

06/12/2023

SEÑORES: ENERFLEX SERVICES ARGENTINA SRL / Planta: President Petroleum - LAS BASES

-  
- - - - Chubut

**INFORME DE ENSAYO**  
**Informe Nro 049260-01 - Final**

Información suministrada por el cliente:

<b>Descripción</b>	6677449 - E202311030549	6677449 - E202311030525	-
<b>Rótulo</b>	-	-	-
<b>Planta</b>	President Petroleum - LAS BASES	President Petroleum - LAS BASES	-
<b>Equipo</b>	74649 - Enerflex - Tandem	74649 - Enerflex - Tandem	-
<b>Componente</b>	Compresor Gas Alternativo a Piston - Dresser Rand - 6KOC4	Motor a Gas - Waukesha - F3521GSI	-
<b>Lubricante</b>	CASTROL Duratec LFG 40	CASTROL Duratec LFG 40	-
<b>hs Equipo</b>	-	-	-
<b>hs lub.</b>	-	-	-
<b>Muestra Extraída</b>	Sin info	Sin info	Sin info

OBJETO DEL ESTUDIO

- Evaluar la composición del residuo
- Evaluar las propiedades del lubricante de motor y compresor

**CÓDIGO DE ESTADO :**

LUBRICANTE DE COMPRESOR (23110919)

1. La viscosidad es ligeramente baja para el lubricante. Podría sospecharse de una mezcla con lubricante de menor viscosidad o fluido de lavado.
2. La dosificación de aditivos es ligeramente inferior al la normal para el lubricante.
3. El valor de TAN es de 0,32 mgKOH/g, significativamente inferior al lubricante Castrol Duratec LFG 40
4. Se detecta partículas magnéticas en el fluido.

5. A través de la microscopía electrónica se detectan:

1. Escasas partículas de Cobre/Plomo en forma de plaquetas, indicando fatiga y sobrecarga en los cojinetes.
2. Virutas de Cobre correspondiente a eventos de abrasión de cojinetes.
3. Escasas plaquetas de acero tipo AISI 52100 originadas por fatiga.
4. Apreciables partículas carbonosas.

6. Se sugiere realizar un reemplazo de lubricante para normalizar sus características a la línea de base.

#### LUBRICANTE DE MOTOR A GAS (23110920)

1. Se analiza una muestra de aceite de motor nuevamente en servicio posterior a la falla
2. La viscosidad del lubricante es normal, corresponde al grado SAE 40
3. La dosificación de aditivos es normal
4. La oxidación y nitración corresponden a producto con poco servicio.
5. El TAN corresponde a producto con poco servicio.
6. El TBN corresponde a producto con poco servicio.
7. La contaminación con Agua es normal, 267 ppm
8. No se detecta contaminación con etilenglicol
9. Los niveles de elementos de desgaste son muy bajos.
10. Por microscopía electrónica se detectan sólo muy escasas partículas y principalmente contaminantes ambientales.
11. El lubricante es apto para servicio.

Quedamos a disposición de ENERFLEX SERVICES ARGENTINA SRL para toda consulta.



**Dr. Andrés Lantos**  
Vicepresidente  
Ciencia y Tecnología

**06/12/2023**
**INFORME DE ENSAYO**
**Informe Nro 049260-01 - Final**
*Información suministrada por el cliente:*

<b>Descripción</b>	6677449 - E202311030549	6677449 - E202311030525	-
<b>Rótulo</b>	-	-	-
<b>Planta</b>	President Petroleum - LAS BASES	President Petroleum - LAS BASES	-
<b>Equipo</b>	74649 - Enerflex - Tandem	74649 - Enerflex - Tandem	-
<b>Componente</b>	Compresor Gas Alternativo a Piston - Dresser Rand - 6KOC4	Motor a Gas - Waukesha - F3521GSI	-
<b>Lubricante</b>	CASTROL Duratec LFG 40	CASTROL Duratec LFG 40	-
<b>hs Equipo</b>	-	-	-
<b>hs lub.</b>	-	-	-
<b>Muestra Extraída</b>	Sin info	Sin info	Sin info
<b>Muestreado</b>	Realizado por el cliente	Realizado por el cliente	
<b>Muestra Nro</b>	23110919	23110920	
<b>Fecha Recepción</b>	16/11/2023	16/11/2023	
<b>Fecha inicio ensayos</b>	16/11/2023	16/11/2023	
<b>Fecha fin ensayos</b>	23/11/2023	22/11/2023	

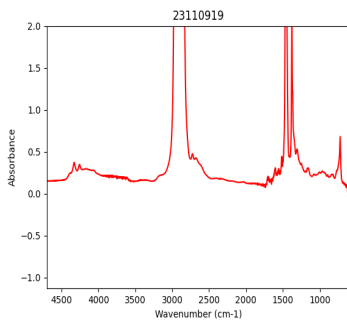
**PROPIEDADES FÍSICAS**

			<u>23110919</u>	<u>23110920</u>
Viscosidad a 100°C	ASTM D7279	mm <sup>2</sup> /s (cSt)		12,99
Viscosidad a 40°C	ASTM D7279	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	106,6	
Grado SAE	SAE J300			40

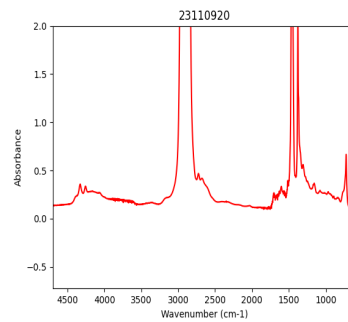
**ESTABILIDAD QUÍMICA**

			<u>23110919</u>	<u>23110920</u>
Número Básico - TBN	ASTM D2896	mgKOH/g		5,30
Número Ácido - TAN	ASTM D974	mgKOH/g	0,32	1,12
pH inicial	ASTM D974			-
TAN - Acidez mineral	ASTM D974			5,20
Oxidación	ASTM E2412	Abs/0,1mm	1,60	6,80
Nitración	ASTM E2412	Abs/0,1mm	5,10	8,20
Sulfatación	ASTM E2412	Abs/0,1mm		12,90

23110919



23110920



**Análisis espectrométrico (aditivos)**

Magnesio - Mg	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	6	8
Zinc - Zn	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	264	350
Fósforo - P	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	256	326
Calcio - Ca	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	1269	1671
Boro - B	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	103	85
Molibdeno - Mo	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	4

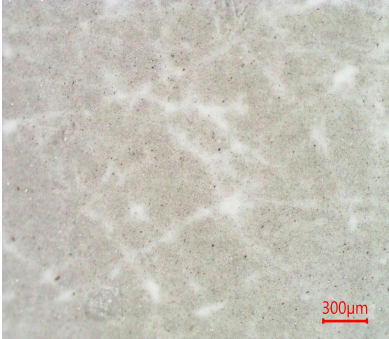
**CONTAMINANTES**

			<u>23110919</u>	<u>23110920</u>
Agua (Karl Fischer)	ASTM D6304(b)	mg/kg (ppm)	280,4	267,1
Agua	ASTM D6304(b)	g/100g (%)	< 0,05	< 0,05
Glicol (Presencia)	ASTM E2412			No detectado
Glicol en lubricantes	ASTM D7922	µg/g (ppm)	No detectado	No detectado
Etilenglicol	ASTM D7922	µg/g (ppm)	No detectado	No detectado
Propilenglicol	ASTM D7922	µg/g (ppm)	No detectado	No detectado
Hollin %	ASTM E2412	g/100g (%)		0,4
Densidad Ferrosa - PQI	ASTM D8184		7	0
Sedimentos (0,8µm)	ISO 4405	mg/100ml	38,80	150,00
Volumen Filtrado	ISO 4405	ml	25	1

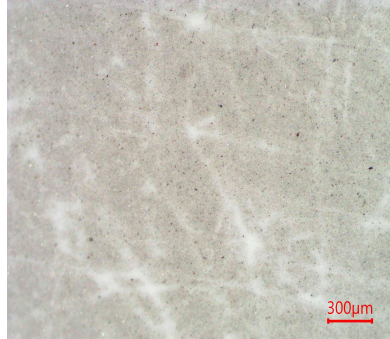
23110919



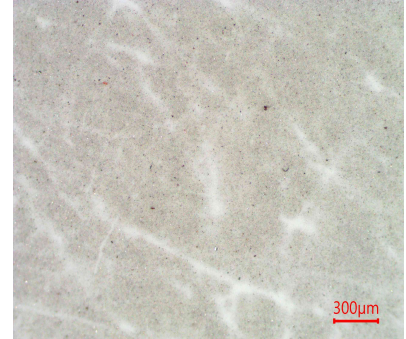
23110919



23110919



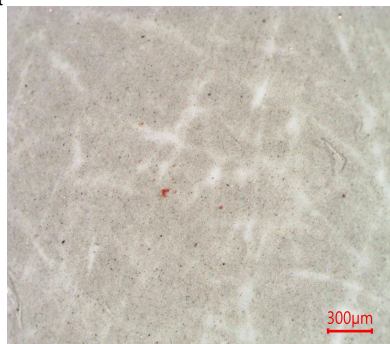
23110919



Presenta:

- Escasas partículas metálicas ferrosas de hasta 20µm.
- Escasa herrumbre.
- Apreciable hollín.
- Apreciables partículas carbonosas de hasta 30µm.
- Escasas fibras.
- Impurezas no identificadas.

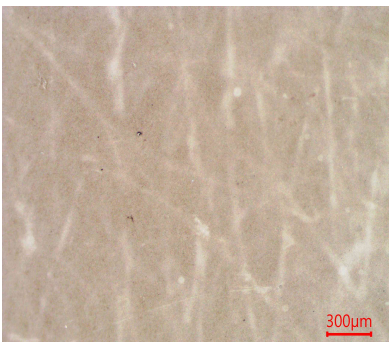
23110919



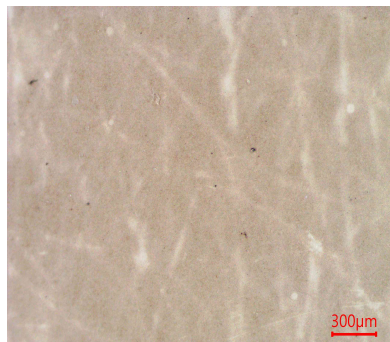
23110920



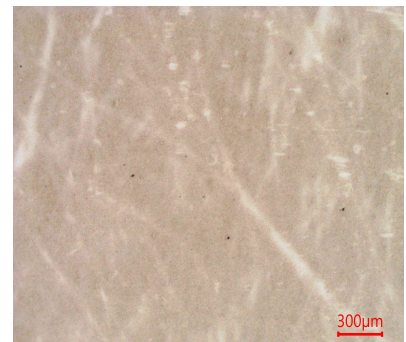
23110920



23110920



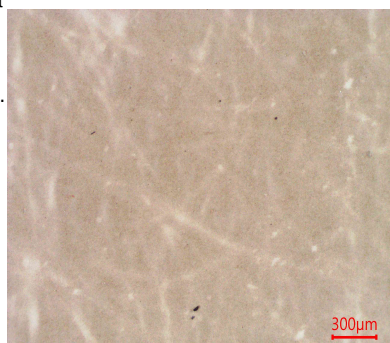
23110920



Presenta:

- Escasas partículas metálicas ferrosas de hasta 30µm.
- Escasa herrumbre.
- Apreciable depósito marrón.
- Escasas partículas carbonosas de hasta 50µm.
- Escasas partículas cristalinas de hasta 30µm.
- Impurezas no identificadas.

23110920



**Análisis espectrométrico (desgaste)**

Cobre - Cu	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	5	< 1
Hierro - Fe	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	3	4
Cromo - Cr	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Níquel - Ni	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Manganeso - Mn	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Estaño - Sn	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Plomo - Pb	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	9	< 1
Plata - Ag	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	2	1
Aluminio - Al	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	3	4

**Análisis espectrométrico  
(contaminantes)**

Silicio - Si	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	7	2
Sodio - Na	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Litio - Li	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Potasio - K	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	1	1
Bario - Ba	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Titanio - Ti	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Vanadio - V	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1

**Conteo de partículas por ml**

> 04µm	ASTM D7647	en 1 ml	104185	152853
> 06µm	ASTM D7647	en 1 ml	8441	1481
> 10µm	ASTM D7647	en 1 ml	529	20
> 14µm	ASTM D7647	en 1 ml	86	6
> 21µm	ASTM D7647	en 1 ml	15	1
> 38µm	ASTM D7647	en 1 ml	1	0
> 70µm	ASTM D7647	en 1 ml	0	0
> 100µm	ASTM D7647	en 1 ml	0	0
Código ISO de limpieza	ISO 4406		24/20/14	24/18/10
Código AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		12/8/8/6/1	10/4/4/00/8
Clase AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		12	10

**Filtrografía analítica**

Análisis SEM - EDS	MI008		Adjunto	Adjunto
--------------------	-------	--	---------	---------



**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

17 de Noviembre, 2023

ENERFLEX SERVICES ARGENTINA SRL		Equipo	74649 [President Petroleum - LAS BASES]
Muestra	23110920	Observaciones	
Fecha Extracción	-	Motor a Gas - Waukesha - F3521GSI	
Fecha Recepción	16/11/2023		
Fecha Ensayos	17/11/2023		

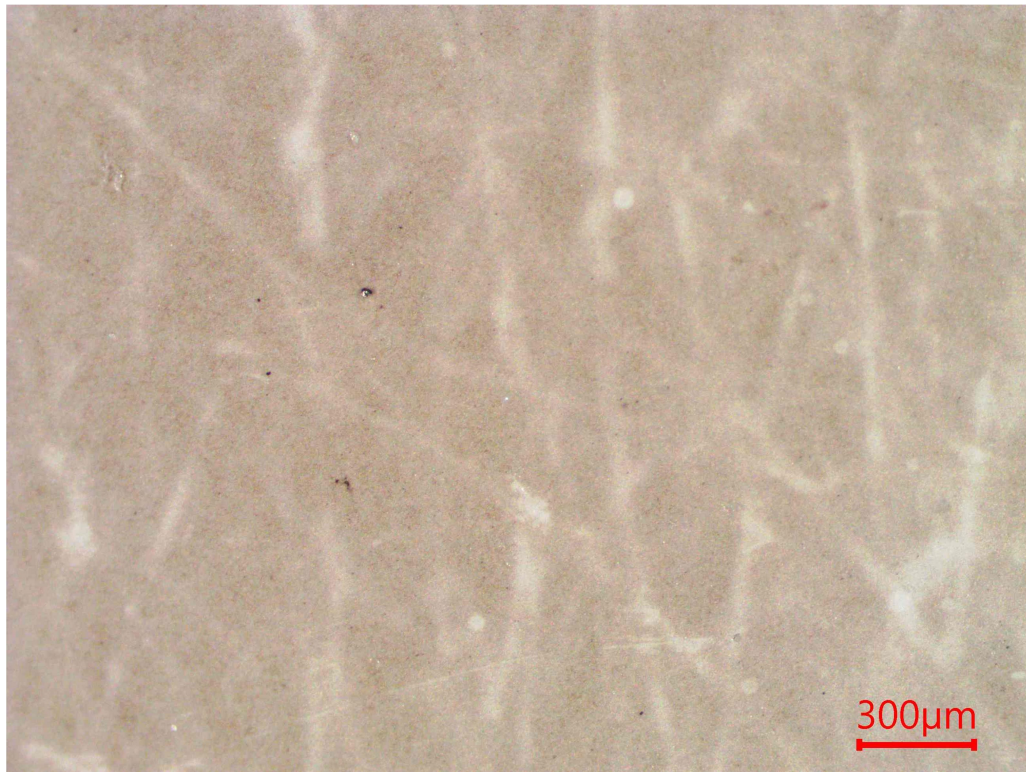
### Comentarios:

- Bajo microscopio óptico se observan escasas partículas ferrosas de hasta 30 micrones, escasa herrumbre y una fina dispersión de partículas de coloración marrón. No se encuentran partículas cristalinas en cantidad significativa..
- Bajo microscopio electrónico no se encuentran partículas de desgaste mecánico significativo
- Se encuentra que la fina dispersión de partículas de coloración marrón se componen mayormente por carbono y oxígeno,
- Se encuentran escasas partículas cuyos elementos sean de origen mineral. Estas partículas se componen mayormente por oxígeno y silicio, hasta un 50 y 20 wt.%, respectivamente, aprox.

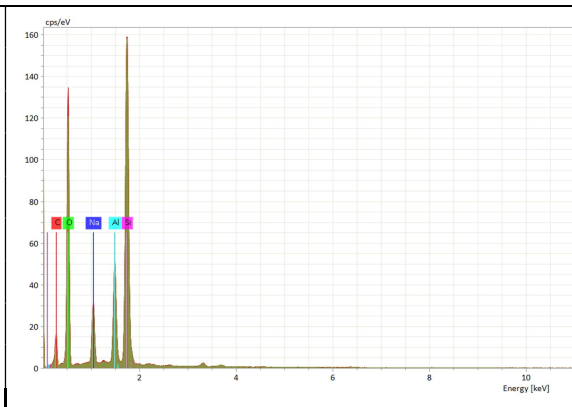
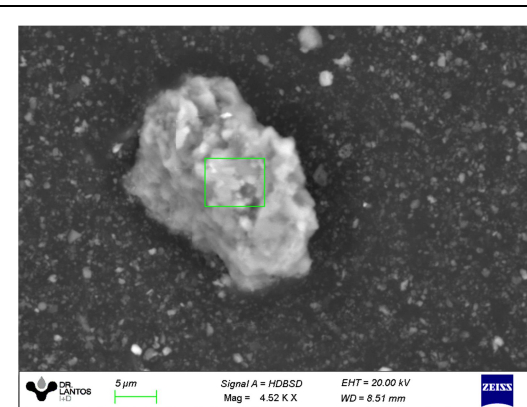


**Agustin Avalos**  
Diagnosticador  
Investigación y Desarrollo

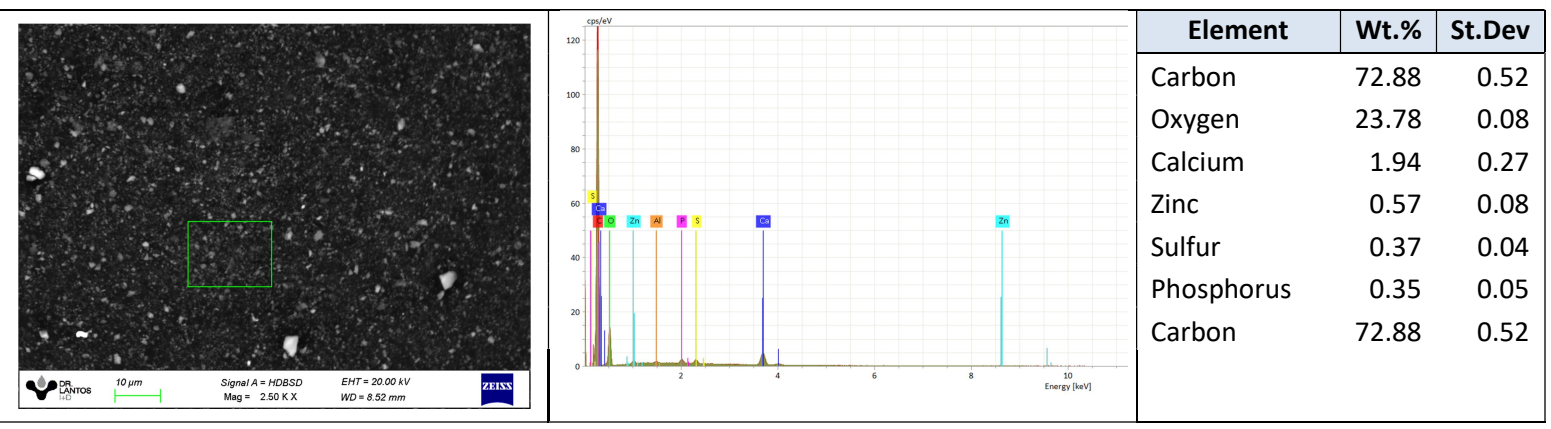
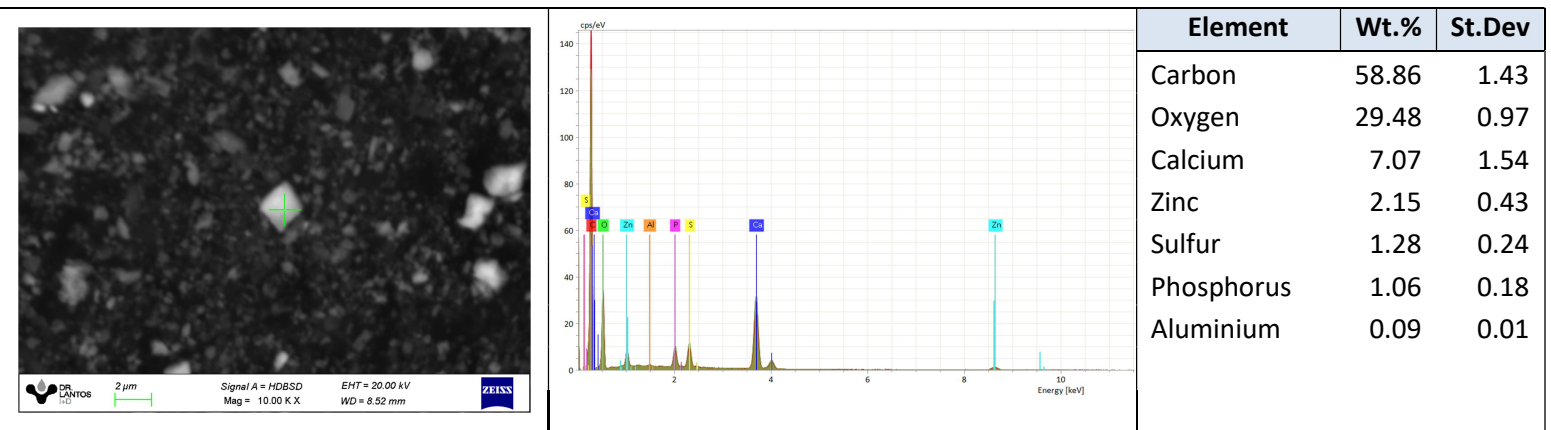
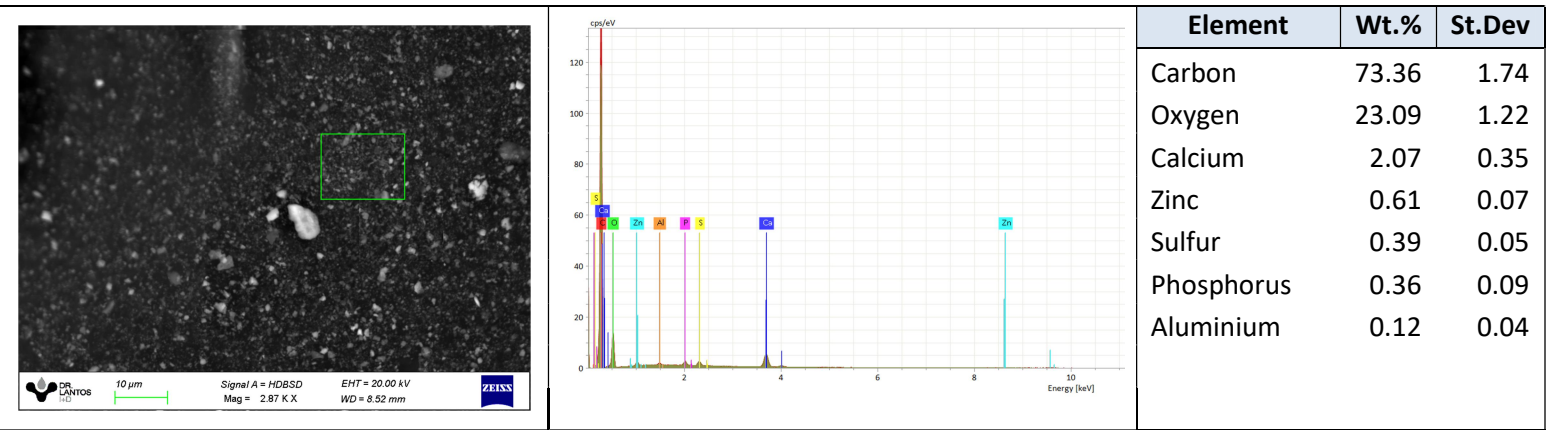
Magnificación Óptica

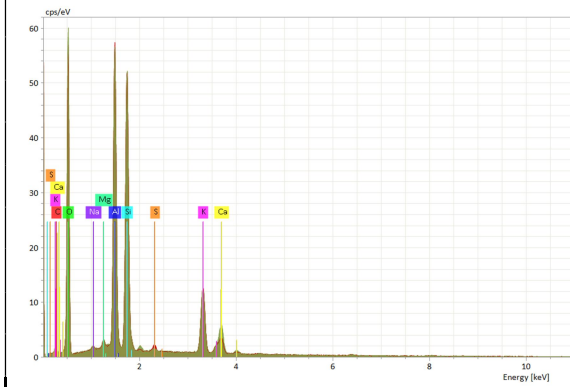
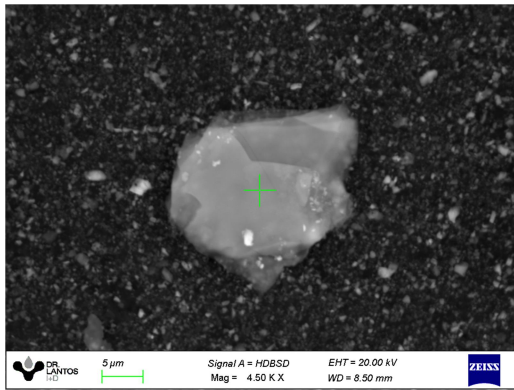


Análisis SEM-EDS



Element	Wt. %	St.Dev
Oxygen	51.18	0.4
Silicon	21.01	1.5
Carbon	16.4	1.58
Aluminium	5.93	0.36
Sodium	5.48	0.13





Element	Wt.%	St.Dev
Oxygen	55.21	0.64
Silicon	16.6	0.78
Aluminium	15.32	0.6
Potassium	5.75	0.37
Carbon	3.91	0.51
Calcium	2.36	0.82
Magnesium	0.37	0.01
Sulfur	0.31	0.23
Sodium	0.18	0

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 Nº24.766. 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 \*\*\*



**Agustin Avalos**  
Diagnosticador  
Investigación y Desarrollo

## SEM-EDS ANALYSIS

17 de Noviembre, 2023

ENERFLEX SERVICES ARGENTINA SRL		Equipo	74649 [President Petroleum - LAS BASES]
Muestra	23110919	Observaciones	
Fecha Extracción	-	Compresor Gas Alternativo a Piston - Kaeser - 6KOC4	
Fecha Recepción	16/11/2023		
Fecha Ensayos	17/11/2023		

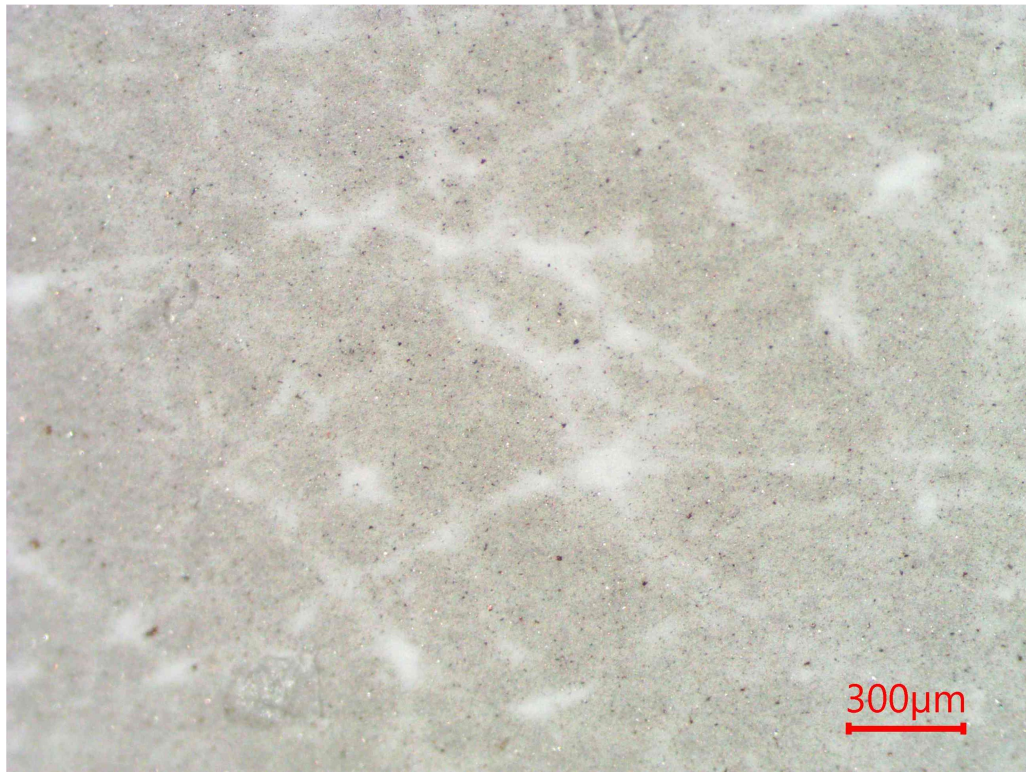
### Comentarios:

- Bajo microscopio óptico se observan escasas partículas ferrosas de hasta 20 micrones, escasa herrumbre y apreciable hollín. No se encuentran partículas cristalinas en cantidad significativa.
- Bajo microscopio electrónico se encuentran apreciables partículas de morfología tipo plaqueta, de hasta 15 micrones. Estas partículas provienen de una aleación de cobre y de una aleación de plomo.
- Se encuentran escasas partículas tipo virutas de tamaño inferior a los 15 micrones, correspondientes a una aleación de cobre.
- Se encuentran muy escasas partículas correspondientes a un acero tipo AISI 52100, con morfología de plaqueta y tamaño inferior a los 20 micrones.
- Se encuentra una fina dispersión de partículas compuestas mayormente por carbono y oxígeno, posiblemente correspondiente a hollín en el aceite.

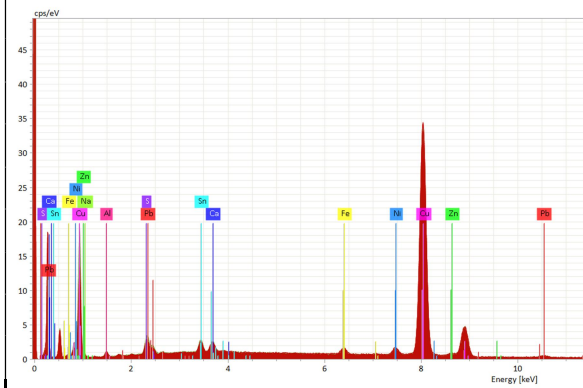
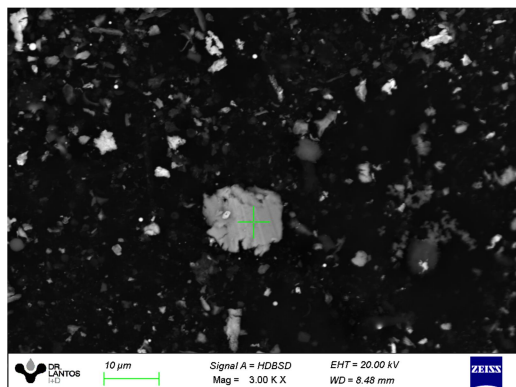


**Agustin Avalos**  
Diagnosticador  
Investigación y Desarrollo

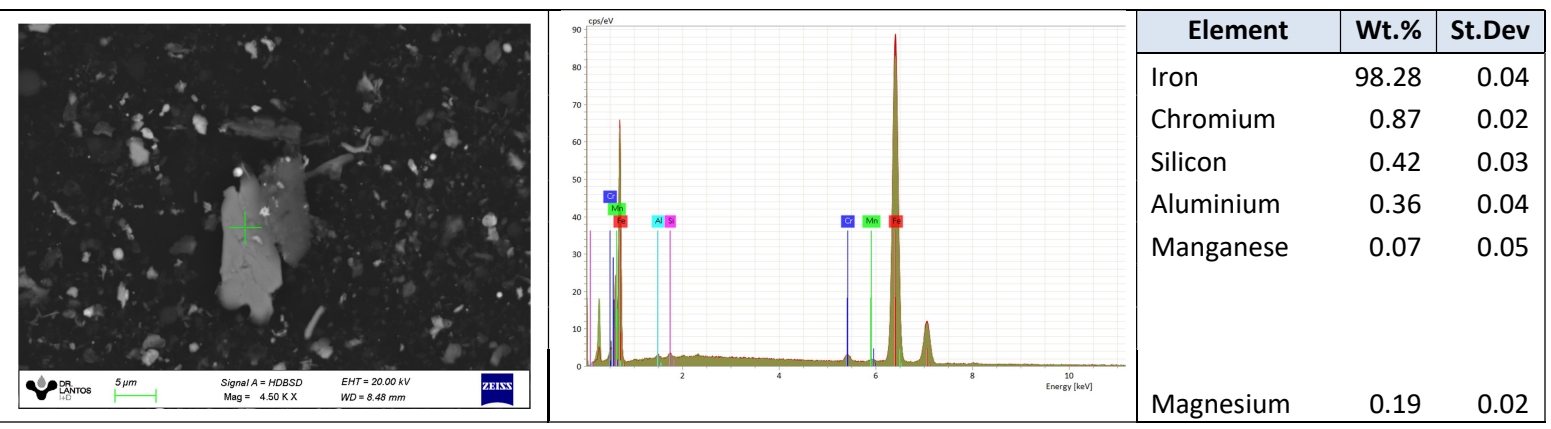
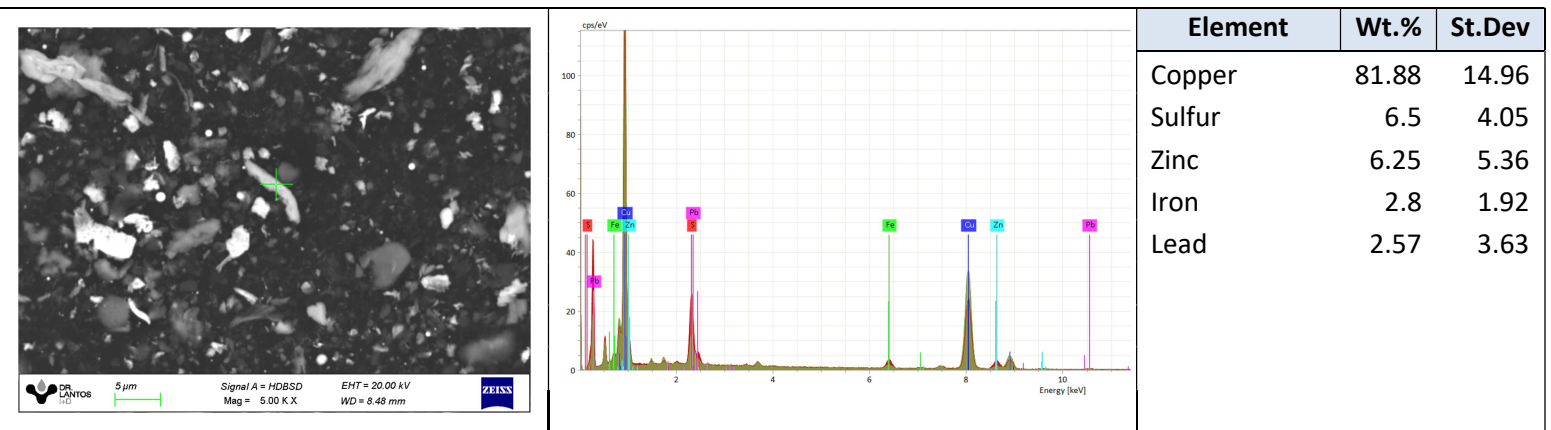
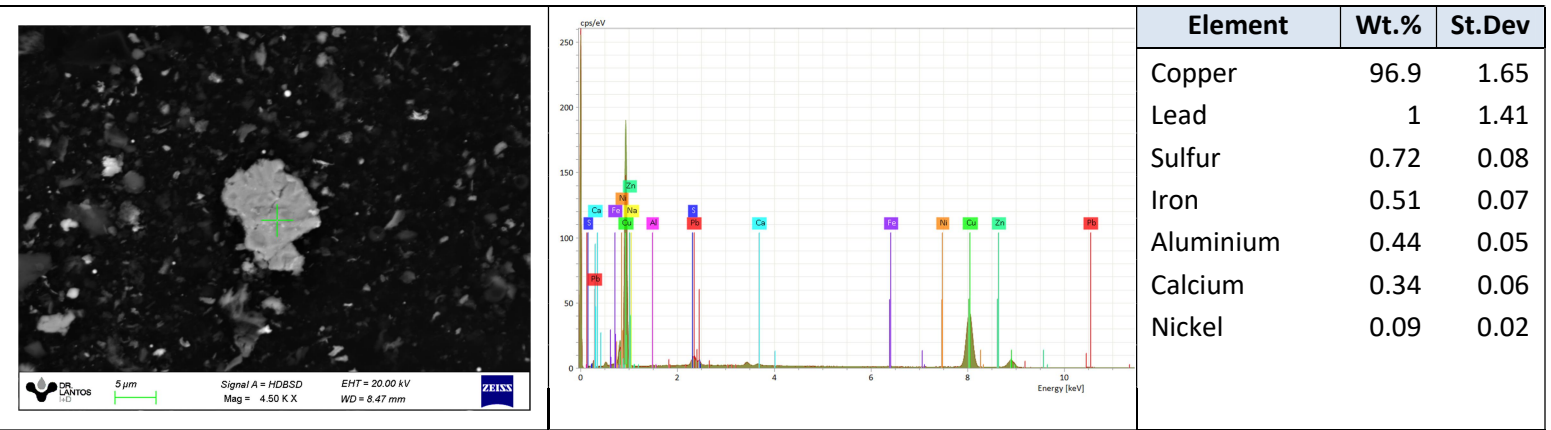
Magnificación Óptica

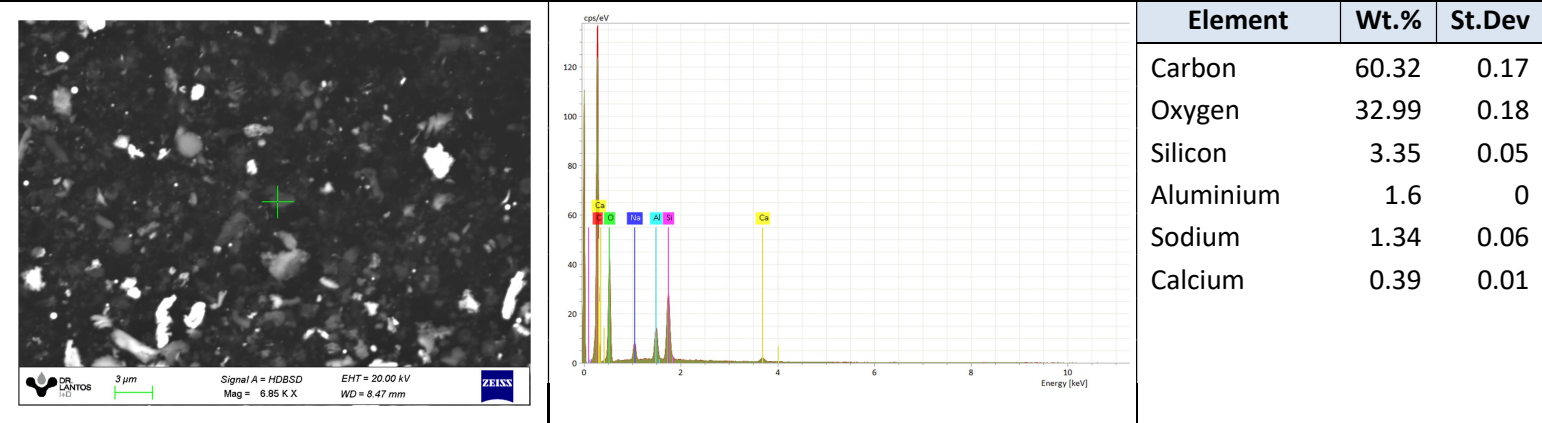


Análisis SEM-EDS



Element	Wt. %	St.Dev
Copper	91.42	0.27
Lead	4.08	0.38
Iron	1.28	0.02
Zinc	0.87	0.06
Sulfur	0.55	0.07
Nickel	0.55	0
Aluminium	0.5	0.01
Tin	0.34	0.02
Calcium	0.23	0.07





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 Nº24.766. 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 \*\*\*



**Agustin Avalos**  
 Diagnosticador  
 Investigación y Desarrollo



## SEM-EDS ANALYSIS

17 de Noviembre, 2023

ENERFLEX SERVICES ARGENTINA SRL		Equipo	74649 [President Petroleum - LAS BASES]
Muestra	23110870	Observaciones	
Fecha Extracción	09/11/2023	Residuo Motor a Gas	
Fecha Recepción	16/11/2023		
Fecha Ensayos	17/11/2023		

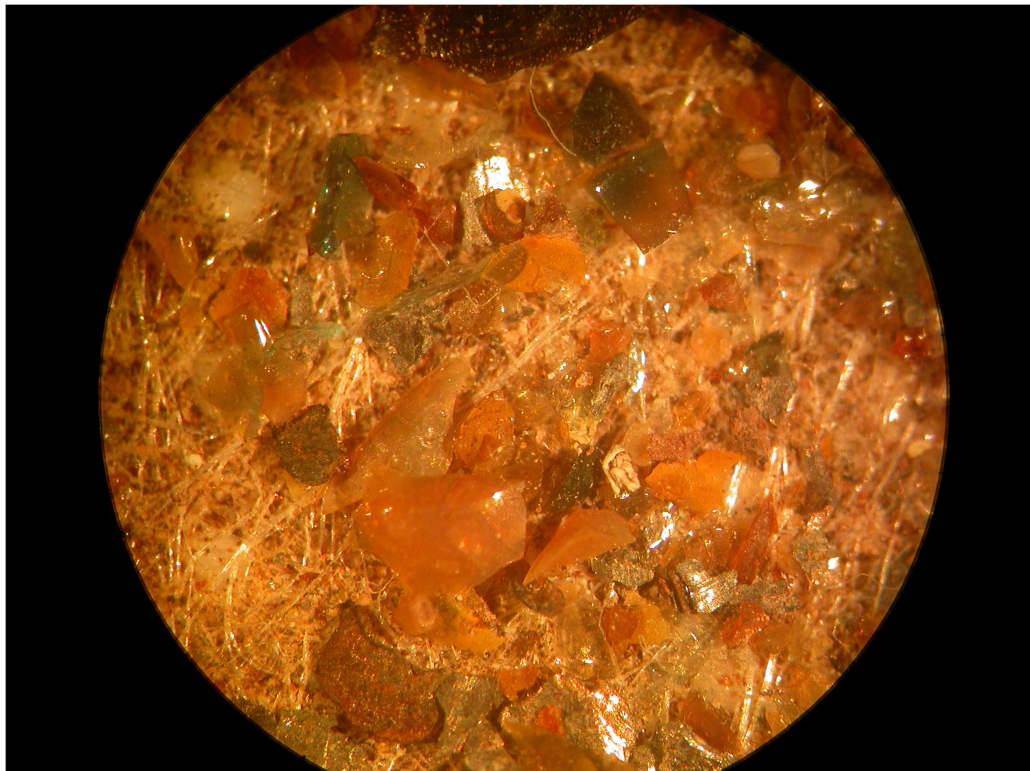
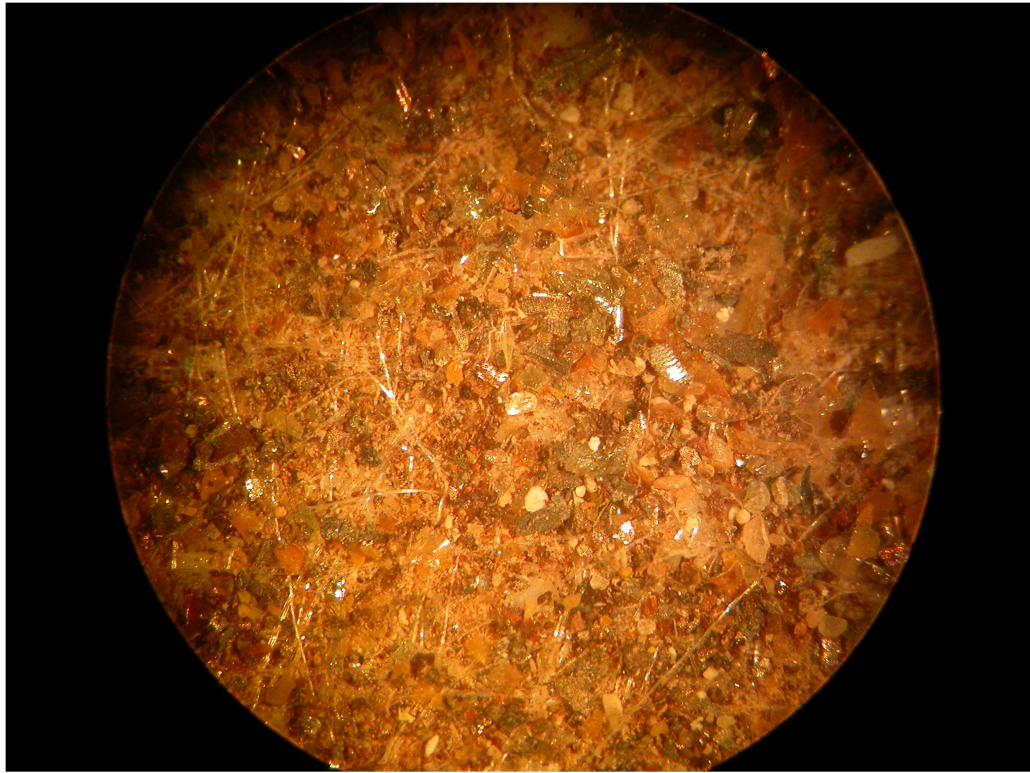
### Comentarios:

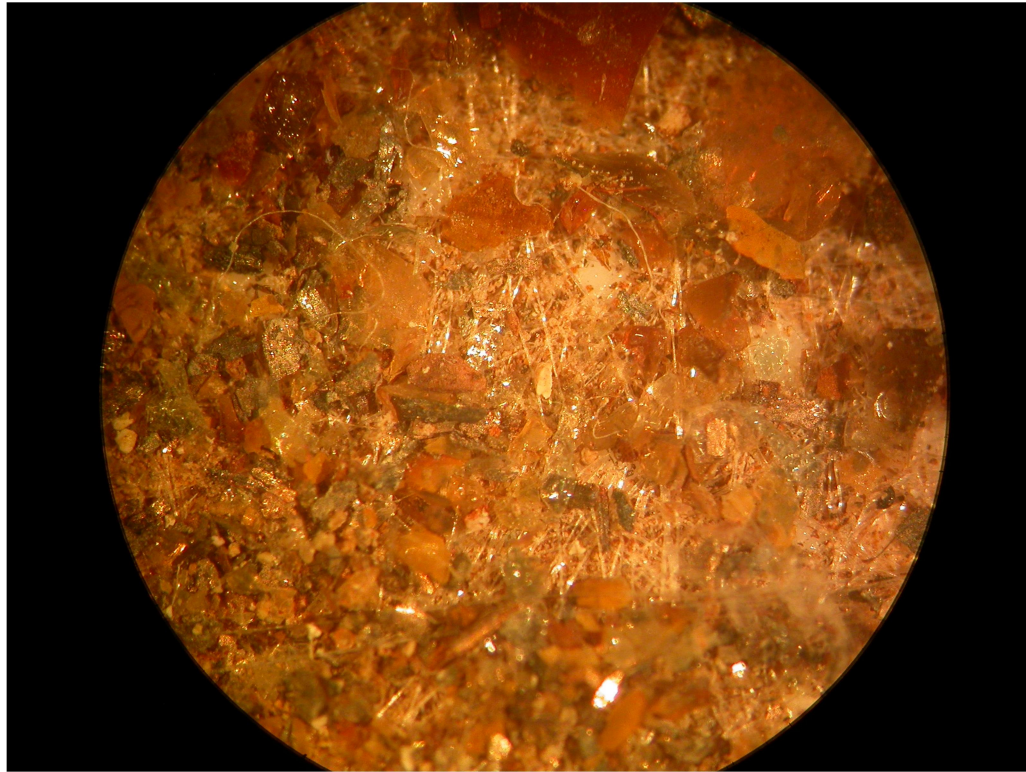
- Bajo microscopio óptico se observan abundantes partículas de aspecto cristalino de coloración ámbar, del orden del milímetro. Se encuentran también partículas de aspecto cristalino de coloración blanca.
- Se encuentran apreciables partículas correspondientes a herrumbre (óxido de hierro debido a humedad), y se encuentran abundantes partículas de desgaste mecánico de coloración rojiza principalmente.
- Bajo microscopio electrónico se determina que las partículas cristalina se componen mayormente por oxígeno y silicio en proporción variable de hasta 50 y 40 wt.% respectivamente.
- Se encuentran también otros elementos de origen mineral como calcio y azufre, así como también una concentración apreciable de carbono, inferior al 10 wt.% mayormente.
- Se encuentran abundantes partículas de desgaste mecánico con morfología de plaquetas, asociadas a fatiga de material, y láminas alargadas, con estrías rectas sobre su superficie, provenientes de un contacto deslizante. Estas últimas podrían estar dadas por un desgaste abrasivo, ocasionado por la presencia de partículas duras contaminantes. La composición de estas láminas corresponden a una aleación de cobre-plomo, y a una aleación de metal blanco. Ambos materiales provenientes de cojinetes.



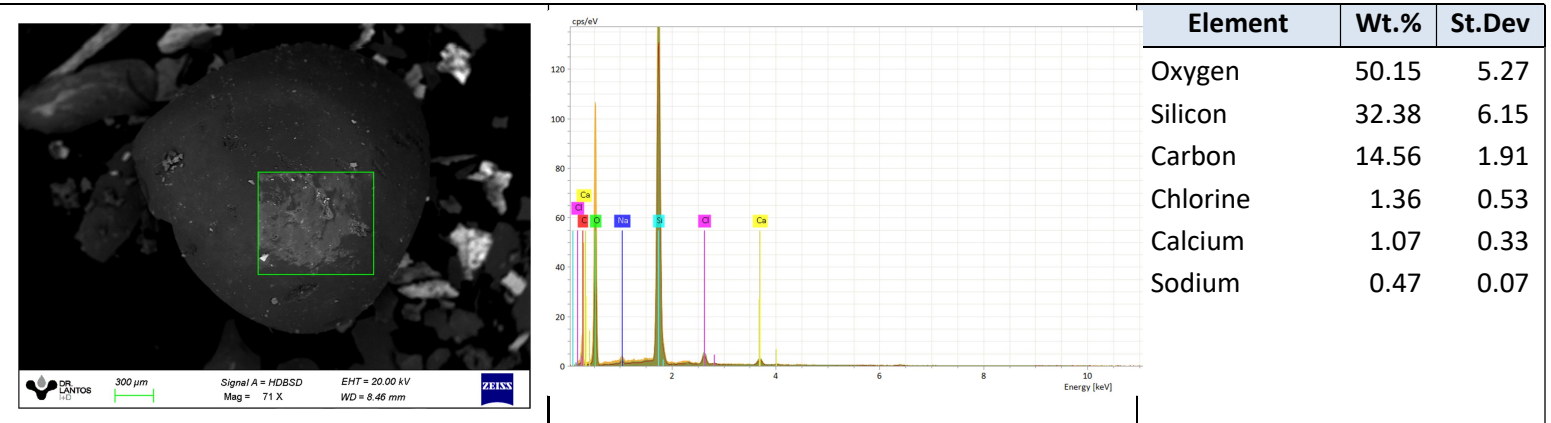
**Agustin Avalos**  
Diagnosticador  
Investigación y Desarrollo

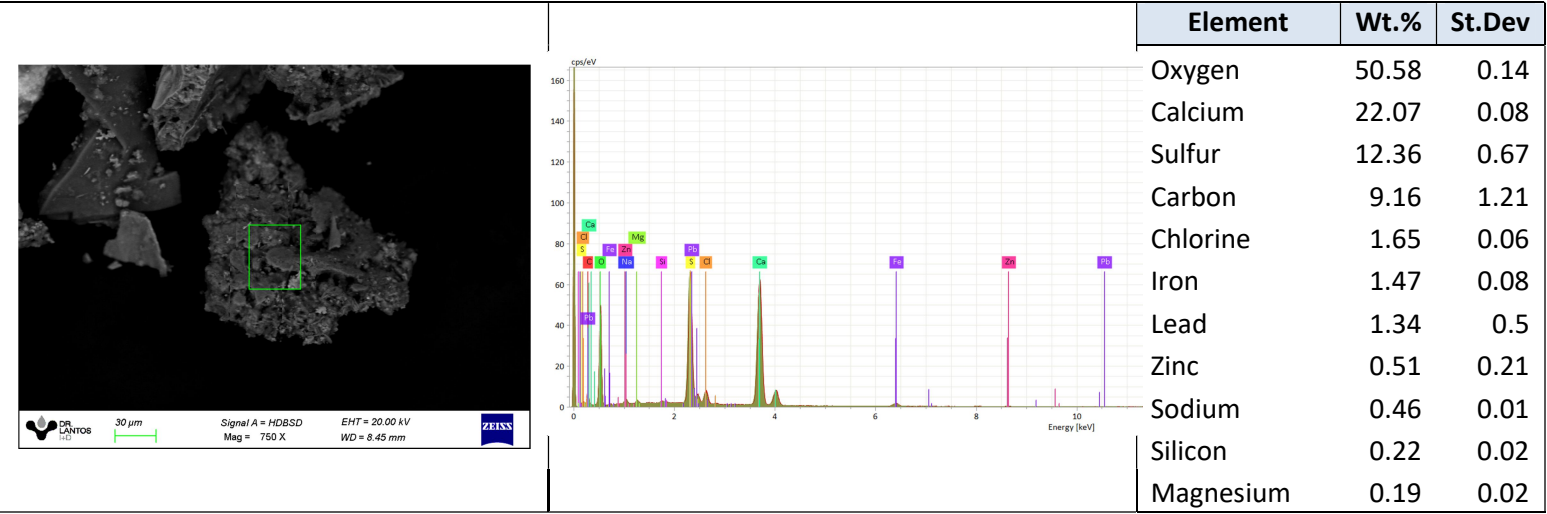
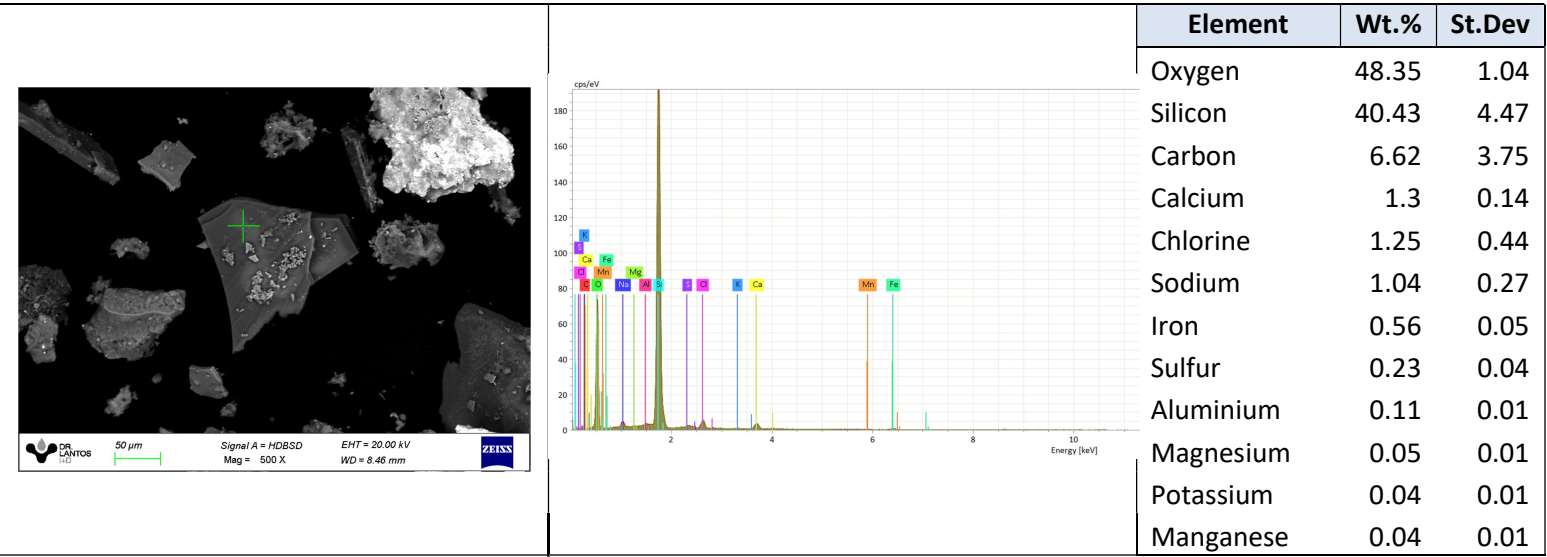
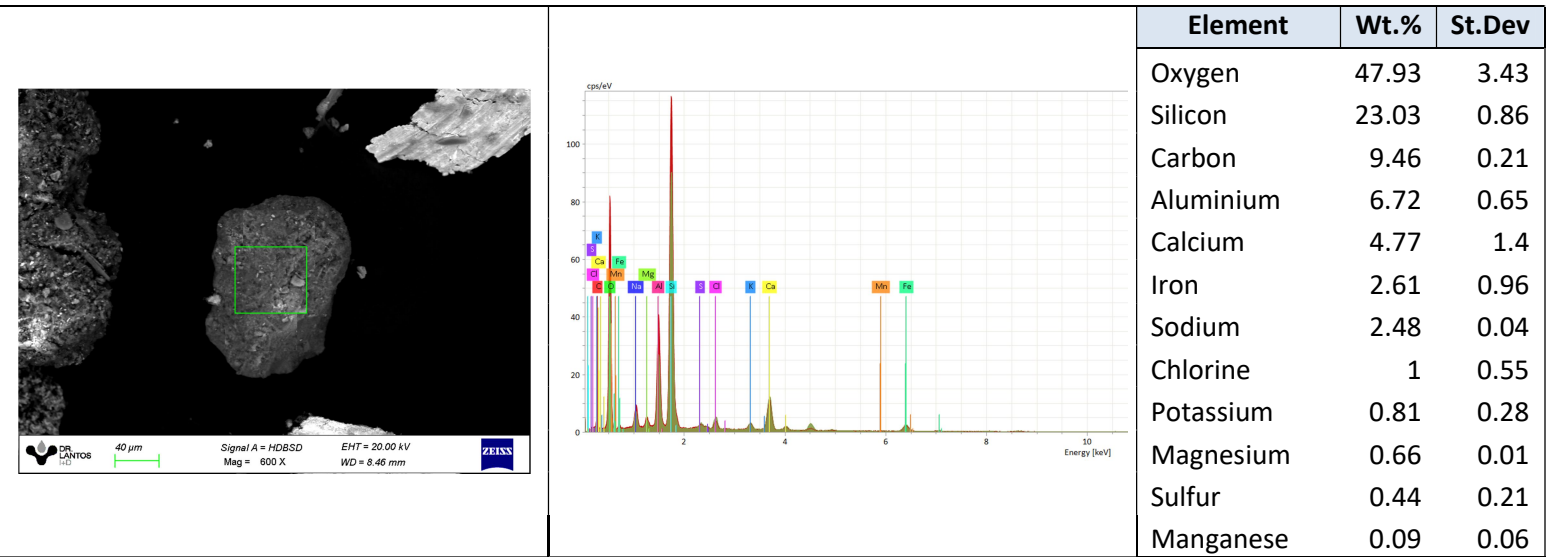
Magnificación Óptica

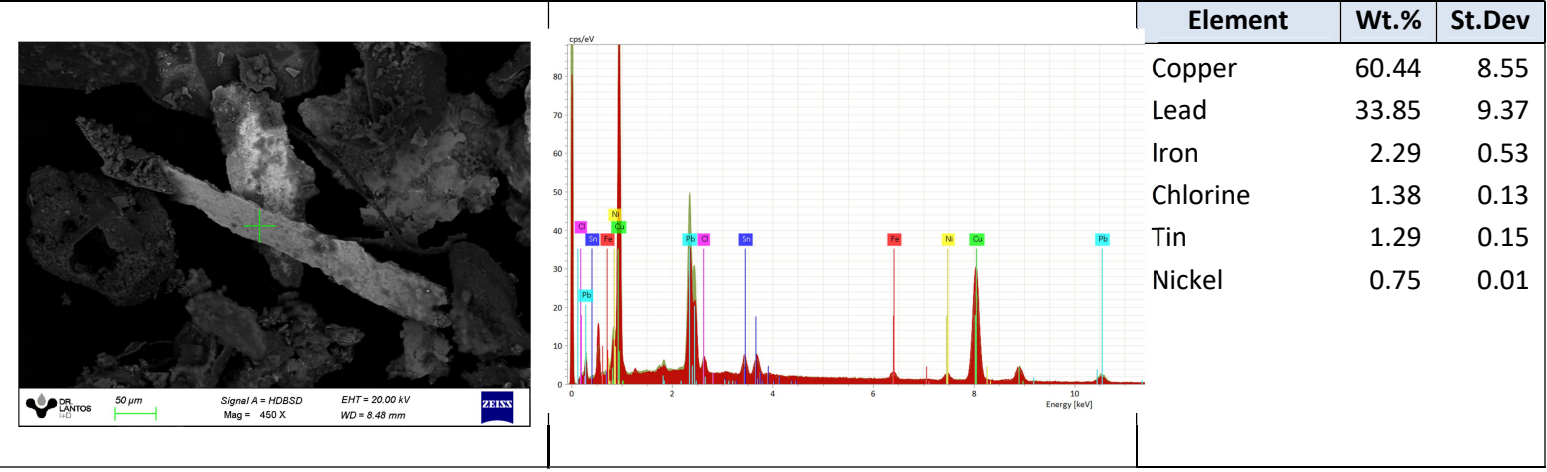
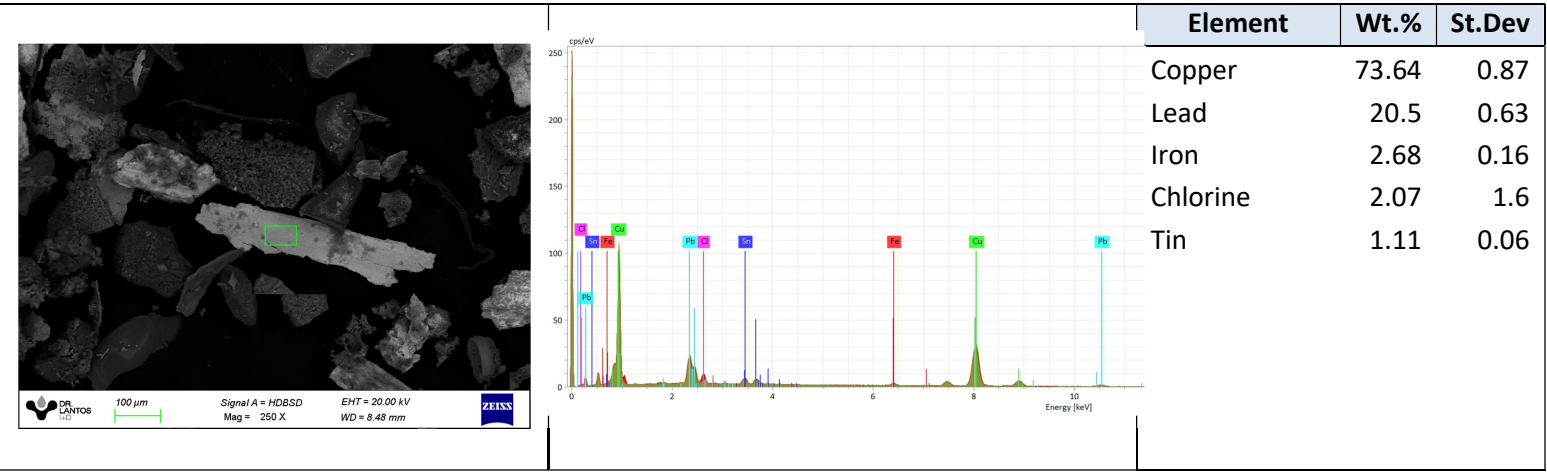
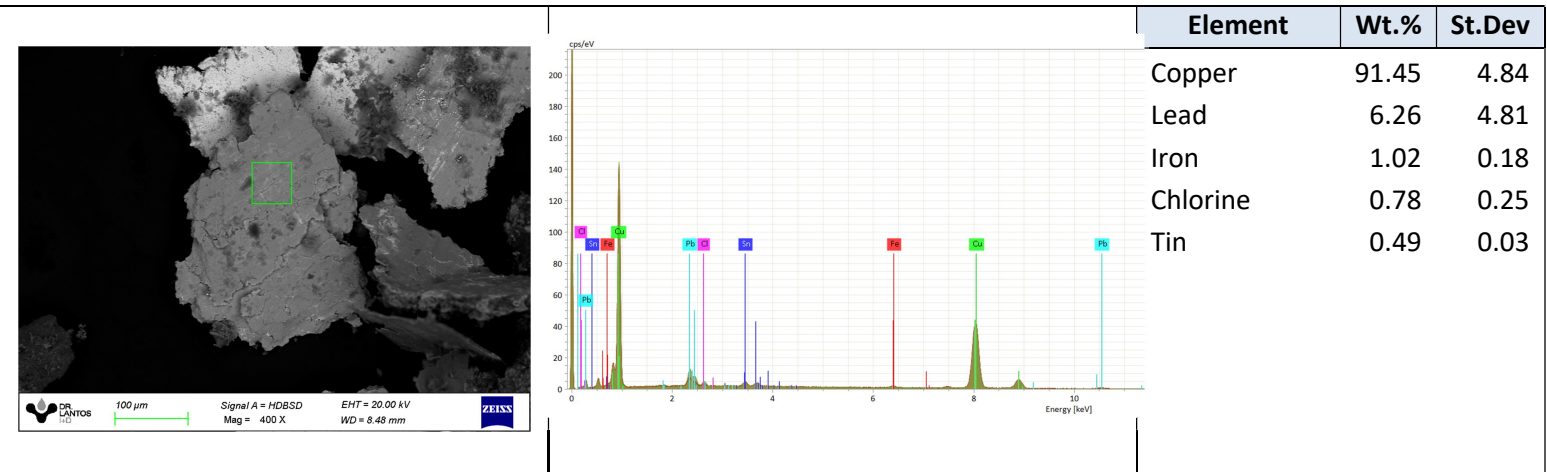


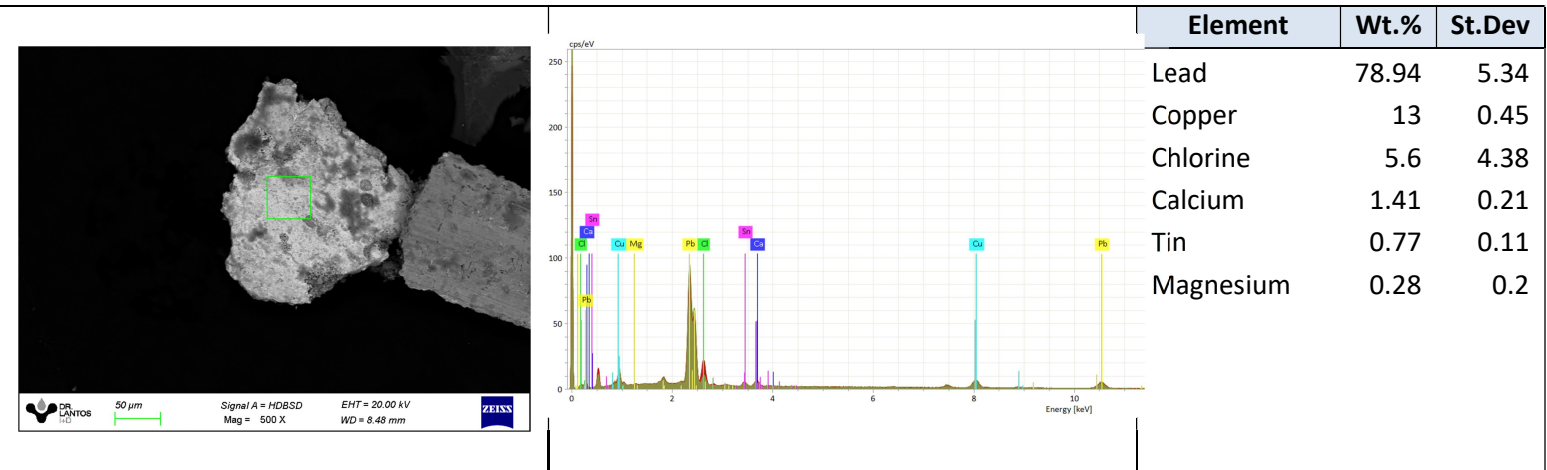


Análisis SEM-EDS









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 \*\*\*



**Agustin Avalos**  
Diagnosticador  
Investigación y Desarrollo