayuda a prolongar la vida útil del sistema de aislamiento del transformador.

### Variación del Punto de Combustión e Inflamación con el Contenido de Aceite de Transformador Convencional



Contenido de Aceite de Transformador en Envirotemp FR3 (wt%)

El fluido Envirotemp FR3 no causa formación de espuma en el aceite de transformador como pueden causar los vestigios de silicona con desgasificación al vacío. Diferentemente de la silicona, no causa problemas de adherencia de pintura, ni forma silicatos de carbono durante operaciones de conmutación, lo que podría producir una grave reducción de la rigidez dieléctrica.

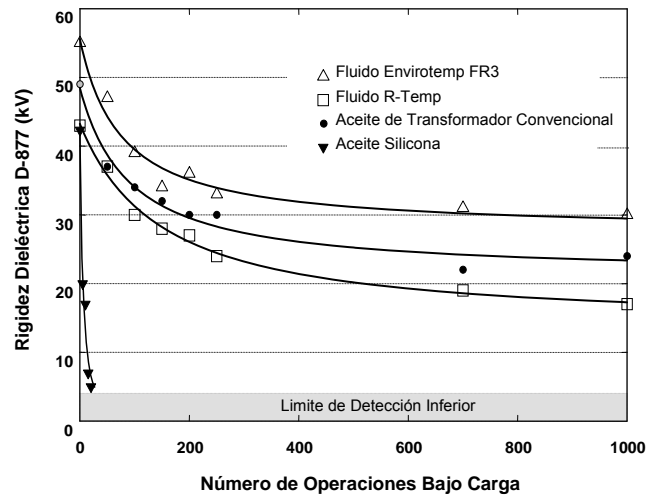
Consultar la Guía de Almacenaje y Manipulación del Fluido Envirotemp FR3, Sección S900-20-1S y Guía de Relleno, Boletín S900-20-2S, o entrar en contacto con el departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems para obtener recomendaciones adicionales.

### Dispositivos de Apertura Bajo Carga

Su excelente retención de rigidez dieléctrica, lubricidad, básicamente sin carbonización y una tendencia muy baja a la gasificación hacen del fluido Envirotemp FR3 un medio excelente para apertura bajo carga en temperaturas arriba de  $-10^{\circ}\text{C}$ . Aplicaciones de éxito comprobado incluyen equipos nuevos e rellenados como seccionalizadores y transformadores con accesorios de apertura bajo carga como fusibles bayoneta, interruptores, llaves seccionalizadoras y dispositivos de protección con interrupción de fallas al vacío.

Debido a las diferencias de viscosidad comparadas con el aceite de transformador convencional, la adaptabilidad de cada aplicación debe ser examinada por el fabricante del equipo, particularmente en instalaciones con temperaturas muy bajas.

### Comparación de Retención de Rigidez Dieléctrica en la Apertura Bajo Carga



### Otras Aplicaciones

La seguridad y las propiedades de desempeño inherentes del fluido Envirotemp FR3 han extendido sus aplicaciones en equipos eléctricos diferentes de transformadores, incluyendo electroimanes industriales, moduladores klistrón, conjuntos transformador/rectificador, fuentes de alimentación para luminarias y aplicaciones de transferencia de calor para equipos de prueba. El fluido Envirotemp FR3 posee excelente lubricidad, una característica importante para aplicaciones en equipos con piezas móviles. Las aplicaciones en papel impregnado en aceite para cables y aisladores pasamuros de alto voltaje aparecen como muy prometedoras debido a la excelente aptitud del fluido para minimizar la degradación del papel aislante y su deseable valor de tendencia a la gasificación de  $-79 \mu\text{l}/\text{min}$ .

La adaptabilidad de cada aplicación del fluido Envirotemp FR3 es de responsabilidad del usuario. Entrar en contacto con el departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems para obtener guías de aplicaciones.

**Nota:** Para mantener las propiedades ideales del fluido para su utilización prevista como fluido aislante eléctrico, la exposición al oxígeno, humedad y otros contaminantes debe ser minimizada. Excepto por breves períodos, el material que ha sido sumergido en fluido Envirotemp FR3 no debe ser expuesto al aire. Finas películas de ésteres naturales tienden a polimerizarse mucho más rápido que el aceite de transformador convencional. Para los equipos drenados de fluido Envirotemp FR3, se recomienda que el equipo sea colocado en un ambiente de gas inerte o que sea inmerso nuevamente lo más rápido posible. El secado



Antes del embarque, el fluido Envirotemp FR3 es sometido a varios ensayos de garantía de calidad. La planta donde se produce el fluido Envirotemp FR3 está Certificada por la ISO 9001.

*con aire caliente es un proceso inaceptable para conjuntos que ya fueron impregnados con fluido de éster natural. Para los conjuntos que requieren un secado adicional, es requerido un método de secado que no exponga el aislamiento impregnado al aire para evitar la polimerización del fluido dieléctrico. Para informaciones adicionales, véase Guía de Almacenaje y Manipulación del Fluido Envirotemp FR3, Boletín S900-20-1S.*

## **HISTORIA DE DESEMPEÑO EN CAMPO**

Desde la energización de prototipos en 1996, miles de transformadores y equipos llenos con fluido Envirotemp FR3 fueron instalados acumulando decenas de miles de unidades-año de servicio confiable en el campo. El registro histórico de desempeño y seguridad contra incendio del fluido ha sido sin fallas. Además de las aplicaciones nuevas, unidades llenas con aceite de transformador convencional fueron rellenas y operadas con fluido Envirotemp FR3. El monitoreo de transformadores operando con fluido Envirotemp FR3, incluyendo los primeros prototipos, demostró que el fluido Envirotemp FR3 es excepcionalmente estable. Los análisis de gases disueltos han comprobado ser adecuado y funcional en el mantenimiento preventivo.

## **INFORMACIONES GENERALES**

### ■ Almacenaje y Manipulación

Los mismos procedimientos básicos para el almacenaje y manipulación de aceite de transformador convencional deben ser utilizados con el fluido Envirotemp FR3. Para ayudar a mantener el porcentaje de saturación extremadamente bajo del momento de la fabricación del fluido, se recomienda que el tiempo de exposición al aire sea el mínimo posible. El almacenaje en tambores y contenedores debe ser en interiores o en exteriores protegido de la intemperie. Para informaciones adicionales sobre almacenaje y manipulación entrar en contacto con el departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems o su proveedor de equipos y solicitar la Guía de Almacenaje y Manipulación, Boletín S900-20-1S.

### ■ Mantenimiento del Fluido

Los ensayos periódicos de mantenimiento para el Fluido Envirotemp FR3 deben observar la misma programación usada para los transformadores llenos con aceite de transformador convencional. Los ensayos de mantenimiento recomendados incluyen:

1. Rigidez dieléctrica según norma ASTM D1816. El límite aceptable para uso continuo de fluido Envirotemp FR3 envejecido en servicio es de 30kV mínimo (para equipos de 69 kV y abajo). Para aplicaciones con voltaje de más de 69kV entrar en contacto con Cooper Power Systems para obtener recomendaciones.
2. Puntos de Combustión e Inflamación. Porcentajes relativamente pequeñas de aceite convencional no deberán reducir significativamente el punto de inflamación y el punto de combustión del fluido Envirotemp FR3. Aproximadamente 7,5% de contaminación puede reducir el punto de combustión debajo de 300°C. Si se sospecha que el fluido puede estar contaminado, deben medir el punto de inflamación y combustión según la norma ASTM D92.
3. Análisis de Gases Disueltos. Recomendado especialmente para equipos de valor elevado o equipos que atiendan cargas críticas. Se puede aplicar la Guía ANSI/IEEE C57.104-1991 para la detección y el análisis de gases generados, excepto los métodos de proporciones.
4. El ensayo del factor de disipación, número de neutralización y la tensión interfacial proporcionan una buena indicación de posible contaminación o de degradación inusual. Los límites aceptables para uso continuado de fluido Envirotemp FR3 envejecido en servicio están especificados en la siguiente tabla.

## Limites de Aceptación Recomendados para Fluido Envirotemp® FR3®

Propiedad	Método ASTM	Fluido Nuevo conforme Recibido	Fluido Usado Limites para Servicio Continuo
Rigidez Dieléctrica gap 2mm (kV)	D1816	≥ 40	≥30
Factor de Disipación °C(%) 25°C 100°C	D924	≤ 0,20 ≤ 4,0	– –
Número de Neutralización (mg KOH/g)	D974	≤ 0,06	≤ 2,5
Punto de Inflamación(°C)	D92	≥ 300	–
Punto de Combustión(°C)	D92	≥ 340	≥ 300
Viscosidad (cSt) 100°C 40°C	D445	≤ 10 ≤ 40	– –
Punto de Fluidez (°C)	D97	≤ -18	–
Contenido de Humedad (mg/kg)	D1533B	≤ 200	≤ 400

Para el fluido que no se puede reacondicionar, las opciones recomendadas de eliminación incluyen venta a procesadores para reciclaje/refinado, conversión en biodiesel, o mezcla con aceite combustible para calderas y hornos industriales. Asumiendo que el fluido no haya sido contaminado por materiales controlados, el fluido usado no está bajo la jurisdicción del Reglamento Federal para Aceite Usado (Title 40, n.º 279).

Consultar la Guía de Almacenaje y Manipulación Boletín S900-20-1S y Guía de Ensayos, Boletín R900-20-12S, o entrar en contacto con departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems para obtener recomendaciones adicionales.

**[1] Factory Mutual Global (FM):** Agencia de seguridad especializada en la gerencia de riesgo. Dentro de su familia está Factory Mutual Research, que actúa en la investigación e ingeniería de prevención de pérdidas, y Factory Mutual Approvals, concentrada en las pruebas y clasificación de productos relacionados con seguridad al fuego. FM Research es reconocida por la Agencia Federal Ocupacional y de Seguridad de EE.UU (Federal Occupational and Safety Agency) como "Laboratorio de Pruebas Reconocido Nacionalmente".

**[2] Underwriters Laboratories (UL):** Organización independiente, sin fines de lucro, de certificación y prueba en la seguridad de productos.

**[3] National Electrical Code (NEC):** Código producido por consenso de voluntarios organizados por la Asociación de Protección Contra Fuego de EE.UU (National Fire Protection Association – NFPA) bajo su publicación NFPA 70, y adoptado por ANSI (American National Standard Institute). La NEC es típicamente adoptada en normas locales y estatales para instalaciones de distribución eléctrica además de controladas por concesionarias eléctricas.

**[4] Doble Engineering:** Compañía localizada en Boston – EE.UU., especializada en el suministro de equipos de pruebas y servicios de ingeniería a la industria eléctrica desde 1920.

**[5] Occupational Health and Safety Administration (OSHA):** Agencia Federal de EE.UU. que reglamenta las normas y procedimientos para

## ■ Guía de Especificación

El refrigerante dieléctrico debe ser listado como fluido resistente al fuego que atiende los requisitos de sección 450-23 de [3]NEC (EE.UU. National Electrical Code) y los requisitos de sección 15 de IEEE C2-1997 (National Electrical Safety Code). El fluido debe ser no tóxico, no bioacumulador, debiendo ser fácilmente y completamente biodegradable según [6]EPA OPPTS 835.3100. El fluido debe tener su tecnología ambiental verificada por [6]EPA Official ETV Report. Debe estar compuesto de aceites vegetales comestibles y aditivos de mejoría de desempeño de clase comestible. Debe presentar resultado de mortalidad cero al ser sometido al ensayo de alevines de truchas según [9]OECD 203. No deberá requerir aceites derivados de semillas genéticamente modificadas. Deberá ser aprobado por [1]FM y clasificado por [2]UL, fluido Envirotemp FR3 o similar. Su compatibilidad con los componentes de transformadores deberá ser verificada. Deberá tener punto de inflamación mínimo en vaso abierto ≥300°C y punto de combustión ≥340°C.

## INFORMACIONES DE COMPRA

Para hacer un pedido de Envirotemp FR3, especificar:

Granel	0425200A03
Envase Ecobulk 1249 litros	0425589A05
Tambor 208 litros	0425589A08
Envase 19 litros	0425589A09

*Para informaciones sobre garantía, términos y condiciones de venta, favor entrar en contacto con el departamento de Fluidos Dieléctricos de Cooper Power Systems o su proveedor de equipos para solicitar la Hoja de Términos y Condiciones de Cooper Power Systems.*

Según nuestro entender, las informaciones y datos en este folleto son precisos en el momento de su impresión.

prevención de accidentes y protección de la salud de los trabajadores según el Acto de Salud y Seguridad Ocupacional de 1970.

**[6] Environmental Protection Agency (EPA):** Agencia de Protección Ambiental de EE.UU con la misión de proteger la salud humana y salvaguardar el ambiente natural (aire, agua y tierra).

**[7] Department of Transportation (DOT):** Departamento Federal de EE.UU. que fiscaliza y reglamenta las políticas de transporte. Responsable de la negociación e implementación de acuerdos de transporte internacionales y la emisión de reglamentos para prevenir el uso impropio de alcohol y drogas ilegales, en los sistemas de transporte.

**[8] International Agency for Research on Cancer (IARC):** Agencia de la Organización Mundial de Salud con la misión de coordinar y conducir las investigaciones sobre las causas del cáncer humano, los mecanismos cancerígenos, y desenvolver estrategias científicas para el control del cáncer.

**[9] Organization for Economic Co-operation and Development (OECD):** Organización para la cooperación y el desarrollo económico, compuesta por países miembros comprometidos con el gobierno democrático y la economía de mercado. Posee relaciones activas con otros países, ONG's y la sociedad civil. Muy conocida por sus publicaciones y estadísticas que cubren asuntos económicos y sociales de la macroeconomía, negocios, educación, desenvolvimiento y ciencia.

## UL CLASSIFICATION MARKING



CLASSIFIED BY UNDERWRITERS LABORATORIES INC.® AS TO FIRE HAZARDS ONLY.

Envirotemp® FR3® Fluid Classed 4 to 5 less hazardous than paraffin oil in respect to Fire Hazard.

CLASSIFIED BY UNDERWRITERS LABORATORIES INC.® AS TO SECTION 450-23 OF THE 2005 NATIONAL ELECTRICAL CODE.

Classified as a "Less-flammable liquid" as specified in the National Electrical Code when used in 3-phase transformers, 45 through 10,000 kVA with the following "use restrictions":

- A. For use only in 3-phase transformers having tanks capable of withstanding an internal pressure of 12 psig without rupture,
- B. Required use of pressure relief devices on transformer tank in accordance with the following tabulation to limit internal pressure buildup and prevent tank rupture due to gas generation under low current arcing faults, and
- C1 Required use of current limiting fusing in the transformer primary having  $I^2t$  characteristics not exceeding the values in the following tabulation. Under-fluid expulsion fuses may be used in series with the current-limiting fuses, in accordance with the manufacturer's protection scheme,
  - or
  - C2 Required use of overcurrent protection in the transformer primary having  $I^2t$  characteristics not exceeding the values in the following tabulation. If the fuse is designed to vent during operation (such as an expulsion fuse), it shall be located external to the transformer tank.

TRANSFORMER	REQUIRED PROTECTION		REQUIRED PRC
3-Phase Transformer Rating, kVA	Required Current Limiting Fusing (+) Maximum $I^2t$ (A <sup>2</sup> S)	or Required Overcurrent Protection (+) Maximum $I^2t$ (A <sup>2</sup> S)	Minimum Required Pressure Relief Capacity, (++) SCFM at 15 psi
45	500,000	700,000	35
75	500,000	800,000	35
112.5	550,000	900,000	35
150	600,000	1,000,000	50
225	650,000	1,200,000	100
300	750,000	1,400,000	100
500	900,000	1,900,000	350
750	1,100,000	2,200,000	350
1,000	1,250,000	3,400,000	350
1,500	1,500,000	4,500,000	700
2,000	1,750,000	6,000,000	700
2,500	2,000,000	7,500,000	5,000
3,000	2,250,000	9,000,000	5,000
3,750	2,500,000	11,000,000	5,000
5,000	3,000,000	14,000,000	5,000
7,500	3,000,000	14,000,000	5,000
10,000	3,000,000	14,000,000	5,000

(+) This is an additional requirement to the overcurrent protection required in accordance with Section 450-3 of the 2005 National Electrical Code.

(++) Opening pressure, 10 psig maximum.

## CLASIFICACIÓN UL (Traducción de Cooper Power Systems)



CLASIFICADO POR "UNDERWRITERS LABORATORIES INC.®" SOLAMENTE PARA RISCO DE INCENDIO.

Fluido Envirotemp® FR3®. Clasificado como 4 a 5 veces menos peligroso que el aceite parafínico con relación al Peligro de Incendio.

CLASIFICADO POR "UNDERWRITERS LABORATORIES INC.®" SEGÚN SECCIÓN 450-23 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL DE 2005 (NEC).

Clasificado como "líquido Resistente al Fuego" como especificado en el National Electrical Code cuando usado en transformadores trifásicos de 45 a 10.000 kVA con las siguientes "restricciones de uso":

- A. Para uso solamente en transformadores trifásicos con tanques capaces de soportar una presión interna de 12 psig sin ruptura,
- B. Requerido el uso de dispositivos de alivio de presión en el tanque del transformador de acuerdo con la siguiente tabla para limitar la presión interna y evitar la ruptura del tanque debido a la generación de gas bajos fallas con bajas corrientes de arco, y
- C1 Requerido el uso de fusibles limitadores de corriente en el primario del transformador con características  $I^2t$  que no excedan los valores en la tabla siguiente. Se pueden usar fusibles de expulsión bajo el fluido en serie con los fusibles limitadores de corriente, de acuerdo con el esquema de protecciones del fabricante,
  - o
  - C2 Requerido el uso de protecciones de sobrecorriente en el primario del transformador con características  $I^2t$  que no excedan los valores en la tabla siguiente. Si el fusible es diseñado para soplar durante la operación (tal como un fusible de expulsión) debe estar ubicado fuera del tanque del transformador.

Transformador	PROTECCIÓN REQUERIDA		PRC REQUERIDO
Potencia del Transformador Trifásico (kVA)	Fusible Limitador de Corriente (+) $I^2t$ Máximo (A <sup>2</sup> S)	OU Protección de Sobrecorriente (+) $I^2t$ Máximo (A <sup>2</sup> S)	Capacidad de Alivio de Presión Mínima Exigida, (++) SCFM a 15 psi
45	500.000	700.000	35
75	500.000	800.000	35
112,5	550.000	900.000	35
150	600.000	1.000.000	50
225	650.000	1.200.000	100
300	750.000	1.400.000	100
500	900.000	1.900.000	350
750	1.100.000	2.200.000	350
1.000	1.250.000	3.400.000	350
1.500	1.500.000	4.500.000	700
2.000	1.750.000	6.000.000	700
2.500	2.000.000	7.500.000	5.000
3.000	2.250.000	9.000.000	5.000
3.750	2.500.000	11.000.000	5.000
5.000	3.000.000	14.000.000	5.000
7.500	3.000.000	14.000.000	5.000
10.000	3.000.000	14.000.000	5.000

(+) Este es un requisito adicional para la protección de sobrecorriente requerido de acuerdo con la Sección 450-3 del NEC 2005.

(++) Presión de apertura, máx. 10 psig.

**COOPER** Power Systems

Dielectric Fluids Products  
1045 Hickory Street  
Pewaukee, WI 53072  
www.cooperpower.com