

# MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA



## ***INFORME DE RESULTADOS DE MUESTREO CON DISPOSITIVO XRF EN PLÁSTICOS OBTENIDOS DE RAEE***

13 de diciembre del 2021

## CONTENIDO

1. ANTECEDENTES .....	3
2. DESARROLLO .....	3
3. CONCLUSIONES .....	7
4. RECOMENDACIONES .....	7
5. ANEXOS.....	7

## 1. ANTECEDENTES

RECITEC: es la única planta industrial de procesamiento de RAEE en el Ecuador; actualmente ya se encuentra en funcionamiento y se encuentra en obtención de la licencia ambiental correspondiente. RECITEC cuenta con procesos de recolección, almacenamiento, desensamblaje neumático, separación de estaños, trituración, pulverización, separación triple ciclo, celdas electrolíticas, refinación de metales y comercialización. Cabe destacar que los plásticos, mediante procesos mecánicos, son triturados y separados para su gestión adecuada; esto incluye al plástico contenido en las tarjetas electrónicas. Adicionalmente, RECITEC cuenta con un laboratorio especializado, el cual se enfoca en investigación y control de calidad de los procesos que realiza RECITEC.

RECITEC cuenta con una capacidad de gestión de 2000 toneladas anuales de equipos enteros y de 400 toneladas únicamente de tarjetas electrónicas; con respecto a los plásticos derivados de los equipos, actualmente pasan por un proceso de molido y acopio, puesto que no existe aún un proceso aprobado por el Ministerio del Ambiente y Agua para la gestión de estos residuos. Los otros residuos no aprovechables (tales como: baterías, vidrio plomado, tóner, cartuchos, etc) son entregados a los gestores ambientales locales, acreditados para el tratamiento de dichos residuos.

## 2. DESARROLLO

La visita de campo a la compañía RECITEC, ubicada en Machachi, cantón Mejía en la Provincia de Pichincha, se realizó el 26 de noviembre del 2021. Para poder identificar la presencia de sustancias peligrosas en los plásticos derivados de los RAEE, se ha hecho una selección del plástico más habitual que maneja la empresa RECITEC. A continuación, se presenta un listado de los elementos seleccionados:

1. Residuo fibras de placa electrónica
2. Cable regulador voltaje (interno)
3. Cable de regulador de voltaje (externo)
4. Cable cpu,
5. Pila litio
6. Control remoto
7. Impresora inyección hp
8. Impresora matricial
9. UPS
10. Monitor
11. CPU
12. Modem
13. Regulador de voltaje
14. Teléfono
15. Plancha tetrapak con ABS
16. Impresora
17. Teclado

Para la identificación de las sustancias, se ha utilizado un espectrómetro de fluorescencia portátil, perteneciente a la marca Skyray, modelo Genius 3000 XRF, el cual es usado ampliamente en testeo de juguetes y productos eléctricos y electrónicos. Este equipo está diseñado para analizar contaminantes establecidos en la Directiva Europea RoHS (Directiva 2011/65/UE), haciendo referencia a la Restricción de Sustancias Peligrosas listadas a continuación:

1. Plomo (Pb)
2. Mercurio (Hg)
3. Cadmio (Cd)
4. Cromo hexavalente (Cr6 +)
5. Bifenilos polibromados (PBB)
6. Polibromodifenil éteres (PBDE)

*Ilustración 1. Dispositivo GENIUS 3000 XRF*



Con base en los análisis realizados, se obtuvieron los siguientes resultados:

No.	Elemento	Resultado por sustancia (PPM)
<b>1</b>	Residuo fibras plásticas de placa electrónica	Cr: 623.5 Br: 81903.9 Cd: 104.9 Hg: 130.95 Pb: 563.6
<b>2</b>	Cable regulador voltaje (interno)	Cr: 457.6 Br: 4.1 Cd: 17.1 Pb: 10.71

**INFORME TÉCNICO DE VISITA DE CAMPO**

No.	Elemento	Resultado por sustancia (PPM)
3	Cable de regulador de voltaje (externo)	Br: 5.4 Cd: 9.3 Pb: 130.2
4	Cable de poder CPU	Cr: 128.5 Br: 90.71 Cd: 3228.4 Pb: 37.9
5	Pila litio	Cr: 25624.2 Br: 25.9 Cd: 34.2 Hg: 102.4
6	Control remoto	Cr: 416.9 Br: 8 Cd: 60.9 Hg: 23.9 Pb: 21.5
7	Impresora inyección hp	Cr: 258.5 Br: 16758.1 Cd: 17.2 Hg: 15.1 Pb: 42.1
8	Impresora matricial	Br: 2.9 Hg: 18.6 Pb: 86.7
9	UPS	Br: 284.4 Cd: 2.7 Pb: 84.5
10	Monitor	Br: 2538 Cd: 1.6 Hg: 12.7 Pb: 130
11	CPU	Cr: 234.5 Br: 1.7 Cd: 60.31 Pb: 7.9
12	Modem	Cr: 11.6 Br: 31 Cd: 3.4 Hg: 17.7 Pb: 0.7
13	Regulador de voltaje	Cr: 429.7 Br: 24418.4 Cd: 20.8

No.	Elemento	Resultado por sustancia (PPM)
		Pb: 72.8
14	Teléfono	Cr: 602.2 Br: 626.9 Hg: 11.7
15	Plancha tetrapak con ABS	Cr: 673.3 Br: 1.8 Cd: 9.1
16	Impresora	Br: 5.6 Pb: 105.7
17	Teclado	Cr: 19.8 Br: 15526.3 Cd: 12.8 Pb: 14.2

De acuerdo a las “Directrices técnicas sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo o éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo, que los contengan o estén contaminados con ellos”, pertenecientes al Convenio de Basilea; los COPs que contengan PBDE, son identificados como COP-BDE y cuentan con un valor provisional bajo, establecido en 50 mg/kg o 1000 mg/kg como la suma de los hexaBDE, heptaBDE, pentaBDE y tetraBDE.

Asimismo, esta Directriz establece que los desechos con un contenido de COP-BDE superior a 50 mg/kg o 1000 mg/kg tendrán que eliminarse de modo tal que el contenido de COP se destruya o transforme de forma irreversible, de acuerdo a los procedimientos aprobados para el efecto.

Es importante destacar que varios elementos sobrepasan los límites definidos por el Convenio de Basilea, sin embargo, elementos como el plástico de las placas electrónicas y plástico obtenido de un regulador de voltaje, presenta cantidades de bromo muy elevadas.

*Ilustración 2. Fibra plástica, separada de las placas electrónicas*



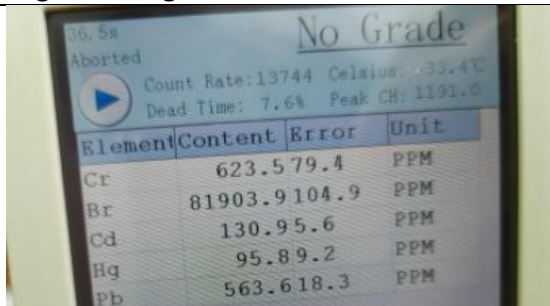
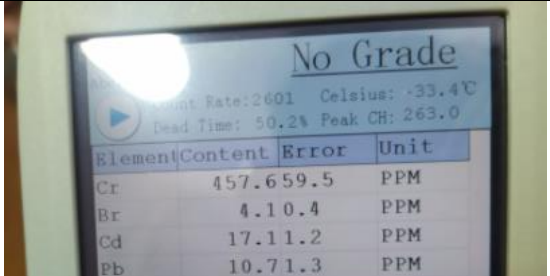
### 3. CONCLUSIONES

- Se debe tener consideración especial en elementos que presentan alto contenido de sustancias contaminantes, no únicamente bromados.
- Las fibras plásticas, derivadas de procesos de separación en tarjetas electrónicas, son los que mayor concentración de bromo.
- Es necesario caracterizar una mayor cantidad de elementos habituales, encontrados en empresas gestoras, con el fin de identificar los tipos de plásticos que contienen mayor cantidad de sustancias contaminantes y establecer lineamientos para su tratamiento.

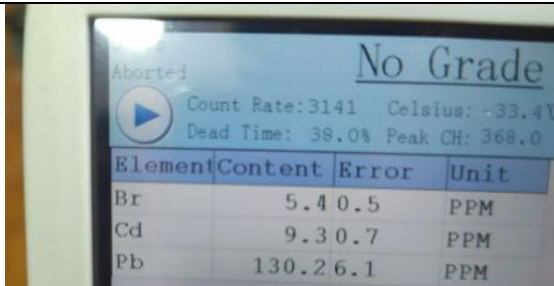
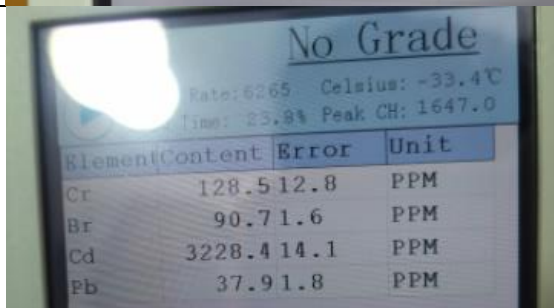
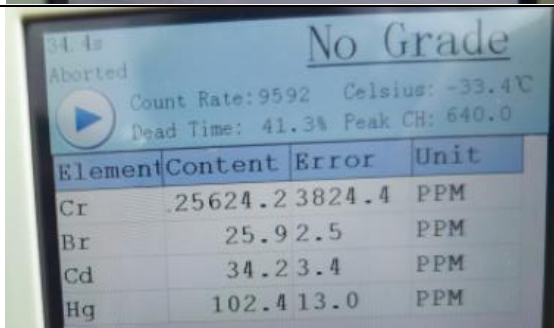
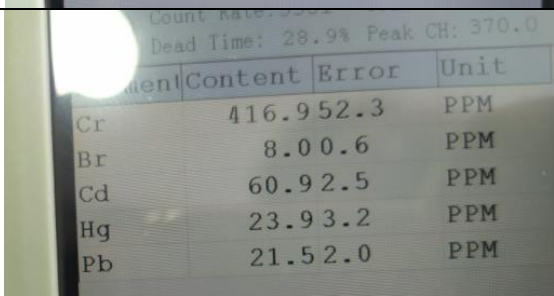
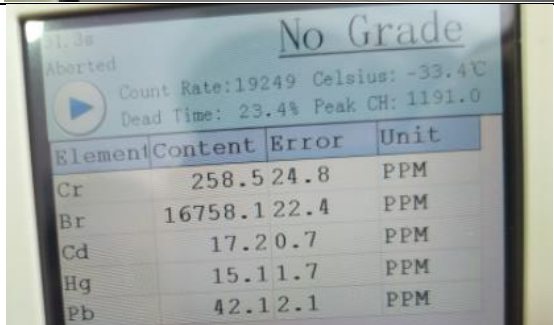
### 4. RECOMENDACIONES

- Durante las mediciones se ha identificado un parámetro mostrado por equipo, que hace referencia a “error”; en varias muestras este valor ha sido elevado, por consiguiente, se requiere interpretar estos valores con personal especializado en el uso de equipos XRF.
- Desarrollar los procedimientos para destrucción de COPs, mediante co procesamiento, tal como establecen las guías del convenio de Basilea.

### 5. ANEXOS

No.	Elemento	Registro fotográfico																								
1	Residuo fibras plásticas de placa electrónica	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>623.5</td> <td>79.4</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>81903.9</td> <td>104.9</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>130.9</td> <td>5.6</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>95.8</td> <td>9.2</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>563.6</td> <td>18.3</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	623.5	79.4	PPM	Br	81903.9	104.9	PPM	Cd	130.9	5.6	PPM	Hg	95.8	9.2	PPM	Pb	563.6	18.3	PPM
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	623.5	79.4	PPM																							
Br	81903.9	104.9	PPM																							
Cd	130.9	5.6	PPM																							
Hg	95.8	9.2	PPM																							
Pb	563.6	18.3	PPM																							
2	Cable regulador voltaje (interno)	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>457.6</td> <td>59.5</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>4.1</td> <td>0.4</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>17.1</td> <td>1.2</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>10.7</td> <td>1.3</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	457.6	59.5	PPM	Br	4.1	0.4	PPM	Cd	17.1	1.2	PPM	Pb	10.7	1.3	PPM				
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	457.6	59.5	PPM																							
Br	4.1	0.4	PPM																							
Cd	17.1	1.2	PPM																							
Pb	10.7	1.3	PPM																							

**INFORME TÉCNICO DE VISITA DE CAMPO**

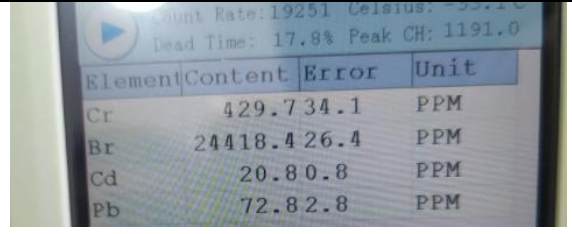
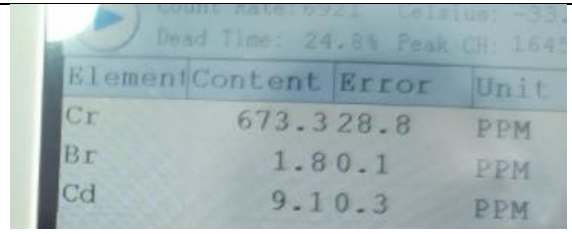
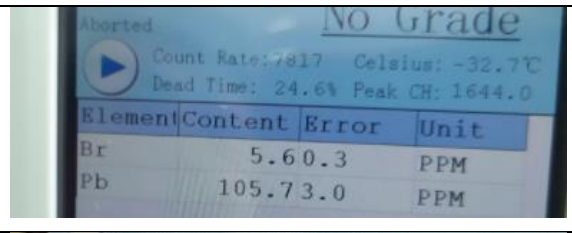
3	Cable de regulador de voltaje (externo)	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Br</td> <td>5.4</td> <td>0.5</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>9.3</td> <td>0.7</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>130.2</td> <td>6.1</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Br	5.4	0.5	PPM	Cd	9.3	0.7	PPM	Pb	130.2	6.1	PPM								
Element	Content	Error	Unit																							
Br	5.4	0.5	PPM																							
Cd	9.3	0.7	PPM																							
Pb	130.2	6.1	PPM																							
4	Cable de poder CPU	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>128.5</td> <td>12.8</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>90.7</td> <td>1.6</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>3228.4</td> <td>14.1</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>37.9</td> <td>1.8</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	128.5	12.8	PPM	Br	90.7	1.6	PPM	Cd	3228.4	14.1	PPM	Pb	37.9	1.8	PPM				
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	128.5	12.8	PPM																							
Br	90.7	1.6	PPM																							
Cd	3228.4	14.1	PPM																							
Pb	37.9	1.8	PPM																							
5	Pila litio	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>25624.2</td> <td>3824.4</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>25.9</td> <td>2.5</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>34.2</td> <td>3.4</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>102.4</td> <td>13.0</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	25624.2	3824.4	PPM	Br	25.9	2.5	PPM	Cd	34.2	3.4	PPM	Hg	102.4	13.0	PPM				
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	25624.2	3824.4	PPM																							
Br	25.9	2.5	PPM																							
Cd	34.2	3.4	PPM																							
Hg	102.4	13.0	PPM																							
6	Control remoto	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>416.9</td> <td>52.3</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>8.0</td> <td>0.6</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>60.9</td> <td>2.5</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>23.9</td> <td>3.2</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>21.5</td> <td>2.0</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	416.9	52.3	PPM	Br	8.0	0.6	PPM	Cd	60.9	2.5	PPM	Hg	23.9	3.2	PPM	Pb	21.5	2.0	PPM
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	416.9	52.3	PPM																							
Br	8.0	0.6	PPM																							
Cd	60.9	2.5	PPM																							
Hg	23.9	3.2	PPM																							
Pb	21.5	2.0	PPM																							
7	Impresora inyección hp	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>258.5</td> <td>24.8</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>16758.1</td> <td>22.4</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>17.2</td> <td>0.7</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>15.1</td> <td>1.7</td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>42.1</td> <td>2.1</td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	258.5	24.8	PPM	Br	16758.1	22.4	PPM	Cd	17.2	0.7	PPM	Hg	15.1	1.7	PPM	Pb	42.1	2.1	PPM
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	258.5	24.8	PPM																							
Br	16758.1	22.4	PPM																							
Cd	17.2	0.7	PPM																							
Hg	15.1	1.7	PPM																							
Pb	42.1	2.1	PPM																							



**INFORME TÉCNICO DE VISITA DE CAMPO**

8	Impresora matricial	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Br</td> <td>2.90.2</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>18.61.7</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>86.72.9</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Br	2.90.2		PPM	Hg	18.61.7		PPM	Pb	86.72.9		PPM								
Element	Content	Error	Unit																							
Br	2.90.2		PPM																							
Hg	18.61.7		PPM																							
Pb	86.72.9		PPM																							
9	UPS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>284.422.9</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>2.70.2</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>84.52.7</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	284.422.9		PPM	Br	2.70.2		PPM	Pb	84.52.7		PPM								
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	284.422.9		PPM																							
Br	2.70.2		PPM																							
Pb	84.52.7		PPM																							
10	Monitor	<p>No Grade</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Br</td> <td>2538.98.0</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>1.60.1</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>12.71.4</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>130.03.6</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Br	2538.98.0		PPM	Cd	1.60.1		PPM	Hg	12.71.4		PPM	Pb	130.03.6		PPM				
Element	Content	Error	Unit																							
Br	2538.98.0		PPM																							
Cd	1.60.1		PPM																							
Hg	12.71.4		PPM																							
Pb	130.03.6		PPM																							
11	CPU	<p>No Grade</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>234.523.6</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>1.70.1</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>60.31.7</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>7.90.6</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	234.523.6		PPM	Br	1.70.1		PPM	Cd	60.31.7		PPM	Pb	7.90.6		PPM				
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	234.523.6		PPM																							
Br	1.70.1		PPM																							
Cd	60.31.7		PPM																							
Pb	7.90.6		PPM																							
12	Modem	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>11.61.4</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>31.01.0</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>3.40.2</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>17.71.9</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>8.60.7</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	11.61.4		PPM	Br	31.01.0		PPM	Cd	3.40.2		PPM	Hg	17.71.9		PPM	Pb	8.60.7		PPM
Element	Content	Error	Unit																							
Cr	11.61.4		PPM																							
Br	31.01.0		PPM																							
Cd	3.40.2		PPM																							
Hg	17.71.9		PPM																							
Pb	8.60.7		PPM																							

**INFORME TÉCNICO DE VISITA DE CAMPO**

13	Regulador de voltaje	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>429.734.1</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>24418.426.4</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>20.80.8</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>72.82.8</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	429.734.1		PPM	Br	24418.426.4		PPM	Cd	20.80.8		PPM	Pb	72.82.8		PPM
Element	Content	Error	Unit																			
Cr	429.734.1		PPM																			
Br	24418.426.4		PPM																			
Cd	20.80.8		PPM																			
Pb	72.82.8		PPM																			
14	Teléfono	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>602.236.9</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>626.94.5</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>11.71.5</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	602.236.9		PPM	Br	626.94.5		PPM	Hg	11.71.5		PPM				
Element	Content	Error	Unit																			
Cr	602.236.9		PPM																			
Br	626.94.5		PPM																			
Hg	11.71.5		PPM																			
15	Plancha tetrapak con ABS	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>673.328.8</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>1.80.1</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>9.10.3</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	673.328.8		PPM	Br	1.80.1		PPM	Cd	9.10.3		PPM				
Element	Content	Error	Unit																			
Cr	673.328.8		PPM																			
Br	1.80.1		PPM																			
Cd	9.10.3		PPM																			
16	Impresora	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Br</td> <td>5.60.3</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>105.73.0</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Br	5.60.3		PPM	Pb	105.73.0		PPM								
Element	Content	Error	Unit																			
Br	5.60.3		PPM																			
Pb	105.73.0		PPM																			
17	Teclado	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Content</th> <th>Error</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cr</td> <td>19.82.5</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>15526.323.3</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>12.80.6</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>14.21.0</td> <td></td> <td>PPM</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Content	Error	Unit	Cr	19.82.5		PPM	Br	15526.323.3		PPM	Cd	12.80.6		PPM	Pb	14.21.0		PPM
Element	Content	Error	Unit																			
Cr	19.82.5		PPM																			
Br	15526.323.3		PPM																			
Cd	12.80.6		PPM																			
Pb	14.21.0		PPM																			

Elaborado por:	Revisado por:
<p style="text-align: center;"><b>Francisco Zurita U.</b> Técnico PREAL</p>	<p style="text-align: center;"><b>José Piedra</b> Coordinador PREAL</p>