



## Informe de Ensayos

Usuario: DELCROSA S.A.

Fecha de emisión del informe:

11/10/2024

N° Informe:

5132336

N° OT:

24004239/24004296

## Información brindada por el cliente:

Localización: ALTO CAYMA	N° Serie: L-30147	Equipo: TRANSFORMADOR
TAG: -	Circuito/Fase: 3	Fabricante: BROWN BOVERI
Modelo: TD2LF	Rango (KV): 33.5/10.4	Potencia (MVA): 8/10
Año Fabricación: 1977	Refrigeración: ONAN/ONAF	Fluido: ACEITE MINERAL
Marca Fluido:	Peso Fluido (Kg): 7360	Conmutador Bajo Carga:
Fecha Toma de Muestra: 19/09/2024	Temperatura fluido en el equipo(°C): 39	

## Información del laboratorio:

Fecha de recepción de la muestra:	30/09/2024
ID Laboratorio:	5132336
Contenedor:	BOTELLA Y JERINGA

## Observaciones

Sin observaciones

Fecha de análisis: 04/10/2024

Temperatura del laboratorio (°C): 21.1 Humedad Relativa (%): 66

## Análisis Físicoquímico

Parámetro (unidades)	Norma	Resultado
Examen Visual	ASTM D1524-15 (2022)	Aceptable
Color	ASTM D1500-12(2017)	<1
Contenido en Agua (ppm)	ASTM D1533-20	31
Tensión Interfacial (dynes/cm)	ASTM D971-20	27.5
Índice de Acidez (mgKOH/g)	ASTM D974-22	<0.02
Tensión Ruptura Dieléctrica (KV)(2mm)	ASTM D1816-12(2019)	24.1
Factor de Potencia (% 100°C)	ASTM D924-15	1.78
Gravedad Especifica (60/60°F )	ASTM D1298-12b (2017)	0.8893

Fecha de análisis: 30/09/2024

Temperatura del laboratorio (°C): 21.7

Humedad Relativa (%): 63

## Análisis de Gases Disueltos en Aceite

Parámetro	Norma	Resultado (ppm)
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )		0
Metano (CH <sub>4</sub> )		3
Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )		0
Etileno (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )		8
Acetileno (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	ASTM D3612-02(2017) – Método C	20
Monóxido (Carbono CO)		81
Dióxido (Carbono CO <sub>2</sub> )		1720
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )		36007
Oxígeno (O <sub>2</sub> )		9541
Total		47380
Combustibles (TDCG)		112
Hidrocarburos (TDHHG)		31

Fecha de análisis: 01/10/2024 Temperatura del laboratorio (°C): 20.3

Humedad Relativa (%): 70

Análisis de Furanos		
Parámetro	Norma	Resultado (ppm)
2-Furfuraldehído (FAL)	ASTM D5837-15(2023)	0.326
5-Hidroxí-metil-2-furfuraldehído (HMF)		<0.01
2-Furil-metil-cetona (ACF)		<0.01
5-metil-2-furfuraldehído (MEF)		<0.01
2-Furilalcohol (FOL)		<0.01

Fecha de análisis: 07/10/2024 Temperatura del laboratorio (°C): 22.1

Humedad Relativa (%): 67

Análisis de Azufre Corrosivo (*)			
Parámetro	Norma	Condición (Tabla IP 154)	Resultado
Determinación de Azufre Corrosivo	ASTM D1275B-15	Ligero deslustre	1a

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

#### Información adicional de análisis:

Análisis de Tensión de Ruptura Dieléctrica - ASTM D1816-12(2019)				
Valores Individuales de Ruptura (KV)	Promedio	Tª Muestra en ensayo (°C)	Distancia Electrodo	
Prueba 1	23.6	24.1	21	2 mm
Prueba 2	26.4			
Prueba 3	22.7			
Prueba 4	25.7			
Prueba 5	22.1			

Análisis de Factor de Potencia - ASTM D924-15	
Procedimiento de Medida	Temperatura de la muestra en el ensayo (°C)
Rutina	100

Análisis de Aspecto Visual- ASTM D1524-15(2022)	
Descripción	Presencia de Agua Libre / Sedimentos / Ninguno
Claro y Brillante	Ninguno

**Declaraciones Generales del Informe de Resultados:**

- Los resultados de nuestros ensayos se relacionan únicamente con la muestra o muestras analizadas conforme han sido recibidos en el Laboratorio. TJH2b Latina S.A.C. no garantiza que el contenido de la muestra analizada por el laboratorio sea el mismo que todo el fluido que se encuentre en el equipo del cual se tomó la muestra. TJH2b Latina S.A.C. no se responsabiliza cuando algún componente de este informe ha sido proporcionado por el cliente y tampoco por el uso inadecuado de este documento.
- TJH2b Latina S.A.C no hace ninguna garantía o representación expresa o implícita en cuanto a condición, productividad o correcto funcionamiento de cualquier equipo u otros bienes que pueda ser objeto de este informe o depender de ella para la razón que sea.
- Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin autorización previa escrita. Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad o como un certificado del sistema de calidad.
- Los diagnósticos, opiniones o interpretaciones contenidas en este informe y anexo de Interpretación de resultados se basan en el material recolectado y representan el mejor juicio de TJH2b Latina S.A.C y no son refrendadas por el ente acreditador.
- Se han determinado las incertidumbres de medición y están disponibles a pedido
- Las condiciones ambientales en este reporte, son las condiciones iniciales al momento de realizar los ensayos, si desea conocer a detalle las condiciones ambientales por cada ensayo, están disponibles a pedido.

Revisado por:

  
.....  
Gerardo André Huamán Nakamatzu  
Gerente Técnico  
TJ H2b Latina SAC

-----Fin del reporte-----

## Anexo de Interpretación de Resultados

### 1. Históricos Previos

Análisis Físicoquímico								
Informe	Fecha extracción	Examen Visual	Color	Contenido en Agua (ppm)	Tensión Interfacial (dynes/cm)	Índice de Acidez (mgKOH/g)	Tensión Ruptura Dieléctrica (KV)	Factor de Potencia (% 100°C)
Límite recomendado (+)		-	-	Max 35	Min 25	Max 0.2	Min 40	Max 5
5132336	19/09/2024	Claro y Brillante	<1	31	27.5	<0.02	24.1	1.78
5125583	26/02/2023	Claro y Brillante	<1	16	33.9	<0.02	67.8	1.49

(+) Según IEEE STD C57.106-2015

Análisis de Gases Disueltos en Aceite													
Informe	Fecha extracción	H2	CH4	C2H6	C2H4	C2H2	CO	CO2	N2	O2	CG	HHG	TOT
Límites Tabla 1 (**)		40	20	15	60	2	500	5500	-	-	-	-	-
Límites tabla 2 (**)		90	30	40	125	7	600	8000	-	-	-	-	-
5132336	19/09/2024	0	3	0	8	20	81	1720	36007	9541	112	31	47380
5125583	26/02/2023	0	1	0	1	1	5	164	9676	2380	8	3	12228

\*\* Según IEEE STD C57.104-2019

Análisis de Furanos						
Informe	Fecha extracción	2-Furfuraldehído (FAL)	5-Hidroxi-metil-2-FAL (HMF)	2-Furil-metil-cetona (ACF)	5-metil-2 furfuraldehído (MEF)	2-Furilalcohol (FOL)
5132336	19/09/2024	0.326	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Análisis de Azufre Corrosivo			
Informe	Fecha	Condición	Resultado
5132336	19/09/2024	No Corrosivo	1a

## 2. Cálculos Adicionales

### I. Gases Disueltos en el Aceite

Ratio Gases Disueltos	Valor	Ratio Gases Disueltos	Valor
Metano/Hidrógeno ( $\text{CH}_4/\text{H}_2$ )	Inf.	Acetileno/Etileno ( $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$ )	2.5
Etano/Metano ( $\text{C}_2\text{H}_6/\text{CH}_4$ )	0	Acetileno/Metano ( $\text{C}_2\text{H}_2/\text{CH}_4$ )	6.67
Etileno/Etano ( $\text{C}_2\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6$ )	Inf.	Etano/Acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_6/\text{C}_2\text{H}_2$ )	0
Dióxido/Monóxido Carbono ( $\text{CO}_2/\text{CO}$ )	21.23	Acetileno/Hidrógeno ( $\text{C}_2\text{H}_2/\text{H}_2$ )	>2

#### DIAGNÓSTICO GASES DISUELTOS

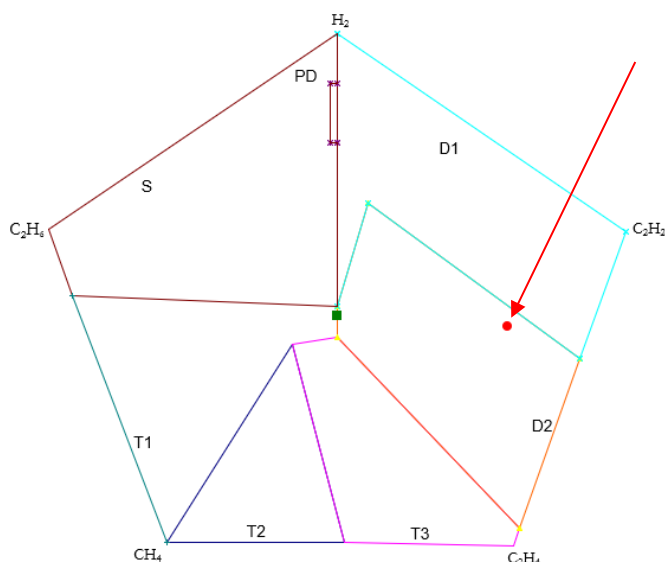
#### Pentágono de Duval

**Condición IEEE:** Estado 3, Realice la identificación de fallas y la evaluación del transformador. Tomar las medidas adecuadas en función del resultado de la evaluación del transformador y la política de la empresa

Intervalo Muestreo: inmediato.

Pentágono Duval: D2 Descargas de alta energía

Código IEC60599: No aplica



### II. Furanos

#### ESTIMACIÓN VIDA REMANENTE DEL PAPEL

Grado de Polimerización Estimado	571
Vida Remanente (%)	50

Valores de Grado de Polimerización y Vida remanente calculados según la Ecuación de Chendong

### 3. Diagnóstico y Recomendaciones

#### I. Calidad del Aceite

Los parámetros analizados se encuentran dentro de los considerados normales para transformadores menores a 69 kV, a excepción de la Tensión de Ruptura Dieléctrica que se encuentra fuera del límite recomendado por la IEEE.

De acuerdo a la clasificación de la norma IEEE C57.106-2015, el aceite es de clase II. Se considera un aceite de clase II a aquel aceite mineral cuya Tensión de Ruptura Dieléctrica y/o Contenido de Agua no cumple con los requisitos de la tabla 3 y deben ser reacondicionados mediante filtración mecánica (prensado de filtros, deshidratación al vacío o equipo de filtrado similar). Para mayor información sobre el reacondicionamiento, consulte los apartados 4.2 y 5.2 de IEEE Std C57.637.

#### II. Estado Operacional

Las concentraciones de gases combustibles se encuentran dentro de los límites recomendados para esta clase de unidades, excepto por el gas Acetileno cuya concentración supera los límites.

De acuerdo a la clasificación de la norma IEEE, los resultados corresponden al Estado 3.

DGA Estado 3: Altos niveles de gas o continua y significativa producción de gas. Se deben considerar acciones mitigantes u otras respuestas (es decir, monitoreo continuo).

Realizando la identificación de la falla por el Pentágono de Duval nos indica un defecto por Descargas de alta energía D2

De acuerdo a la norma IEC 60599:2022 la presencia de un defecto térmico Por Descargas de alta energía (D2) se debe a las siguientes causas:

- Contorneamiento, formación de caminos conductores o arcos de alta energía local o de potencia.
- Cortocircuitos entre baja y alta tensión, conectores, devanados, bornas y cuba, barras de cobre y cuba, devanados y núcleo, en conductos de aceite, en la torreta.
- Bucles cerrados entre dos conductores adyacentes alrededor del flujo magnético principal, pernos aislados del núcleo, anillos metálicos de apriete de las patas del núcleo.

El gas acetileno, generalmente proviene de descargas eléctricas de alta energía y se genera a altas temperaturas, por lo que si este gas es producto de una falla vendría acompañado de la generación de otros gases como el hidrogeno o hidrocarburos. Tomando la ratio de Acetileno/Hidrógeno ( $C_2H_2/H_2$ ) se tiene un valor mayor a 2, lo cual indicaría que la presencia del gas acetileno se debe a una contaminación producto del compartimiento de aceite con el conmutador, por lo que se recomienda precaución y mantener y realizar un mantenimiento adecuado sobre el equipo

#### III. Calidad del Papel

El papel se encuentra en buenas condiciones, no se recomienda tomar acciones adicionales. No se aprecian indicios de degradación anormal del aislante celulósico.

#### IV. Azufre Corrosivo

Negativo: No se requieren acciones adicionales.



## Diagnóstico Global del Equipo

Se recomienda un nuevo análisis fisicoquímico en el plazo de 1 mes, así como evaluar un tratamiento adecuado al aceite para la recuperación de sus propiedades aislantes.

Se recomienda un nuevo análisis cromatográfico en el plazo inmediato, para monitorear los altos niveles de gases detectados y la falla diagnosticada.

## Fecha de Próximo Análisis

FQ	OCT-2024
DGA	OCT-2024
FUR	OCT-2025
ACorrosivo	OCT-2025

## FIRMA

Gerardo André Huamán Nakamatzu  
Gerente Técnico  
TJ H2b Latina SAC

MAGALY JANETH  
BENITES BAYONA  
Ingeniera Química  
CIP N° 314749