

23/05/2024

SEÑORES: TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR / Planta: PLANTA TRATAYEN

- - Buenos Aires

INFORME DE ENSAYO

Equipo: **606-C - VMC - 255**

Componente: **Compresor**

Muestra Nro 24041358 - Informe Nro 060989 v.1 Final

OBJETO DEL ESTUDIO

- Evaluar las propiedades del lubricante en servicio.
- Evaluar la condición tribológica del compresor.

CÓDIGO DE ESTADO : MALO

COMENTARIOS

1. El estado general del lubricante es malo. La calidad del lubricante es adecuada, pero se detecta desgaste avanzado de rodamientos.
2. En función de las temperaturas y presiones declaradas, la dilución con propano en el lubricante es del 8%, resultado en una viscosidad del fluido en servicio de 16,5 cSt, un valor aceptable para proteger los rodamientos.
3. Las condiciones de presión y temperatura están alejadas de las condiciones favorables para condensación de propano líquido.
4. Una vez degasado, el sistema recupera propiedades fisicoquímicas cercanas al valor de referencia para el lubricante. Indica que no hay acumulación de hidrocarburos pesados en el lubricante (buena pureza del LPG).
5. Las demás propiedades físicas del lubricante son normales.
6. La aditivación es adecuada. Llama la atención el elevado contenido de Fósforo respecto al lubricante sin uso.
7. La estabilidad química del lubricante es normal. La acidez y pH son aceptables. El lubricante no posee características corrosivas.

8. La capacidad antidesgaste del lubricante es aceptable, con un ligero detrimento respecto al lubricante sin uso.
9. La condición de degradación del lubricante es muy buena. El lubricante posee antioxidantes, y su potencial para formar barnices es muy bajo, MPC = 6.
10. La humedad del sistema es excelente. El lubricante presenta 490 ppm de humedad, un valor muy bueno para este tipo de fluido sintético.
11. El grado de contaminantes sólidos particulados es pobre. El código ISO del sistema es 22/20/16, muy por encima del máximo sugerido para la operación confiable de un compresor a tornillo. El código ISO objetivo es 16/14/12 ; unas 60 veces mas limpio que el nivel actual.
12. Los contaminantes son de origen ambiental, partículas de desgaste, partículas carbonosas y herrumbre.
13. Así mismo los contaminantes presentes en el sistema son los responsables del desgaste detectado en el sistema.
14. Se detecta desgaste ferroso apreciable en el lubricante.
15. El análisis de desgaste por microscopía electrónica muestra la presencia de partículas de desgaste de hasta 150 μm , indicando desgaste avanzado.
 1. La adhesión se da por contacto metal-metal cuando la película lubricante no es suficientemente resistente, por baja viscosidad. Esto puede darse en condiciones de servicio con mayores presiones, donde el propano disuelto disminuye la viscosidad del lubricante.
 2. La fatiga es consecuencia de los elevados contaminantes en el lubricante que provocan golpes repetitivos entre superficies metálicas, con fracturas subsuperficiales que se propagan hasta expulsar partículas metálicas.
 3. Se detectan partículas de acero aleado tipo AISI 316 que podría provenir de las pistas de los rodamientos.
 4. Se detectan asimismo escasas virutas de Cobre 100%. Podrían provenir de jaulas de rodamiento, o eventualmente de cojinete (extraño no detectar Plomo, Estaño, Plata).
16. Se sugiere realizar estudios de vibraciones sobre los rodamientos para evaluar su grado de deterioro y una inspección boroscópica sobre las crestas de los tornillos (rotores).
17. Quedamos a disposición de TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR para discutir y ampliar el presente informe. Se espera entregar el INFORME FINAL para el final de la semana en curso.

Acción

Filtrar el lubricante según recomendaciones del informe
Inspeccionar la válvula reguladora de presión de aceite
Realizar análisis de vibraciones sobre los rodamientos.
Realizar boroscopia sobre los rotores

Tipo

Correctiva
Correctiva
Proactiva
Proactiva

Plazo

Corto
Corto
Mediano
Mediano



Dr. Andrés Lantos
Vicepresidente
Ciencia y Tecnología

INFORME DE ENSAYO

23/05/2024

SEÑORES: TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR / Planta: PLANTA TRATAYEN

-- Buenos Aires

Equipo: **606-C - VMC - 255**

Componente: **Compresor**

Información suministrada por el cliente:

Descripción			
Lubricante	CPI CP 1516-150	hs lub.	
Muestra Extraída	Sin info (Realizado por el cliente)	hs eq.	17583
Rótulo	-	L agregados	

Observaciones: **Datos Actualizados: Presión de succión: 5.1Bar Presión de Descarga: 11.6Bar T° Descarga: 65°C**

Muestra Nro	24041358
Informe Nro	060989 v.1 Final
Muestra Recibida	23/04/2024
Realización de Ensayos	23/04/2024 al 23/05/2024

PROPIEDADES FÍSICAS

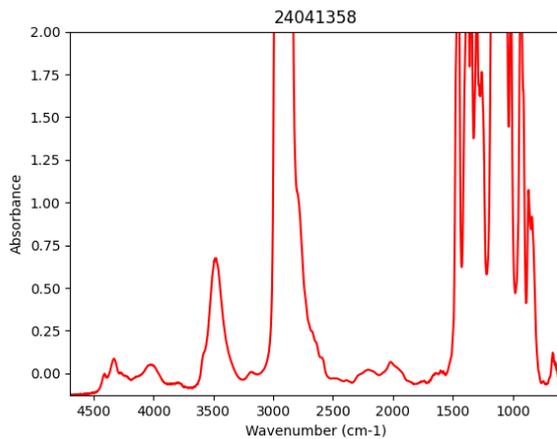
			<u>24041358</u>	
Viscosidad a 100°C	ASTM D7279	mm²/s (cSt)	22,04	22,31
Viscosidad a 40°C	ASTM D7279	mm²/s (cSt)	143,4	145,2
Índice de viscosidad	ASTM D2270		181	182
Grado ISO VG	ISO 3448		150	150
Densidad a 15°C	ASTM D4052	g/ml	1,0087	1,0064
Punto de Inflamación	ASTM D92-18	°C	>230	>230
Punto de Ecurrimiento	ASTM D97	°C	-30	-30
Temperatura en servicio	MI024	°C	65	
Presión en servicio	MI024	bar·g	11,6	
Dilución con hidrocarburo (FPAG)	MI038	g/100g (%)	< 1,0	0,0
Dilución con hidrocarburo (FPAG)	MI023	%	8	
Viscosidad en condiciones de servicio	MI024	mm²/s (cSt)	16,5	
Análisis espectrométrico (aditivos)				
Magnesio - Mg	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Zinc - Zn	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	2	< 1
Fósforo - P	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	103	35

Calcio - Ca	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1
Boro - B	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Molibdeno - Mo	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1

24041358

ESTABILIDAD QUÍMICA

Número Ácido - TAN	ASTM D974	mgKOH/g	0,07	0,05
pH inicial	ASTM D974		5,00	6,30
TAN - Acidez mineral	ASTM D974		-	-
Oxidación	ASTM E2412	Abs/0,1mm	0,00	0,00
Nitración	ASTM E2412	Abs/0,1mm	1,50	2,90
Color	ASTM D1500		L 0,5	L 1,0

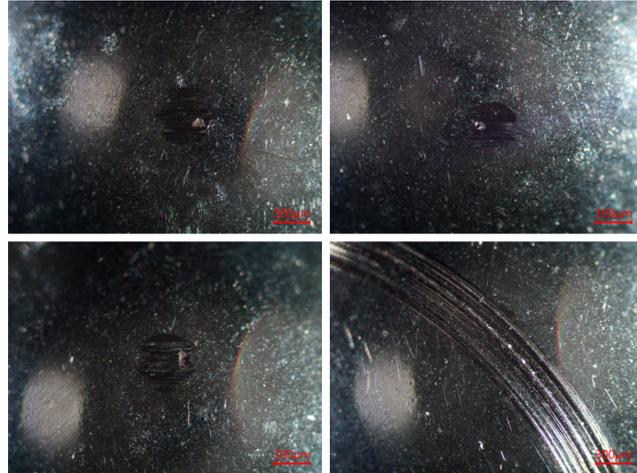
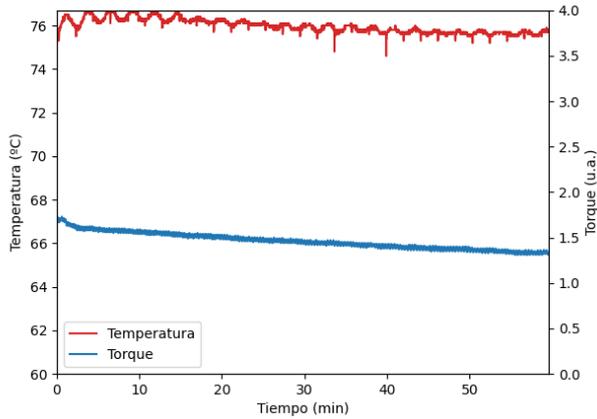


24041358

PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS

Capacidad antidesgaste - Prueba 4 bolas AW

Diámetro promedio	ASTM D4172	mm	0,48	0,37
Pista bolilla giratoria	ASTM D4172	mm	0,56	0,67
Torque fricción máximo	ASTM D4172	kgf	1,73	1,91
Diámetro de impronta 1	ASTM D4172	mm	0,52	0,38
Diámetro de impronta 2	ASTM D4172	mm	0,42	0,35
Diámetro de impronta 3	ASTM D4172	mm	0,51	0,37
Desvío estándar diámetro	ASTM D4172	mm	0,04	0,02



Presenta:
 Presenta Forma: ovalada
 Presenta Bordes: irregulares
 Presenta Superficie: agarre

Envejecimiento artificial - ASTM D130

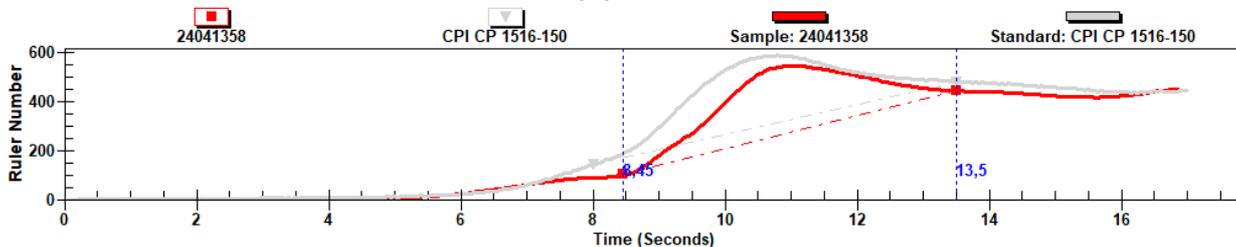
Corrosión al Cobre 3h 100°C	ASTM D130	1b	1b
Aspecto Inicial	ASTM D130	Normal	normal
Aspecto final	ASTM D130	Normal	normal
Color Estabilizado	ASTM D1500	L 0,5	L 1,0

CONDICIÓN DE OXIDACIÓN

Antioxidante amínico remanente	ASTM D6971	%	91,30	Adjunto
Antioxidante fenólico remanente	ASTM D6971	%	No aplica	100,00
MPC (72h)	ASTM D7843	ΔE	5,70	1,00

24041358

Equipment ID :



PROPIEDADES FUNCIONALES

Liberación de aire (Air release) a 75°C	ASTM D3427	min	6,50	5,00
Espuma				
[Tendencia / Estabilidad (min en desaparecer)]				
Secuencia 1 (24°C)	ASTM D892		30/0 (38s)	0/- (-)

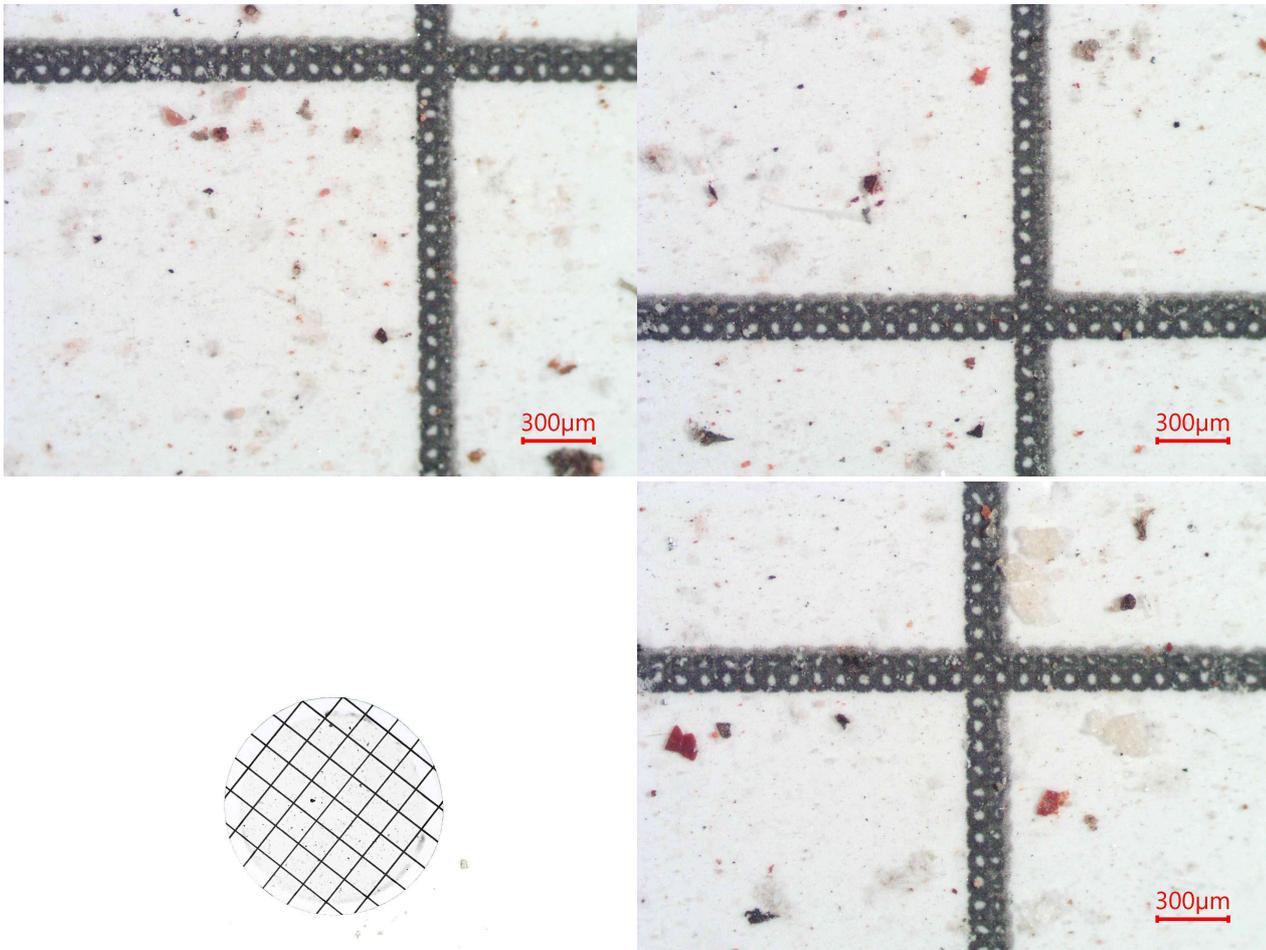
24041358

Secuencia 2 (93,5°C)	ASTM D892	240/0 (4min)	0/- (-)
Secuencia 3 (24°C, post Sec. 2)	ASTM D892	40/0 (35s)	0/- (-)

24041358

CONTAMINANTES

Agua (Karl Fischer)	ASTM D6304(b)	mg/kg (ppm)	485,8	1917,7
Densidad Ferrosa - PQI	ASTM D8184		0	0
Sedimentos (0,8µm)	ISO 4405	mg/100ml	33,20	3,20
Volumen Filtrado	ISO 4405	ml	25	25



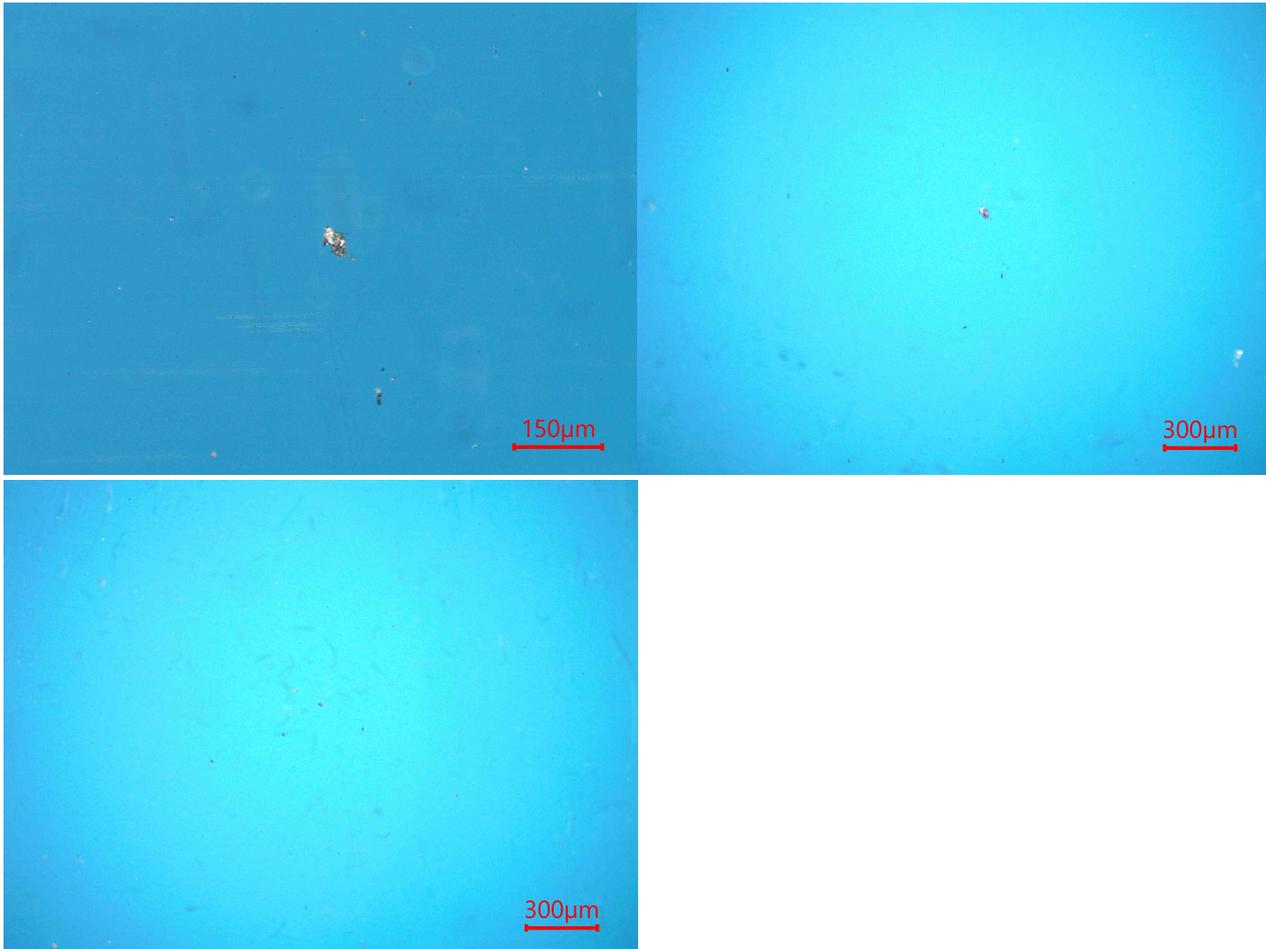
Presenta:

- Escasas partículas metálicas tipo láminas (adhesión) de hasta 150µm.
- Escaso hollín.
- Abundantes partículas cristalinas de hasta 150µm.
- Escasas fibras.
- Escasa materia resinosa en escamas de hasta 100µm.
- Impurezas no identificadas.

Análisis espectrométrico (desgaste)

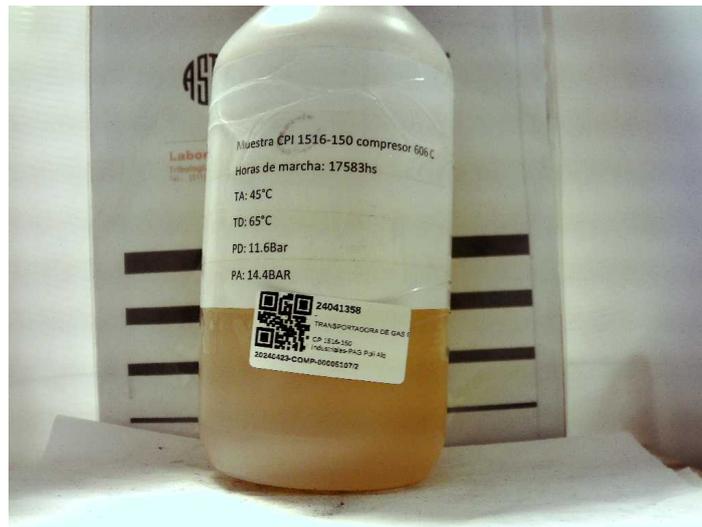
Cobre - Cu	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Hierro - Fe	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	3	< 1
Cromo - Cr	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Níquel - Ni	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1

Estaño - Sn	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Plomo - Pb	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1
Plata - Ag	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Aluminio - Al	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Análisis espectrométrico				
(contaminantes)				
Silicio - Si	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	4	15
Sodio - Na	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1
Bario - Ba	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Titanio - Ti	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Vanadio - V	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Conteo de partículas por ml				
> 04µm	ASTM D7647	en 1 ml	26796	41079
> 06µm	ASTM D7647	en 1 ml	5661	5918
> 10µm	ASTM D7647	en 1 ml	1030	571
> 14µm	ASTM D7647	en 1 ml	370	124
> 21µm	ASTM D7647	en 1 ml	117	25
> 38µm	ASTM D7647	en 1 ml	8,4	1,5
> 70µm	ASTM D7647	en 1 ml	3,0	1,0
> 100µm	ASTM D7647	en 1 ml	2,20	0,90
Código ISO de limpieza	ISO 4406		22/20/16	23/20/14
Código AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		12/10/11/9/11	12/8/9/5/9
Clase AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		12	12
Filtrografía analítica				
Análisis SEM - EDS	MI008		Adjunto	
			<u>24041358</u>	
<u>ENSAYOS ADICIONALES</u>				
Ferrografía analítica	MI026		Adjunta	



Presenta:

- Muy escasas partículas metálicas ferrosas de hasta 10µm.
- Muy escasas partículas metálicas ferrosas tipo láminas (adhesión) de hasta 50µm.
- Impurezas no identificadas.



Dr. Andrés Lantos
Vicepresidente
Ciencia y Tecnología

Los datos informados se refieren a la muestra analizada, como fue recibida. El Laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Se autoriza solamente la reproducción total del presente informe. El Laboratorio no se responsabiliza por la Impresión ni uso posterior de la información del mismo.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra en cuestión, es de carácter confidencial entre el cliente y el Laboratorio, según la Ley N°24.766. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, solo con el consentimiento del cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el cliente será debidamente informado, excepto que dicha acción se encuentre prohibida por ley.

***** FIN DEL INFORME *****

SEM-EDS ANALYSIS

06 de Mayo, 2024

TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR		Equipo	606-C [PLANTA TRATAYEN]
Nro. Análisis	24041358	Observaciones:	-
Fecha Extracción	-		
Fecha Recepción	23/04/2024		
Fecha Ensayos	03/05/2024		

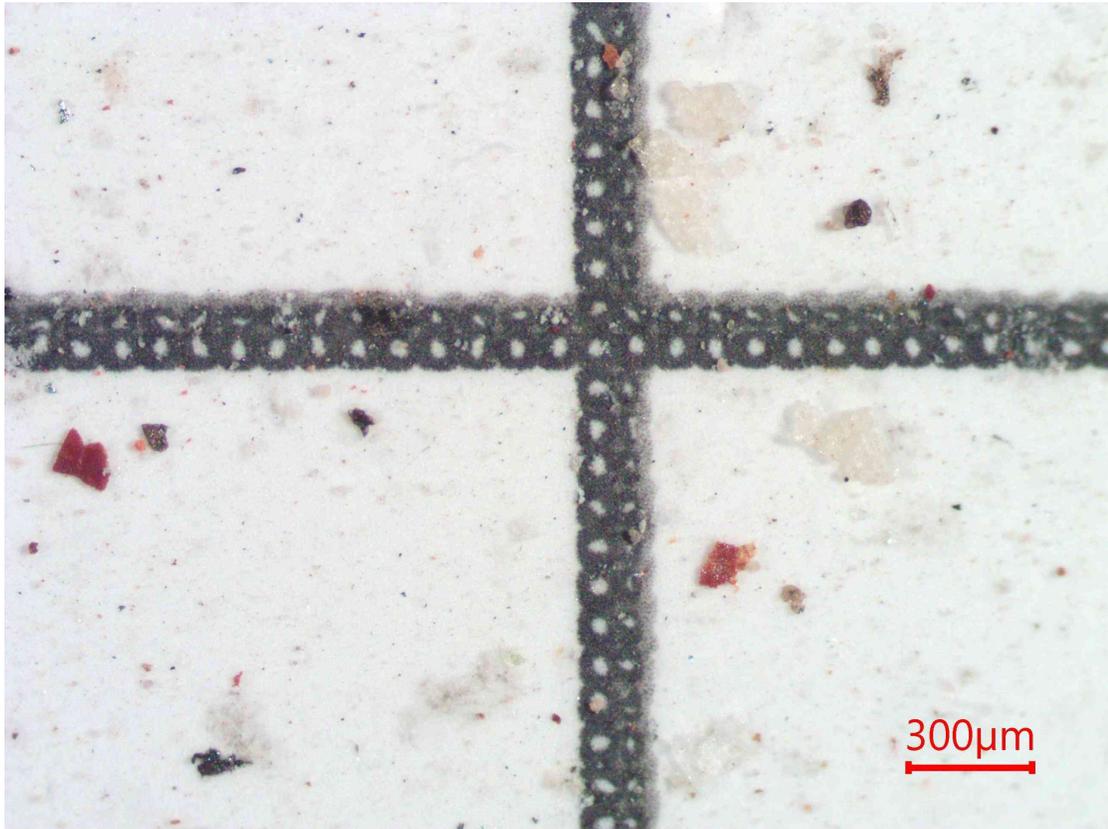
Comentarios:

- Bajo microscopio óptico se encuentran escasas partículas metálicas de morfología mayormente laminar de hasta 150 micrones, escaso hollín y abundantes partículas cristalinas de hasta 150 micrones. También se encuentra escasa materia resinosa en escamas.
- Bajo microscopio electrónico se determina que la mayoría de las partículas corresponden a un acero al carbono y se presentan con morfología tipo plaquetas, correspondientes a fatiga del material, y laminares de gran tamaño, asociadas a un desgaste adhesivo del material.
- Se encuentran también escasas partículas laminares, correspondientes a un desgaste por adhesión del material, correspondientes a una aleación de acero inoxidable tipo AISI 316, con alto contenido en cromo, níquel y molibdeno.
- Se encuentran apreciables partículas correspondientes a óxidos de hierro.
- Se encuentran partículas con un alto contenido en cinc, las cuales pudieran pertenecer a algún componente galvanizado.

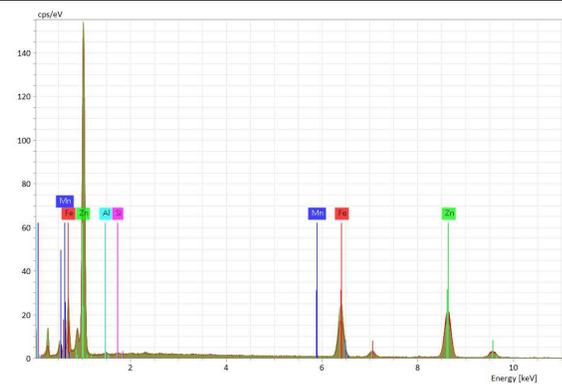
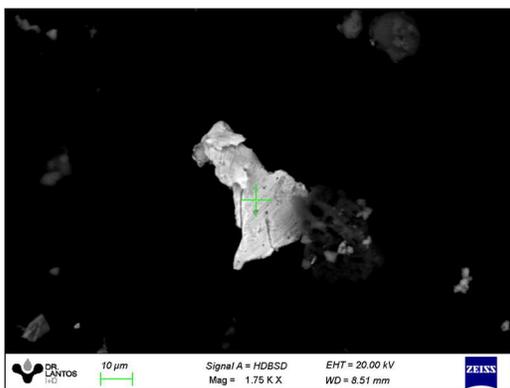


Agustin Avalos
Diagnosticador
Investigación y Desarrollo

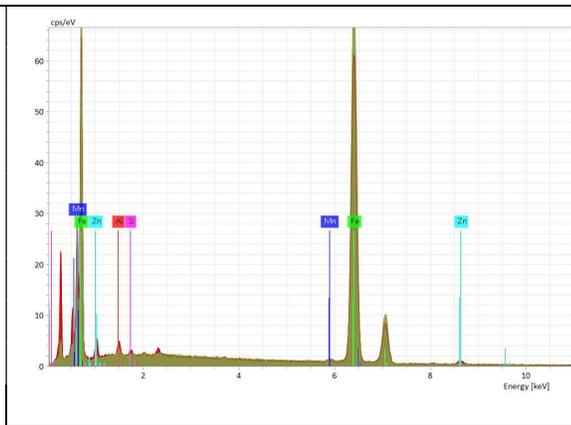
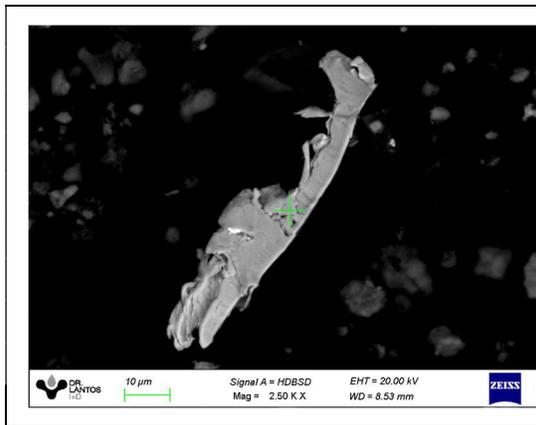
Magnificación de microscopía óptica



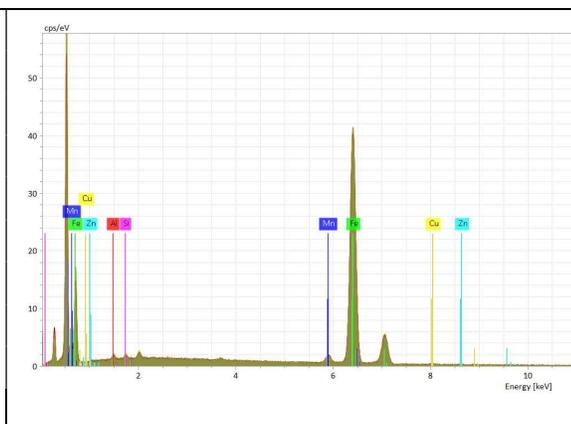
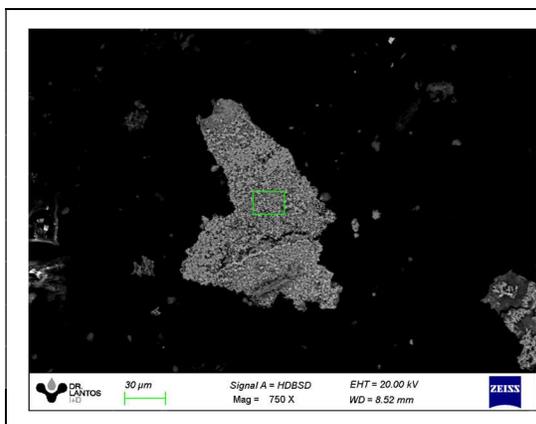
Análisis SEM-EDS



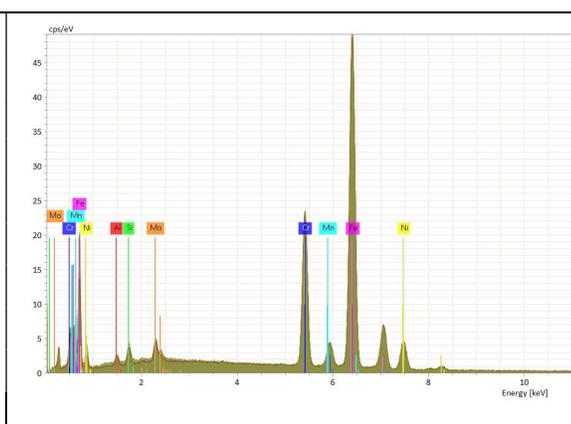
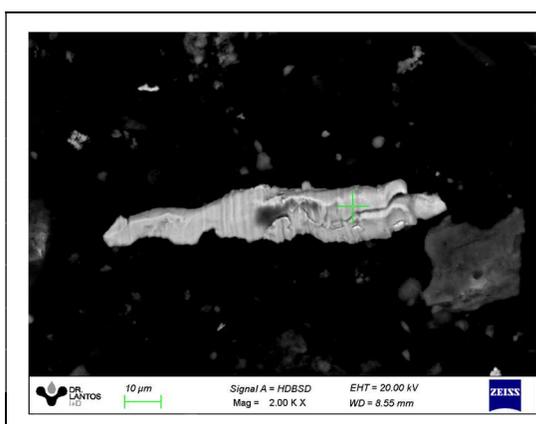
Element	Wt.%	St.Dev
Zinc	71,21	8,51
Iron	27,68	8,92
Aluminium	0,59	0,17
Silicon	0,29	0,26
Manganese	0,23	0,02



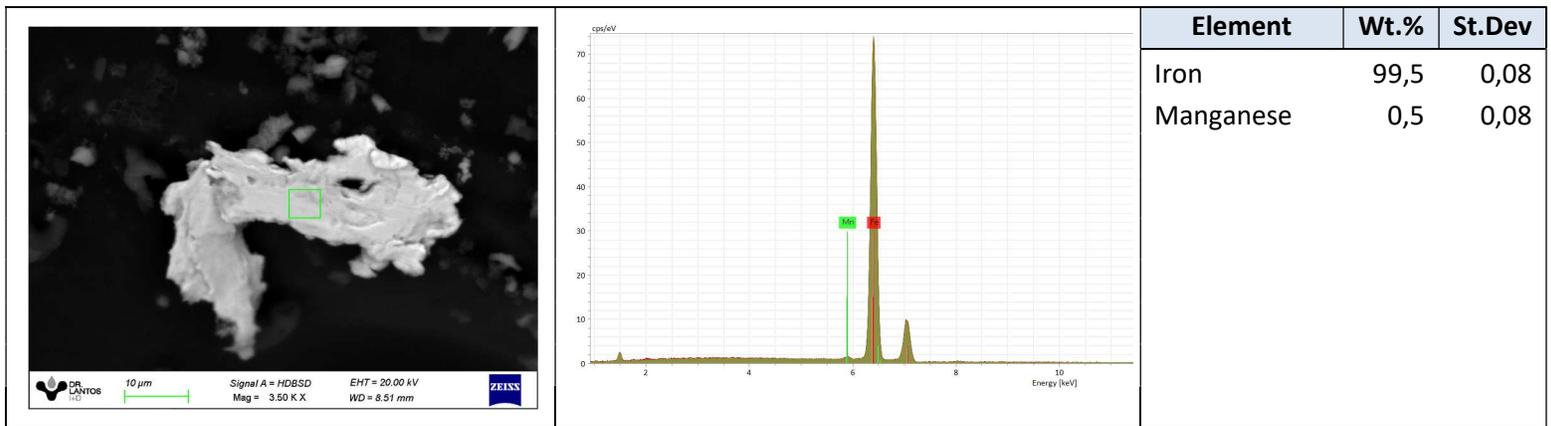
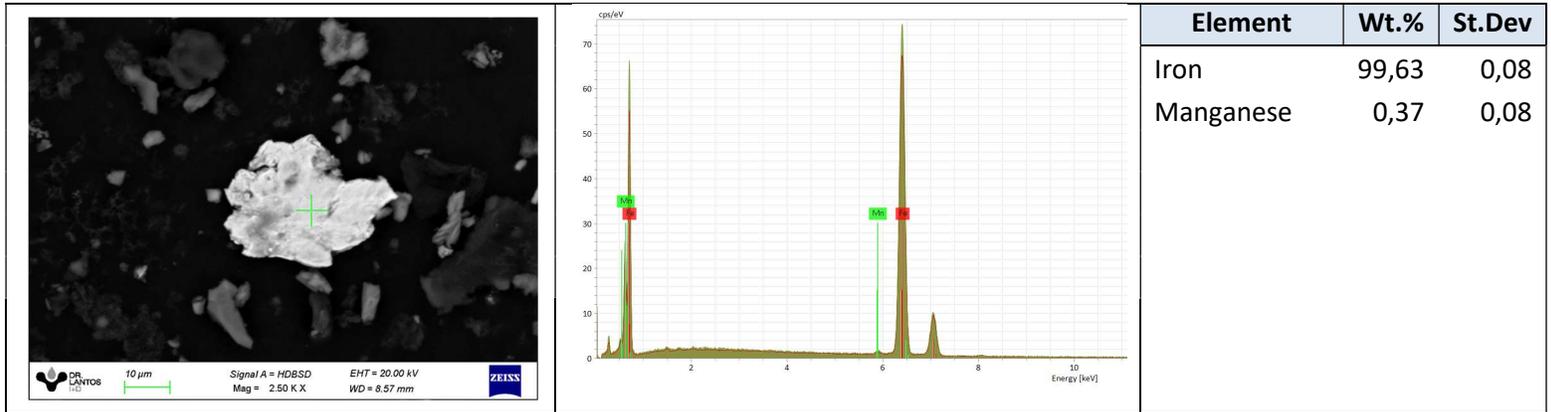
Element	Wt.%	St.Dev
Iron	96,62	3,04
Zinc	1,71	1,93
Aluminium	1,07	0,64
Manganese	0,35	0,11
Silicon	0,25	0,35



Element	Wt.%	St.Dev
Iron	56,41	1,44
Oxygen	35	1,6
Carbon	7,91	0,44
Manganese	0,69	0,04



Element	Wt.%	St.Dev
Iron	68,71	0,4
Chromium	18,3	0,13
Nickel	8,89	0,55
Molybdenum	1,7	0,08
Manganese	0,94	0,07
Silicon	0,89	0,06
Aluminium	0,57	0,04



Se devuelve el remanente de muestras y elementos de Análisis para su disposición final, o en su defecto se conserva en el Laboratorio durante 3 meses.

Los datos informados se refieren a la muestra analizada, como fue recibida. El Laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Para cada determinación, la incertidumbre corresponde a la norma específica. Se autoriza solamente la reproducción total del presente informe. El Laboratorio no se responsabiliza por la Impresión ni uso posterior de la información del mismo.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra en cuestión, es de carácter confidencial entre el cliente y el Laboratorio, según la Ley N°24.766. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, solo con el consentimiento del cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el cliente será debidamente informado, excepto que dicha acción se encuentre prohibida por ley.

*** FIN DE INFORME ***