



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**AMBIENTAL**

Potencial de contaminación ambiental por metales Cd, Zn, Pb  
producido por baterías usadas de tipo D y 6LR1 depositada en almacén  
de seguridad, Lima-2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Br. Alvarado Arellano, Rufina

**ASESORA:**

MCs. Suárez Alvites, Haydeé

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LIMA - PERÚ**

**2018**

## **PÁGINA DEL JURADO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Ernesto Alvarado Julca y  
Josefina Arellano Borja, hermanos (as),  
toda la plana docente quienes  
acompañaron durante el desarrollo de la  
investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a dios por bendecirme y darme las fuerzas para culminar uno de mis objetivos trazadas, a la Universidad Cesar Vallejo, a mis docentes MG. Haydeé Suárez Alvites y Dr. Elmer G. Benites Alfaro, por ser parte de mi formación profesional y como no a mis padres y hermanas (os) por acompañarme en todo y cada momento, son los principales pilares de mi vida para el desarrollo de mi vida profesional por ello ese eterno agradecimiento, y todo mis amigos quienes me acompañaron en el desarrollo de la tesis.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rufina Alvarado Arellano con DNI N° 72371236, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos de información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Callejo.

Lima, Diciembre del 2018



---

Rufina Alvarado Arellano

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Cálculo del potencial de contaminación ambiental por los metales Cd, Zn, Pb producidos por las baterías de tipo D y tipo 6LR1 usadas y depositadas en almacén de seguridad – 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La autora.

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Realidad problemática.....	2
1.2.- Trabajo previos.....	4
1.2.1.- Internacionales.....	4
1.3.- Teorías relacionadas al tema.....	10
1.3.1.- Marco normativo.....	10
1.3.1.1.- Ley general del medio ambiente y sus reglamentos.....	10
1.3.1.2.- Reglamento de Residuos de Aparatos Eléctricos Electrónicos.....	10
1.3.1.3.- Estándar de Calidad ambiental para Suelos.....	11
1.3.2.- Baterías y pilas.....	11
1.3.2.1.-Pilas primarias.....	12
1.3.2.2.- Batería D.....	13
1.3.2.3.- Batería 6LR1.....	13
1.3.2.4- Partes de las baterías.....	14
Ánodo.....	14
Cátodo.....	14
Electrolito.....	15
1.3.3.- Residuos peligrosos.....	15

1.3.4.- Efecto de las pilas .....	15
1.3.5.- Contaminación de suelos por metales pesados .....	16
1.3.6.- Lixiviado de metales en el suelo .....	16
1.3.7.- Efectos de los metales pesados en la salud humana .....	16
1.3.8.- Metales pesados .....	17
1.3.8.1.- Cadmio .....	17
1.3.8.2.- Plomo .....	18
1.3.8.3.- Zinc .....	18
1.3.9.- Potencial de contaminación .....	18
1.3.9.1.-Oxidación .....	19
1.3.9.2.- Humedad relativa .....	19
1.4.- Formulación del problema.....	20
1.4.1.- Problema general .....	20
1.4.2.- Problemas específicos.....	20
1.5.- Justificación de estudio.....	20
Justificación teórica:.....	20
Justificación Técnica.....	20
Justificación ambiental.....	21
Justificación económica .....	21
Justificación social: .....	22
1.6.- Hipótesis .....	22
1.6.1.- Hipótesis general.....	22
1.6.2.- Hipótesis específico .....	22
1.7.- Objetivos.....	22
1.7.1.- Objetivo general:.....	22
1.7.2.- Objetivos específicos. ....	22
II.- Método.....	23
2.1.- Tipo de estudio .....	24
2.2.- Diseño de investigación.....	24
2.4.- Población y muestra.....	26
2.4.1.- Población.....	26
2.4.2.- Muestra .....	26



2.4.3.- Muestreo .....	26
2.4.4.- Unidad de análisis .....	26
2.5.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	26
2.5.1.- Técnica.....	26
2.5.2.- Instrumento de validación.....	27
2.5.3.- Equipos .....	27
2.5.3.- Validez de los instrumentos de recojo de datos .....	29
2.5.4.- Confiabilidad.....	30
2.6.- Métodos de análisis de datos .....	30
2.7.- Aspectos éticos .....	30
2.8.- Desarrollo de la propuesta .....	30
2.8.1.- Determinación de cadmio zinc y plomo en baterías tipo D y 6RL1 .....	30
A.- Recolección de baterías tipo D y 6LR1 .....	30
B.- Preparación de la Muestra. ....	30
C.- Digesta por ácido nítrico.....	31
F.- Caracterización de los tipos de batería.....	35
H.- Evaluación de la oxidación del recipiente.....	35
III.- RESULTADOS.....	36
3.1.- Contenido de Cadmio (Cd) .....	37
3.2.- Contenido de Zinc (Zn).....	41
3.3.- Contenido de Plomo (Pb).....	45
3.4.- Contrastación de la hipótesis .....	49
3.4.1.- Contrastación de Hipótesis general.....	49
3.4.2.- Contrastación de Hipótesis específicas .....	54
3.4.2.1.- Hipótesis específica 1:.....	54
3.4.2.2.- Hipótesis específica 2.....	60
3.3.2.3.- Hipótesis específica 3.....	64
3.5.- Condiciones Ambientales .....	68
IV.- DISCUSIONES.....	70
V.- CONCLUSIONES .....	73
VI.- RECOMENDACIONES.....	75

VII.- REFERENCIAS .....	77
ANEXOS .....	81
ANEXO 01: Matriz de consistencia .....	81
Anexo 02: Metodología .....	82
Anexo 03: Informe de análisis de pH en el suelo .....	83
Anexo 04: Informe de análisis EAA.....	84
Anexo 05: Corrosión de las baterías .....	86
Anexo 06: Proceso de digesta de las baterías .....	86
Anexo 07: Ficha de registro de datos.....	87
.....	88

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándar de calidad Ambiental para Suelos .....	11
Tabla 2: Operacionalización de Variables.....	25
Tabla 3: Validación de Expertos .....	29
Tabla 4: Contenido de Cadmio en batería tipo D – Potencial de contaminación.....	37
Tabla 5: Prueba de normalidad Contenido de Cadmio – Acidez del suelo (D) .....	38
Tabla 6: Correlación de Pearson (Cd-diferencia de pH) .....	38
Tabla 7: Contenido de Cadmio en batería tipo 6LR1 – Potencial de contaminación.....	39
Tabla 8: Prueba de normalidad Cantidad de Cambio - Acidez del suelo (6LR1) .....	40
Tabla 9: Coeficiente de Pearson Diferencia de pH 6LR1 .....	40
Tabla 10: Contenido de Zinc en batería tipo D (Zn) – Potencial de contaminación .....	41
Tabla 11: Prueba de normalidad Contenido de Zn - Acidez del suelo (D) .....	42
Tabla 12: Coeficiente de Pearson – diferencia de pH D.....	42
Tabla 13: Contenido de Zinc en batería tipo 6LR1 (Zn) .....	43
Tabla 14: Prueba de normalidad Zn - Acidez del suelo (6LR1).....	44
Tabla 15: Correlación de Pearson – diferencia de pH 6LR1 .....	44
Tabla 16: Contenido de Plomo en batería tipo D (Pb) – Potencial de contaminación .....	45
Tabla 17: Prueba de normalidad Pb - Acidez del suelo (D) .....	46

Tabla 18: Correlación de Pearson – Diferencia de pH D .....	46
Tabla 19: Contenido de Plomo en batería 6LR1 (Pb) – Potencial de contaminación .....	47
Tabla 20: Prueba de normalidad Pb - Acidez del suelo (6LR1).....	48
Tabla 21: Contenido de plomo - Acidez del suelo (6LR1) .....	48
Tabla 22: Correlación de Pearson – plomo y acidez del suelo.....	49
Tabla 23: Pérdida de masa y pH en las baterías .....	49
Tabla 24: Prueba de normalidad para pérdida de masa .....	51
Tabla 25: Pérdida de masa- batería D y batería 6LR1 .....	51
Tabla 26: Prueba de hipótesis para pérdida de masa .....	52
Tabla 27: Prueba de normalidad para incremento de acidez del suelo.....	52
Tabla 28: Incremento de acidez del suelo .....	53
Tabla 29: Prueba de hipótesis para Incremento de acidez del suelo .....	53
Tabla 30: Resumen del modelo para pérdida de masa y contenido de cadmio.....	55
Tabla 31: ANOVA para pérdida de masa.....	55
Tabla 32: Resumen del modelo para acidez del suelo.....	56
Tabla 33: ANOVA para Cadmio-pérdida de masa.....	56
Tabla 34: Resumen del modelo para Cadmio.....	57
Tabla 35: ANOVA pérdida de masa y contenido de Cadmio .....	58
Tabla 36: Resumen de modelo para Cadmio 6 LR1.....	59
Tabla 37: ANOVA Cadmio-acidez en baterías 6LR1 .....	59
Tabla 38: Modelo de Zinc versus masa perdida en batería tipo D .....	60
Tabla 39: ANOVA para Zinc versus masa perdida en batería tipo D .....	60
Tabla 40: Modelo de Zinc versus incremento de pH en batería tipo D.....	61
Tabla 41: ANOVA Zinc versus incremento de pH en batería tipo D.....	61
Tabla 42: Resumen de modelo Zinc versus masa perdida en batería tipo 6RL1.....	62
Tabla 43: ANOVA Zinc versus masa perdida en batería tipo 6RL1 .....	62
Tabla 44: Resumen de modelo Zinc versus incremento de pH en batería tipo 6RL1 .....	63
Tabla 45: ANOVA Zinc versus incremento de pH en batería tipo 6RL1 .....	63
Tabla 46: Resumen de modelo plomo versus masa perdida en batería tipo D.....	64
Tabla 47: ANOVA plomo versus masa perdida en batería tipo D .....	64
Tabla 48: Resumen de modelo de plomo versus incremento de pH en batería tipo D.....	65

Tabla 49: ANOVA de plomo versus incremento de pH en batería tipo D.....	65
Tabla 50: Resumen de modelo de plomo versus masa perdida en batería tipo 6LR1 .....	66
Tabla 51: ANOVA de plomo versus masa perdida en batería tipo 6LR1 .....	66
Tabla 52: Resumen de modelo de plomo versus incremento de pH en batería tipo 6RL1 ..	67
Tabla 53: ANOVA de plomo versus incremento de pH en batería tipo 6RL1.....	67
Tabla 54: Temperatura y Humedad Relativa (%) del ambiente .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes de la Batería.....	12
Figura 2: Batería D .....	13
Figura 3: Batería 6LR1 .....	14
Figura 4: Precipitación anual.....	19
Figura 5: Espectrofotómetro.....	28
Figura 6: Sector de longitud de onda.....	28
Figura 7: Balanza analítica .....	29
Figura 8: Preparación de la muestra .....	31
Figura 9: Proceso de digesta.....	33
Figura 10: Espectrofotometría de absorción atómica.....	34
Figura 11: Metodología para medir el grado de oxidación del recipiente.....	35
Figura 12: Contenido de Cadmio (Batería D – Diferencia de pH del suelo.....	37
Figura 13: Contenido de Cadmio – diferencia de pH.....	39
Figura 14: Contenido de Zinc – diferencia de pH .....	41
Figura 15: Contenido de Zinc – Diferencia de pH 6LR1 .....	43
Figura 16: Contenido de plomo – Diferencia de pH D.....	45
Figura 17: Contenido de plomo – Diferencia de pH del suelo batería 6LR1 .....	47
Figura 18: Pérdida de masa en baterías .....	50
Figura 19: Incremento de acidez en suelo .....	50
Figura 20: Contenido de cadmio versus pérdida de masa .....	54
Figura 21: Contenido de cadmio versus incremento de acidez de suelo- Batería D .....	56
Figura 22: Contenido de cadmio versus pérdida de masa – Batería 6LR1.....	57

Figura 23: Cadmio vs Acidez del suelo (6LR1).....	58
Figura 24: Contenido de zinc versus pérdida de masa – Batería D.....	60
Figura 25: Contenido de zinc versus incremento de acidez – Batería D.....	61
Figura 26: Contenido de zinc versus pérdida de masa – Batería 6RL1.....	62
Figura 27: Contenido de zinc versus incremento de acidez en suelo – Batería 6RL1 .....	63
Figura 28: Contenido de plomo versus pérdida de masa – Batería D .....	64
Figura 29: Contenido de plomo versus acidez del suelo – Batería D.....	65
Figura 30: Contenido de plomo versus masa perdida – Batería 6LR1 .....	66
Figura 31: Contenido de plomo versus incremento de pH – Batería 6LR1 .....	67
Figura 32: Humedad relativa del ambiente .....	69
Figura 33: Temperatura del ambiente.....	69

## RESUMEN

En la presente investigación se determinó el contenido de los metales Cd, Zn y Pb de las baterías tipo D y 6LR1 usadas y depositadas en almacén de seguridad. Se realizó la recolección de las baterías para luego ejecutar el análisis de espectrofotometría de absorción atómica y determinar la concentración de cada elemento para luego realizar la comparación del potencial de contaminación de los tipos de baterías usadas en los componentes del ambiente.

La metodología empleada para determinar el potencial de contaminación fue exponer las baterías en un área determinado a condiciones del ambiente para conocer su influencia en el grado de oxidación en un determinado tiempo. Los resultados arrojaron Cd (0,059 mg/l) Zn (2687,2 mg/l), Pb (17,265 mg/l). En conclusión, la batería de tipo D representa un potencial de contaminación significativo través del cálculo de la masa perdida, por la influencia de la temperatura y humedad relativa se origina consecuentemente la velocidad de corrosión, así como la influencia que tiene esta masa perdida sobre el suelo por los tres metales peligrosos.

**Palabras claves:** metales pesados, potencial de contaminación, corrosión, absorción atómica.

## ABSTRACT

In the present investigation the content of the Cd, Zn and Pb metals of the D and 6LR1 batteries used and deposited in a security warehouse was determined. The collection of the batteries was done to then perform the analysis of atomic absorption spectrophotometry and determine the concentration of each element to then make the comparison of the contamination potential of the types of batteries used in the components of the environment.

The methodology used to determine the potential for contamination was to expose the batteries in a given area to environmental conditions to know their influence on the degree of oxidation in a given time. The results yielded Cd (0.059 mg / l) Zn (2687.2 mg / l), Pb (17.265 mg / l). In conclusion, the D-type battery represents a significant potential for contamination through the calculation of the lost mass. Due to the influence of temperature and relative humidity, the corrosion rate as well as the influence of this mass lost on the ground is consequently for the three dangerous metals.

**Keywords:** heavy metals, contamination potential, corrosion, atomic absorption.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

El motivo de la investigación es la ambición de aportar el proceso sostenible del país, garantizando la conservación del ambiente, evitar crear cambios significativos en el equilibrio ecológico de la tierra por el uso inadecuado de las baterías, este residuo es un problema ambiental mundial, por el contienen metales tóxicos, no biodegradables su permanencia genera problemas para la salud del ambiente y el ser humano.

Las baterías que a diario invaden nuestros hogares para el funcionamiento de algunos artefactos o uso como fuente de energía son muy difíciles de degradar, contienen metales tóxicos y su continuación en el ambiente produce contaminación en los componentes suelo, aire y agua puede alcanzar a intoxicar los 3.000 litros de agua por lixiviación convirtiendo un serio problema en el ambiente. Debido a su composición de los elementos plomo, cadmio, níquel, carbón y zinc son residuos no degradables.

Según el MINSA, 2014. Se dice que las baterías están considerados como residuos peligrosos pero en la actualidad no se da el manejo adecuado, son expulsados a cielo abierto o son almacenados en rellenos sanitarios peligrosos, generando problemas de contaminación por el contenido de elementos tóxicos que causa efectos adversos en el ser humano, animales y vegetales; problemática a la cual el Perú no es ajeno, la batería es usada por la población como fuente de energía pero desconocen de la toxicidad que genera en diferentes componentes como el efecto al suelo, las aguas subterráneas por medio de oxidación y por efecto de la gravedad se genera la lixiviación.

En la primera parte del trabajo se puso de manifiesto la necesidad tratar las baterías usadas, por razones económicas y medioambientales, ya que con ello se conseguirá minimizar el impacto nocivo producido por el vertido indiscriminado de las baterías en los componentes ambientales, así como recuperar una serie de compuestos metálicos presentes en las baterías. Estos pueden alcanzar el transporte de contaminación por oxidación, dispersión de partículas por el viento, humedad y lluvia. El riesgo puede cuantificar luego de caracterizar el contenido de metales de alta peligrosidad en los materiales, conociendo el potencial de riesgo podría



adoptarse medidas preventivas para el manejo apropiado de los metales en los almacenes de seguridad (PENSANTES K, GUERRERO J. 2017, Pg. 12).

MARCIA M, JARA V-(eta al) (2011). Luego de desgastarse las baterías son dispuestos como residuos sólidos peligrosos en los rellenos de seguridad o botaderos informales que representa un impacto negativo en el ambiente, debido a la toxicidad que presenta los elementos y el potencial que afecta el medio físico y biológico, además del desperdicio de materiales que son recursos naturales no renovables que pudieran ser aprovechados a través de procesos de reciclado, contribuyendo así a la sustentabilidad en sus usos, como solución a esta problemática ambiental.

El reciclado de las baterías contribuye en el desarrollo sostenible ya que no será necesario la explotación de los recursos naturales, sino que se recuperará los elementos existentes en las baterías, con ello se estará reduciendo el impacto generado por las actividades de explotación.

Debido a estos problemas generados por la disposición inadecuada de las baterías se pretende evaluar la contaminación en el almacén de seguridad por el transporte de Cd-Zn-Pb en las baterías D-6LR1, este estudio se proyecta a identificar los elementos presentes en las batería y pilas promoviendo en un futuro no muy lejano la recuperación de los elementos presentes en las baterías para minimizar el impacto que se genera dentro del almacén de seguridad.

### **1.1.- Realidad problemática**

Según los datos estadísticos del banco mundial, 2010. El Perú presenta una población de seis millones de pobreza del cual el 74% de la población usa como fuente de energía y uso para transmisores de radio y alumbrados de linterna, esto equivale a un gasto mensual cuatro soles por hogar. Otros datos provenientes del INEI, 2013 indica para los pobladores de la zona rural posee un promedio de seis integrales por familia. Con estos datos se estima que 4.4 millones de baterías se comercializan en las zonas rurales y un 10% el consumo de baterías pequeñas, la problemática se da por la falta de servicio de energía eléctrica en los hogares pobres de las zonas rurales.

Cada año se produce y se descarta sumas enormes de baterías lo cual crea problemas por mala disposición debido a que gran parte de baterías residuales son arrojadas a diferentes lugares y están compuestos por cadmio, zinc y plomo que luego de ser agotados no son

recargables y son dispuestos y son mezcladas con residuos domésticos o algunos municipios como el distrito de Miraflores tiene centros de acopio para que por contacto de terceros se dispongan en almacenes de seguridad. El proceso de compresión de estos residuos sólidos puede provocar la ruptura del recipiente y dejar expuesto su contenido en suelos y crear una lixiviación con metales pesados contaminando el componente agua, suelos y aire debido a que se liberan en forma de partículas. (CASTRO J, 2014. Pg., 95)

Según la publicación de Sociedad peruana de desarrollo ambiental, (2013), la compañía exportadora de baterías está tratando de que el ministerio de producción cambie su reglamento sección 4.4 para ensambles de batería en recipientes plásticos contrarias a lo vigente que exige que las baterías deben de ensamblarse en recipientes de acero. Si eventualmente los cambios benefician a importadores, el efecto a nuestro ambiente podría ser catastróficas, ya que los recipientes de plásticos tienen menor resistencia mecánica respecto aquellos fabricados por metal.

CASTRO J Y DÍAZ L (2014). Indica que Desde épocas anteriores se vienen arrastrando con la contaminación por baterías debido a que se producen en grandes volúmenes, se deduce que en los últimos 43 años se han librado 635 mil toneladas de pilas y baterías que representan un riesgo por volúmenes emitidos, como es el caso de 145,918 toneladas de dióxido de manganeso ( $MnO_2$ ) y otros elementos tóxicos como 1,232 toneladas de mercurio (Hg); 22,063 toneladas de níquel (Ni); 20,169 toneladas de cadmio (Cd) y 77 toneladas de compuestos de litio (Li). Dichas sustancias tóxicas representan casi el 30% del volumen total de residuos antes mencionado, es decir, aproximadamente 189,382 toneladas de materiales tóxicos para el periodo comprendido entre 1960 y 2003.

En esta investigación se caracterizó las baterías tipo D y tipo 6LR1 en términos de cadmio, zinc y plomo. Estas características ayudo a cuantificar el impacto producido en los componentes ambientales por el manejo inapropiado de la batería ya que el reciclado es uno de los aliados más grandes para combatir los problemas ambientales que aqueja el Perú, según estudios ambientales realizados solo se logra reciclar el 19% de los desechos que se producen, el 80% de los residuos se puede reciclar (cartón, vidrio) y solo el 20% de los desechos pueden ir al relleno sanitario. Las baterías contienen el 64% de plomo y compuestos

de cadmio, 28.6% de electrolito, son compuestos contaminantes para el medio ambiente. (MINSA, 2014, pg. 89.)

En el 2017 se realizó un monitoreo ambiental en el bajo Urubamba, región Cusco, donde recolectaron una tonelada de baterías usadas por el programa monitoreo ambiental comunitario, estas baterías hallaron dispersas a cielo abierto, generando impacto en el suelo, agua y de los cuales estas fueron trasladadas al relleno de seguridad Chilca, las baterías usadas son residuos peligrosos que dispuestos inadecuadamente pueden llegar a afectar hasta 600,000 litros de agua. Con la presente investigación se busca cuantificar la concentración de los metales y así determinar el potencial de contaminación que se genera por estas baterías expuestas al ambiente o relleno de seguridad.

## **1.2.- Trabajo previos**

### **1.2.1.- Internacionales**

ESTUPIÑAN H, (et al), (2014), “evaluación de corrosión de una aleación Pb-Ca-Sn por medio de técnicas electroquímicas” el objetivo de la investigación evaluar la influencia de la temperatura en la velocidad de corrosión de la rejilla de la capa de la aleación de Pb-Ca-Sn de una batería, donde la temperatura influye directamente sobre la cinética de degradación y la termodinámica de reacción redox y la variación de la composición química formando mezcla de óxidos y sulfatos. Resultado con el aumento de temperatura de 25°, 35°, 45°, 55° y 65° la velocidad de corrosión se origina consecuentemente, así como la tendencia a generar una corriente límite más alta relacionada con la difusión de oxígeno y la evolución de hidrogeno, influye también en la cinética de las reacciones de reducción.

RODRIGUEZ E, GUERRERO M, (2017). Con el título “diseño de una tecnología para reducción del mercurio en las pilas secas” el objetivo es desarrollar un diseño de una tecnología para la reducción del mercurio en las pilas secas, Asimismo se describe la metodología como un procedimiento experimental con la aplicación de osmosis inversa para el análisis de los metales pesados y el resultado menciona que el mercurio, como bicloruro de mercurio, tiene la función de amalgamar las partículas o iones existentes en el interior de la pila tales como el hierro, cobre, sodio, haciendo que se neutralicen y no hagan contacto con la vasija del zinc.

ARRIETA Y LUJAN (2015), En su publicación “Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso en la ciudad de Cochabamba” del cual tiene un objetivo principal determinar la composición de los tipos de baterías generadas por la población como residuos peligrosos por su contenido de metales pesados como son el 97% de Zn, MnO<sub>2</sub>, Li con 1.4%, Ni y Cd con 0.8%, como también identifico la tasa de generación es de 1.06 g hb<sup>-1</sup> día<sup>-2</sup> el cual representa un 220 toneladas por año, el 82% de las pilas son evacuadas al relleno sanitario donde el análisis y evaluación de riesgo es el lixiviado en el suelo y el agua principalmente por el Cd.

TORRES JHON E, “et al”, 2014. Con el título “Velocidad de corrosión de una aleación base plomo en una solución de ácido sulfúrico a diferentes temperaturas” el objetivo de esta investigación es determinar la influencia de la temperatura en la velocidad de la corrosión sobre la aleación plomo mediante la metodología o técnica electroquímicas, donde se ejecutó un análisis de los bienes de corrosión formado por medio de microscopia electrónica de barrido en un periodo de cinco días expuestas al ácido sulfúrico. Como resultado y conclusión se aprecia que a mayor tiempo de exposición de las muestras en la solución de cinco días se hace más positivo y la densidad de corriente disminuye donde indica mayor temperatura mayor es la corrosión, con temperatura de 25° y 65° C en celda plata con intercambio de calor. la capa de óxidos pierde sus propiedades protectoras a mayor tiempo de exposición y aumento de la densidad de corriente.

ESTUPIÑAN, H, “et al” (2014). Menciona en su tesis “evaluación de la corrosión de una aleación Pb-Ca-Sn por medio de técnicas electroquímicas” el objetivo del tema de investigación es evaluar la influencia del incremento de temperatura en la velocidad de corrosión de las aleaciones Pb-Ca-Sn como componente primario de las rejillas de las baterías, mediante las técnicas electroquímicas donde la temperatura influye directamente sobre la cinética de degradación y la termodinámica de las reacciones redox, un incremento en la temperatura produce variaciones en la composición química, en conclusión se aprecia que al incrementar la temperatura se halló una capa más porosa de PbSO<sub>4</sub>, lo cual implica una mayor cinética de corrosión de las aleaciones Pb-Ca-Sn.

CALA V, KUNIMINE Y, (2014). Con título de tesis “Distribución de plomo en suelos contaminados en el entorno de planta de reciclaje de baterías acidas”, esta investigación tiene

por objetivo determinar los niveles de concentración de Pb, Cd, Cu, Zn en el suelo de una zona cercana de una planta de reciclaje de baterías, la contaminación por los metales genero consecuencias muy graves, lo cual tomo la metodología de muestreo de suelos para determinar la concentración de elementos Pb y Cd generados por lixiviado en el suelo y la acidificación del suelo generado por el vertido de efluentes residuales ácidos procedentes de la planta de reciclaje pH varía entre 6,1 a 5.5, afectada por el agua ácida del drenaje procedente de la planta de reciclaje. La conductividad eléctrica está en el rango de 0.04 a 0.20 dS/m-1, poniendo de manifiesto la escasa presencia de sales en estos suelos,

AREVALO C, GUZMAN S, 2018. “Revisión y evaluación del programa de recolección de pilas elaborado por la empresa ETAPA-EP en la ciudad de cuenca”, este proyecto tienen por objetivo evaluar el uso y manejo de pilas y baterías en los hogares de estudiantes de 6to de básica que han recibido capacitación en los años 2015-2016, 2016-2017 y no capacitados en estos dos años, en las unidades educativas a las que instruye el programa de recolección de pilas usadas por la Empresa de telecomunicaciones, agua potable y alcantarillado ETAPA-EP a través del componente de Educación Ambiental, en el área urbana de la ciudad de Cuenca.

PADILLA, R. 2014. “tecnología limpia en la metalurgia de Sulfuros: producción de cobre por sulfurización y lixiviado”. Con el objetivo de tratar concentraciones de calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ) con o sin contenido de enargita ( $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ). La metodología aplicada es en cuatro etapas sulfurización de calcopirita, etapa en la que se transforma la calcopirita en una mezcla de covelina ( $\text{CuS}$ ), pirita ( $\text{FeS}_2$ ) mediante tostación en presencia de azufre elemental (sulfurización) en el rango 300 a 400 °C. Se determinó que la sulfurización de calcopirita es rápida, mientras que otros sulfuros como la enargita permanecen inertes. Lixiviación selectiva de la covelina formada, compuesto que es mucho más reactivo que calcopirita, lo que facilita la disolución del cobre desde el material sulfurado dejando la mayor parte del hierro y el arsénico en los residuos de lixiviación. Purificación de la solución de lixiviación. Recuperación del cobre por electro obtención.

LÁZARO, LAÍNEZ, PADRÓN, SOLÍS (et al) (2014). En la investigación realizada con título “manejo integral de pilas y batería agotadas en la división académica de ciencias biológicas”, el objetivo es identificar la cantidad de baterías y pilas de cada año un total de

600 millones de pilas y baterías, 10 pilas hab/año, lo que equivale a 1000 millones de pilas anuales, se reporta una generación de 17,556 pilas agotadas equivalente en peso a 749.54 kg aproximadamente, estos residuos peligrosos se recolecto de todos los centros de acopio para luego determinar la concentración de los elementos existentes en las baterías y pilas, Las pilas que más se acopiaron fueron las de tamaño D con 63%; con el contenido de plomo y zinc-carbono con un 90%. Lo cual genera un potencial de contaminación en los componentes agua, suelo.

Según FERNANDO, L (et al). (2016). “Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal”. Con el objetivo de que el estudio sobre los metales pesados y el riesgo potencial que pueden representar en la salud y el medio ambiente usos generales y principales alteraciones sobre el ambiente, afectando además la salud humana y animal. A fin de propiciar mayor concientización e investigación sobre el tema, que conlleve a la disminución de los riesgos de los metales pesados en los ecosistemas. En conclusión, la presencia de metales pesados en el ambiente y los alimentos de acuerdo con lo descrito pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana y animal, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte.

AYALA (2014). Hace referencia con el título “situación actual sobre la segregación y manejo de pilas de uso comercial en el centro poblado Padre Cocha- rio Nanay”. La investigación se realizó en el centro poblado de Padre Cocha, región Loreto, se desarrolló un diagnostico situacional de la disposición final de las pilas o baterías usadas (residuos peligrosos), de las cuales la población no se encuentra informada sobre las consecuencias que se puede generar al arrojar las pilas, como también desconocen la disposición final luego de ser usadas, estas afectan no solo al ambiente si no también contrae enfermedades al ser quemadas con los residuos sólidos inorgánicos, por falta de brindar información de la contaminación ambiental a la población, ni de gestionar un plan de manejo y reciclaje de los residuos sólidos peligrosos las personas que comparar pilas son un 43% de la población de ellos conocen que es contaminante pero ignoran sus efectos en la salud de la persona y siguen con la práctica cotidiana el 56.6% situación alarmante ya que desconocen de su grado de toxicidad.

Según AYALA, (2017). Con el tema de su título “propuesta metodológica para la recuperación de las pilas alcalinas y zinc – carbono”, con el objetivo de proponer una

metodología para la recuperación de pilas alcalinas, ayuda a disponer sus componentes de las baterías para otros usos. El manejo de las baterías contribuye el desarrollo sostenible y protección del medio ambiente, convierte el proceso de la producción de pilas en un proceso más transparente y sostenible para el ambiente. Como resultado la recuperación de los elementos Pb es de 138.01 g/l, Zn 4,6 g/l en conclusión se determinó que las baterías contienen mayor concentración de plomo.

HERRANZ (2016), con el título “análisis del ciclo de vida del proceso de reciclado de una batería de plomo, zinc carbono en el sector de la automoción”, el proyecto tiene como objetivo cuantificar y analizar los impactos ambientales agrupados a cada uno de los dos procesos de desperdicio de baterías, con la metodología de análisis de ciclo de vida con el proceso pirometalúrgico ejecutaron el balance de los impactos de fin de vida. Como resultados lograron que la alternativa pirometalúrgico tiene mayores impactos en puntuación única y en la mayoría de las categorías de impacto que la hidrometalurgia. El procedimiento específico de reciclaje es responsable de aproximadamente el 50% de los impactos del fin de vida, el transporte de batería es el 30% de impactos, el desmantelamiento tiene unos impactos insignificantes, menores al 1%. El fin de vida tiene un peso muy reducido, de menos del 5%. Aun así, al analizarlo en modelo consecuencia lista que considera los impactos evitados por el reciclaje, el fin de vida permite ahorrar hasta un 7% de los impactos.

VÁSQUEZ (2017). Con el título “proceso de aproximación y caracterización de las baterías de Ion Litio por medio de imágenes de rayos x”, en este trabajo se realiza un acercamiento y caracterización del funcionamiento de las baterías de ion litio, cuyo objetivo es tomar datos sobre el estado del arte de las baterías. Con el método de caracterización de carga y descarga, así como también se utiliza las imágenes de rayos x, las cuales permiten observar la estructura interna, el comportamiento y funcionamiento de baterías ion-litio bajo diferentes regímenes de carga y descarga, los resultados obtenidos en este trabajo se presenta la observación del cambio interno de una batería de ion litio la cual fue se observa un desgaste en su estructura en especial en las láminas de separación de la batería.

SILVIA (2016). Con el título de “importancia de baterías usadas bajo el régimen aduanero de admisión temporal para perfeccionamiento activo 2008-2013”, el objetivo realizar importaciones de productos usados, los mismos que luego de un proceso de producción se

transforman o se obtienen materias primas para la elaboración de nuevos bienes, la metodología desarrollada tendrá como soporte el COPCI, la información estadística que me proporcionará el (SENAE) y los conocimientos empíricos que se adquirió de este régimen aduanero y de las materias primas que se obtienen de los componentes de las baterías automotrices usadas para transformarlas en mercancías nuevas para exportación o para el mercado nacional. Los resultados que se obtuvo es aumentar la inversión y producción, generar empleos y diversificar las exportaciones.

SILVA M, (2015). “Estandarización y mejoramiento en la línea de ensamble de baterías de la Empresa Tecnova S.A.” con el objetivo mejora y estandarización del proceso de producción de baterías en dicha empresa, se propuso la metodología recopilación de datos estadísticos para cada proceso de fabricación de batería, para ser más eficiente, optimizar los recursos, cumplir con los programas de producción. En lo relacionado a operación de la máquina se crearon lineamientos que permitan al trabajador operar de forma correcta y tener una fuente de apoyo que le ayude a tener un mejor desempeño en su área de trabajo, de tal manera se concluye que la planta presenta retazos en la producción.

Según LÓPEZ, (2017). Con el título “análisis experimental de la caracterización del flujo alrededor de una pila de puente circular” su objetivo es el proceso que se ejecutara en el estudio de procedimiento del flujo de la superficie libre alrededor de un muelle de puente circular, la metodología se desarrollara en el laboratorio para conocer como el cambio de contextos geométricas e hidráulicas, influyen en el proceder del flujo bajo cada mezcla. Los resultados de los datos se dieron en 24 pruebas, identificando el flujo turbulento suscritico y los regímenes de flujo supercrítico turbulento. Los resultados manifiestan la diferenciación en la repartición de velocidad para los diferentes calores en cada una de las diez secciones de cada prueba y se compara con la celeridad de la teoría.

CARDENAS J, (2016). Con título de “Determinación de metales pesados en los lixiviados de un silo para pilas” el objetivo es elaborar un silo con materiales adecuados y diseño de una geometría inherente para unja buena gestión ambiental y la recolección de las pilas y baterías que se desalojen en un sector de la ciudadela Guayacanes de la parroquia Tarqui de la ciudad de Guayaquil. La metodología empleada es mediante el espectrómetro de absorción atómica obtener los análisis cualitativo y cuantitativo sobre los metales. Los resultados



obtenidos con la ayuda del espectrómetro de absorción atómica permitirán realizar las conclusiones y recomendaciones para una mitigación de los suelos que son contaminados por la presencia de metales pesados y podrían desencadenar complicaciones en la salud pública de los habitantes de la ciudadela Guayacanes.

### **1.3.- Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1.- Marco normativo**

Según el Decreto Supremo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos el 20 de Diciembre del 2017 emitido por el Decreto Supremo N° 014-2017 – MINAM. El cual tiene como objetivo establecer derechos, mandos, deberes y responsabilidades de la sociedad en su conjunto con la finalidad de obtener la maximización constante de la eficacia en el uso de los materiales y asegurar una Gestión y Manejo de Residuos Sólidos económicos, sanitaria y ambientalmente adecuada con sujeción de obligaciones, principios y lineamiento señalado. Relleno de seguridad: son instalaciones destinadas a la disposición final de residuos peligrosos sanitaria y ambientalmente segura.

##### **1.3.1.1.- Ley general del medio ambiente y sus reglamentos.**

Ley General del Medio Ambiente N° 28611 publicada el 15 de octubre 2005 con el objetivo de la ley es la norma que se encarga de ordenar el marco normativo legal de la gestión ambiental en el país, estableciendo nociones y para asegurar un derecho ambiental saludable, equilibrado y adecuado para un cumplimiento del deber de contribuir una efectiva gestión ambiental con sus diferentes componentes y lograr el desarrollo sostenible del país.

##### **1.3.1.2.- Reglamento de Residuos de Aparatos Eléctricos Electrónicos**

Mediante el D.S. N° 001-2012-MINAM, se afirmó el reglamento nacional para la gestión y mando de los residuos de aparatos eléctricos electrónicos, tiene por objetivo establecer derechos y compromisos para la correcta gestión y conducción ambiental de los RAEE a través de las diferentes etapas de manejo, que son: generación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, reaprovechamiento y disposición final. Posee un fin de prevenir, mitigar, controlar y evitar daños a la salud de las personas y el medio ambiente.

### 1.3.1.3.- Estándar de Calidad ambiental para Suelos

Mediante el D.S N° 011 – 2017 – MINAM, define al estándar de calidad ambiental, como la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicas, químicas y biológicas, presentes en el agua, aire y suelo como cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para las personas y el ambiente

*Tabla 1: Estándar de calidad Ambiental para Suelos*

Parámetros en mg/kg PS <sup>(2)</sup>	Usos del suelo			Métodos de ensayo
	Suelo agrícola	Suelo residencial/ parques	Suelo comercial/ industrial extractivo	
INORGANICOS				
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Plomo	70	0,9	800	EPA 3050 EPA 3051

Suelo residencial/ parques: suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes, y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

### 1.3.2.- Baterías y pilas

Las baterías transforman la energía química en energía eléctrica, para ello se induce el proceso de oxidación reducción. Los electrodos usados son un ánodo donde ocurre la oxidación y un cátodo donde ocurre la reducción. Las baterías tienen diversas composiciones químicas, y depende de la manufactura cuyos fabricantes tienen protegido sus recetas correspondientes. Los electrodos con metales distintos tienen asignados terminales positivos como cátodos y se asigna terminal negativo al ánodo. Ambos se encuentran sumergidos en un medio conductor de corriente eléctrica, mayormente constituido por líquido gel que contiene un ácido o suficientemente caustico para producir una reacción química e intercambiar los electrones entre el ánodo y el cátodo, cátodo que experimenta una reacción de reducción mientras los electrones se movilizan a través del circuito provee la electricidad necesaria para que funcione el artefacto. (Villaescusa, R, 2017. Pg. 23).

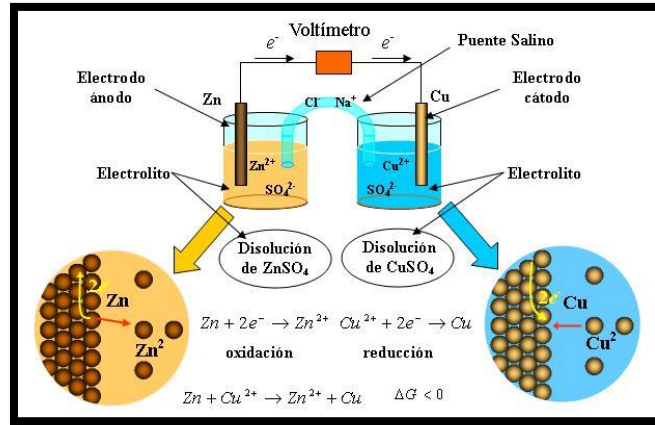


Figura 1: Partes de la Batería

Fuente: Villaescusa, 2017, p, 23

Según la Agencia Estadounidense EPA, (2014). Indica que las baterías son elementos que contienen de uno a más celdas electroquímicas que están diseñadas para almacenaje de transporte de energía. La diferencia es que la pila tiene una celda única y la otra posee varias celdas interconectadas, estos elementos a diario generan eventos de contaminación al momento de ser desechados, este afecta a los ecosistemas. Son productos constituidos con metales pesados, grupos de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para el ambiente los elementos que se encuentran son mercurio, cadmio, plomo, zinc, manganeso y cobre. Las pilas níquel y cadmio están basado en un sistema formado por hidróxido de níquel, hidróxido de potasio y cadmio metálico, poseen ciclo de vida múltiples, presentando la desventaja relativamente de baja tensión, pueden ser recargadas hasta mil veces alcanzando a durar desecadas de años, no contienen mercurio, pero el cadmio es un metal con características tóxicas.

El negocio de la industria de pilas y baterías representa US\$ 86.2 billones de una tasa de crecimiento anual 4.8% hasta el 2014 los mayores consumidores china seguido de india, Chile ha importado más de 1000 millones de pilas en la última década y se calcula que se desechan 80 millones de pilas.

### 1.3.2.1.-Pilas primarias

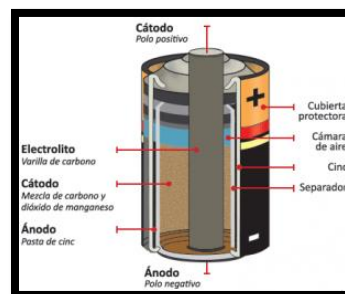
Pila basada en una reacción química irreversible, cuya carga no puede renovarse se agota, excepto reponiendo las sustancias químicas que está compuesto. En la fabricación de una pila

primaria se puede emplear diversas sustancias químicas, pero al principio rige su funcionamiento será siempre el mismo metal y un líquido, denominado electrolito.

MARTINEZ M, (2016). Las baterías poseen elementos peligrosos como son el plomo, cadmio, zinc, y el electrolito corrosivo, producir quemaduras en la piel y los ojos. El plomo es altamente tóxico para la salud, se transporta por ingestión o inhalación, esta exposición afecta el sistema nervioso. El cadmio es altamente tóxico, que se obtiene como subproducto en el refinado de los minerales de zinc; se usa para la fabricación de extintores, alarmas de incendios y fusibles, en soldadura.

### 1.3.2.2.- Batería D

Baterías compuestas por metales mercurio, plomo, cadmio, generan energía eléctrica cuando reaccionan entre si dos electrodos sumergidos en una solución electrolito, cuando se cierra el circuito, se produce reacción química entre dos electrodos liberan un flujo de electrones que hace que la pila genere corriente eléctrica de 1,5 voltios. (Madrigal. J. 2012. Pg. 153).



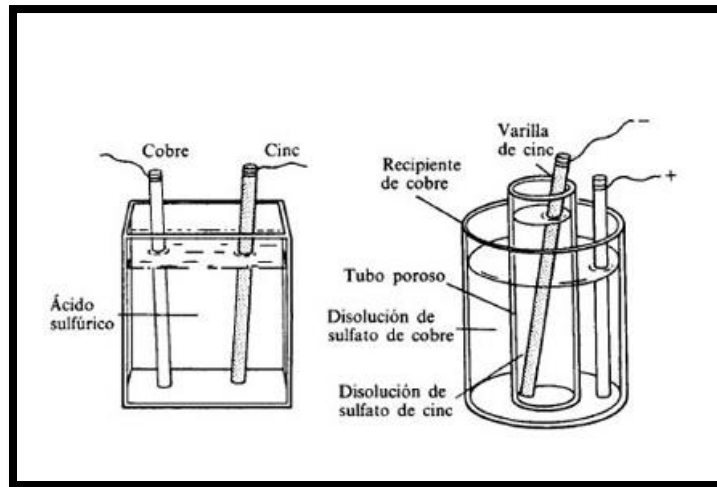
*Figura 2: Batería D*

Fuente: Villaescusa, 2017, p, 23

### 1.3.2.3.- Batería 6LR1

Baterías alcalinas compuesto por metales pesados con 9 voltios, que se obtiene energía de la reacción química entre dos metales distintitos y uno empleando como electrolito. Estas baterías no contienen electricidad sino más bien la potencia de generar electricidad en forma de energía química. Por medio de oxidación reducción debido a la formación de diversas capacidades y ensamblaje tiene diferentes composiciones químicas, dos electrodos con

diferentes metales. El electrodo con carga positiva es llamado cátodo es el extremo negativo la que mantiene al material en forma de gel se encarga de controlar la reacción química de los metales, produce un intercambio de electrones manifestándose en flujo de corriente. WILLIAN D. (2014).



*Figura 3: Batería 6LR1*

Fuente: CARDENAS, 2011, p, 47

#### 1.3.2.4- Partes de las baterías

##### **Ánodo**

Es un electrodo que pierde electrones por una reacción de oxidación electrodo positivo donde tiene lugar la oxidación en una celda electroquímica. Donde el calor produce una diferencia de tensión que hay entre diferentes tensiones que existe entre dos electrones, que ejerce presión en los electrones este impacta al ánodo transmitiendo calor.

##### **Cátodo**

Es una celda electroquímica negativa, del que parten los electrones y en donde tiene lugar la reducción.

## **Electrolito**

Es una solución acuosa con alta carga iónica que es capaz de conducir electricidad por migración iónica, molécula que se separa en un catión y anión cuando es disuelto en un solvente, generalmente agua.

CALDERON J, (2016). Se denomina pila o elemento galvánica a un sistema produce energía eléctrica por reacción química, una pila galvánica es un sistema que permite obtener a partir de una reacción llamada oxido reducción, se trata de un cambio de valencia entre dos elementos químicos que implican transferencia de electrones del elemento que se oxida al elemento que reduce. La energía eléctrica se obtiene conectando los electrodos de la pila al artefacto que se desea hacer funcionar.

### **1.3.3.- Residuos peligrosos**

Dirección General de Salud Ambiental, (2014). Los residuos peligrosos son sustancias u objetos que una vez generados y usados son toxicas, no se considera útil de tal manera se da por obligado a deshacerse de él, como también se puede decir que tiene un sistema que permite clasificar a los residuos según su composición, se clasifican en residuos peligrosos aquellos que al manipular originan riesgo significativo en la salud y el ambiente, cuyas características intrínsecas representa riesgo significativo en la salud y el ambiente.

### **1.3.4.- Efecto de las pilas**

Las pilas facilitan el uso a muchos aparatos eléctricos, pero una vez usados son expulsados como cualquier otro residuo por lo que termina en botaderos informales a cielo abierto y otros almacenes de seguridad, pudiendo generar algún incendio u reacción química que afecta las napas freáticas , suelos y subsuelos y efecto en la salud de las personas, con el tiempo las pilas o baterías pierden las cascaras y el contenido es vertido en los diferentes componentes del ambiente principalmente por metales como mercurio, cadmio, plomo y zinc. Su emanación de estos elementos reacciona en la atmósfera y produce elementos tóxicos volátiles y contaminación del aire.

### **1.3.5.- Contaminación de suelos por metales pesados**

La contaminación de suelos por metales pesados es un problema de interés a nivel mundial, principalmente en suelos agrícolas, por concentraciones altas y bajas, de los elementos tóxicos como cd, Pb, una amenaza para plantas, animales y seres humanos a través de la cadena alimenticia, las concentraciones altas de los elementos generan el nivel de riesgo para el suelo. (ESCOBEDO, et.al. 2016, Pg. 8). Un factor relevante a medir en procesos de contaminación de suelos es el pH.

PH del suelo: Es el potencial de hidrógeno del suelo que se expresa en números de 1-14, que no es más que la concentración del potencial de hidrogeno, 7 indica el pH neutro, debajo de 7 es ácido y más de 7 es alcalino, una de las propiedades más importantes para el suelo que afecta la disponibilidad de nutrientes, interviene muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurre en el suelo, tiene una influencia directa para el desarrollo de las plantas. (CASTRO, H et.al. 2013, Pg. 8).

### **1.3.6.- Lixiviado de metales en el suelo**

El proceso de lixiviación es la filtración de una disolución que está conformado por la combinación de los componentes solubles del solido con agua que cae al suelo y por efecto de la gravedad se filtra y llega a pasar por las capas del suelo y posar en las aguas subterráneas o napas freáticas. Extracción de solidos con líquido, es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más. (PUGA, et.al. 2014, p. 5).

### **1.3.7.- Efectos de los metales pesados en la salud humana**

El origen de los metales pesados se da por diferentes fuentes por meteorización de minerales, rocas madres o desgaste geológico, debido a que los metales son componentes naturales de la corteza terrestre, no pueden ser degradados o destruidos fácilmente de forma natural o biológica debido a que no poseen funciones metabólicas.

Los metales pesados ingresan al cuerpo por inhalación, ingestión la exposición a los metales peligrosos genera enfermedades cancerígenas, mutaciones, baja la hemoglobina, alteraciones renales, causa hipertensión arterial. Otros metales pesados resultan muy nocivos al no ser

degradados fácilmente de forma biológica, ya que no poseen funciones metabólicas específicas para los seres vivos. (RODRIGUEZ, 2017, P. 18.).

### **1.3.8.- Metales pesados**

#### **1.3.8.1.- Cadmio**

Uno de los metales pesado blanco cuya masa molar de 112.4 g/mol se funde a 321 °C, su estado de ebullición es a 767° C. se encuentra en la naturaleza en forma de sales que produce efectos tóxicos, su extracción se realiza en las minas de zinc y es empleada especialmente para la elaboración de pilas y baterías, se pueden encontrar en la corteza terrestre, el cadmio puro es un metal blando mayormente se encuentran combinado con otros elementos tales como oxígeno, cloro o azufre formando compuestos, estos compuestos son sólidos estables que no se evaporan, solo el dióxido de cadmio se encuentra en el aire en forma de partículas, el mayor consumo de cadmio se usa con fines industriales, incineración de residuos doméstica, se obtienen fundiendo rocas que contienen zinc, plomo o cobre.(BRAILOVSKY.E, 2016, Pg.23).

El cadmio es un compuesto químico con impureza usual en las minas de zinc, el estado de oxidación es de +2, muestra un movimiento ambiental más eminente a comparación de otros elementos, debido a la solubilidad de sales e hidróxidos convirtiéndose en contaminante cosmopolita, las aplicaciones más importantes en forma de óxidos son en la fabricación de baterías, como catalizador y para recubrimientos electrolíticos en forma de sulfuro o sulfato, intermediario por procesos químicos como también es usado como barras de control de reactores nucleares. La absorción y sedimentos en suelo incrementan por el aumento de pH. (JIMENEZ. D, 2012, Pg. 5).

El cadmio es divalente en todo los compuestos estables y su ion es incoloro. Existen ocho isotopos estables en la naturaleza y se han descrito once radioisótopos inestables de tipo artificial, cadmio es miembro del grupo II de la tabla periódica, presenta propiedades químicas intermedias entre el zinc metálico con soluciones de ácidas de sulfato. Sus principales usos son como pigmento en pinturas, esmaltes, plásticos, textiles, aleaciones de cobre, aluminio, en la producción de pilas, también es usado como estabilizador de termoplástico (PVC). (GUZMAN, G, REA, M, 2015, Pg, 74)



La presencia del cadmio en la atmósfera se da por expansión natural, por la capacidad de las plantas para captar el elemento de origen geoquímico y por su descomposición se dispersa al ambiente, como también se produce contaminación por la extracción y manipulación en refino del metal en la industria, áreas rurales preocupa acerca del origen de las lluvias acidas tiene la capacidad para disponer el cadmio en el suelo (agricultura). (GUZMAN, G, REA, M, 2015, Pg, 77)

#### **1.3.8.2.- Plomo**

El plomo es un elemento que se encuentra naturalmente en pequeñas cantidades, la masa molecular es de 207.2 g/mol, está presente en gran número de minerales y proviene de la actividad minera, industria, tiene múltiples servicios como para la fabricación de baterías, productos metales y en lámina de protección contra los rayos x, el plomo metálico no se degrada, pero los compuestos son transformados por la luz del sol, el aire y agua. Este metal debido a su tamaño y carga puede sustituir al calcio y acumularse en los tejidos óseos.

El plomo es un metal se encuentra en la atmósfera y se muestra en partículas como óxidos o carbonos, en función de densidad o tamaño de partículas se depositan por gravedad en poco tiempo, las micropartículas están suspendidas en la atmósfera, que por acción del viento se desplazan a distancias considerables del punto de emisión, cuando el plomo cae al suelo es retenida en la superficie de 2-5 cm de profundidad con materia orgánica superior de 5% y pH >5. La lixiviación de este metal se da cuando el suelo es muy ácido, y se absorbe en suelos arcillosos. (BRAILOVSKY.E, 2016, Pg, 23).

#### **1.3.8.3.- Zinc**

Es un elemento esencial para las plantas superiores debido a su participación en muchos procesos metabólicos, la exposición prolongada a altas concentraciones de este metal genera efectos tóxicos debido al estrés oxidativo su rango fitotóxico oscila entre 500 y 1500 mg/kg. (Ching, J. 2016. Pg. 72).

#### **1.3.9.- Potencial de contaminación**

Según MINAN. 2014. Son sustancias con propiedades potencialmente dañinas para el ecosistema, flora, fauna y para la salud humana, Cualquier sustancia química que no

pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede los niveles admisibles causando efectos nocivos en entorno del ambiente.

### 1.3.9.1.-Oxidación

Todo material, los metales y no metales, sufren oxidación por la presencia de oxígeno en la atmosfera, como consecuencias de las reacciones químicas, cuando los metales se exponen al aire o al agua, la oxidación en los metales se forma una capa en la superficie del material en micropartículas. (Morales, M, 2008. Pg. 82).

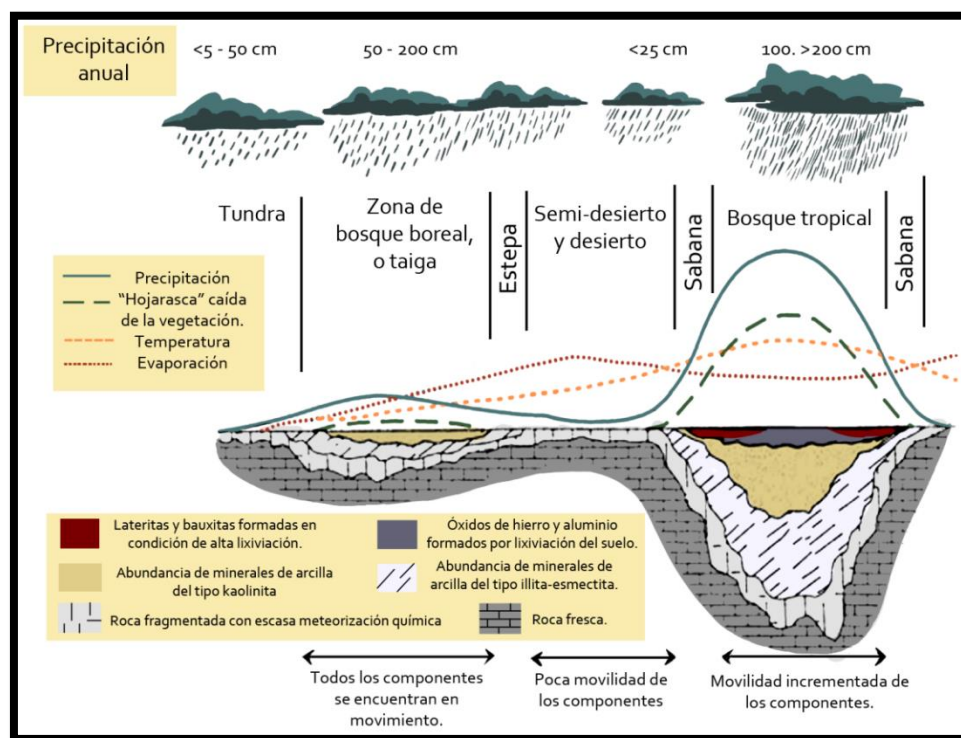


Figura 4: Precipitación anual

Fuente: Heesung Shim, 2016

### 1.3.9.2.- Humedad relativa

La humedad relativa es la humedad del aire que se debe al vapor de agua que se halla en la atmósfera, el vapor del agua se origina por la evaporación de los mares y océanos este con la cantidad de vapor del agua que puede absorber el aire con una densidad  $1,225 \text{ kg/m}^3$  y

depende de su temperatura. El aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío, el vapor del agua tiene una densidad  $0,6 \text{ kg/m}^3$  menor que el aire (TUERO, et.al, 2016, p. 10).

## **1.4.- Formulación del problema**

### **1.4.1.- Problema general**

¿Cuál es el potencial de contaminación producido por las baterías tipo D y 6LR1 en los almacenes de seguridad?

### **1.4.2.- Problemas específicos**

¿Cómo influye el contenido de Cadmio en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1?

¿Cómo influye el contenido de Zinc en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1?

¿Cómo influye el contenido de Plomo en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1?

## **1.5.- Justificación de estudio**

### **Justificación teórica:**

Interpretar el comportamiento de los materiales empleados en la elaboración de baterías, interpretar los mecanismos de transformación, interpretar procesos de corrosión son principios de extrema importancia para poder administrar y manejar las baterías, que expuestas al medio ambiente pueden resultar peligrosas. La teoría y fundamentos para todo proyecto son de extrema importancia lo cual permite sugerir la solución a los problemas identificados.

### **Justificación Técnica**

Los materiales valiosos que forman parte de las baterías agotadas, dependiendo de su composición, pueden separarse químicamente y reciclarse. El efecto nocivo puede ser controlado usando este procedimiento. El producto puede ser atractivo para

reúso como materia prima o eventualmente disponer de ellos en forma segura por ejemplo en una vitrificación.

Algunos elementos como el cadmio tienen alto costo en el mercado para su comercialización también podría haber existencia de tierras raras acompañando a la mezcla interna de la batería como es conocido, estas baterías son dispuestas en los rellenos de seguridad y otras son parte de los residuos domésticos debido a la mala práctica del manejo de desperdicios.

### **Justificación ambiental**

La justificación de este trabajo establece la responsabilidad ambiental que se debe tener en nuestro país para la manipulación de los desechos peligrosos, como son las baterías. Con la elaboración y aplicación de un guía para el manejo correcto de los desechos peligrosos, se podría evitar el vertido del electrolito que es muy corrosivo y contiene alta concentración de plomo que contamina el ambiente. PENSANTES K, GUERRERO J, (2017).

### **Justificación económica**

El costo de la batería agotada por sus componentes internos tiene un valor económico importante, lo cual nos permite tener disponible una materia de bajo costo y que posterior a su procesamiento se puede obtener altos beneficios económicos. El desarrollo de la tecnología para reúso de materiales de baterías secas podría cubrir un mercado aun no explotado. Para suplir la demanda mundial de bienes y servicios. Esta exigencia conlleva a la explotación desmesurada de recursos naturales y mano de obra en pro del comercio, lo que desatiende otros campos fundamentales para el desarrollo humano como la conservación del entorno ecológico. Algunos elementos como el cadmio tienen alto costo en el mercado para su comercialización también podría haber existencia de tierras raras acompañando a la mezcla interna de la batería como es conocido, estas baterías son dispuestas en los rellenos de seguridad y otras son parte de los residuos domésticos debido a la mala práctica del manejo de desperdicios. CARDENAS K, (2018).

### **Justificación social:**

La actividad de reprocesamiento de estos materiales puede generar empleo para fortalecer pequeñas o medianas empresas peruanas, que abren oportunidades de empleo a la población.

## **1.6.- Hipótesis**

### **1.6.1.- Hipótesis general**

El potencial de contaminación producido por las baterías tipo D y 6LR1 en los almacenes de seguridad, es alto.

### **1.6.2.- Hipótesis específico**

El contenido de Cadmio influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

El contenido de Zinc influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

El contenido de Plomo influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

## **1.7.- Objetivos**

### **1.7.1.- Objetivo general:**

Determinar el potencial de contaminación producido por las baterías tipo D y 6LR1 en el almacén de seguridad

### **1.7.2.- Objetivos específicos.**

Determinar la influencia del Cadmio en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1 en almacén de seguridad.

Determinar la influencia del Zinc en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1 almacén de seguridad.

Determinar la influencia del Plomo en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1 almacén de seguridad.

## **II.- Método**

## **2.1.- Tipo de estudio**

Es un tipo de estudio que describe circunstancias y eventos como se comportan determinados fenómenos, buscan especificar las propiedades importantes que sea sometido a análisis para describir lo que se está investigando. (SAMPIERI, 2006. Pg. 89)

Es por ello que nuestra investigación será de tipo descriptivo ya que solo observaremos y describiremos como sucede la oxidación de los metales dentro de las baterías y mediremos de esta manera el potencial de contaminación de las mismas.

**Diseños longitudinales** son los estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014). Por lo tanto, nuestra investigación es longitudinal ya que mediremos cada mes la pérdida de masa que sufren las baterías.

## **2.2.- Diseño de investigación**

El diseño de investigación es no experimental cuantitativa

El diseño no experimental se define como la investigación que se realiza sin manipular las variables, solo se observa los fenómenos en su ambiente natural para luego ser analizados. El propósito del experimento es identificar y medir el contenido de los materiales manipulando cada una de las variables independientes sobre las variables dependientes, para realizar esta manipulación se realiza grupos de comparación, solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlo. (SAMPIERI, 2006. Pg. 75).

Tabla 2: Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de indicadores	Unidad de medida
Batería de Tipo D y 6RLI	JIMENEZ M, (2018). En los contenidos de los elementos metálicos como son Cd, Pb y Zn. se usan en las baterías para obtener una buena conductividad eléctrica dentro del sistema y el grado de toxicidad de cada elemento depende de las concentraciones liberados al ambiente, es por ello que las baterías son selladas y la cantidad de los metales en las baterías no son de dominio público.	El Pb, Zn y Cd en las baterías tipo-D y tipo-6LR se medirá a través del contenido interno de la batería en forma de material pulverizado, y cuantificado por el análisis ICP, una instrumentación especializada para determinar concentraciones extremadamente bajas de los metales.	Contenido de Cadmio	Contenido de Cadmio	Razón	mg/L
			Contenido de Zinc	Contenido de Zinc	Razón	mg/L
			Contenido de plomo	Contenido de plomo	Razón	mg/L
Potencial de contaminación	NAVARRETE, H (2014). El almacenamiento de los componentes eléctricos almacenados en los depósitos de seguridad resulta preocupante debido a que su liberación al medio ambiente puede causar problemas catastróficos, la cantidad de baterías almacenadas en estos depósitos no son publicados pero su peligrosidad requiere evaluar su impacto de contaminación dentro de los almacenes de seguridad.	El potencial de contaminación ambiental se medirá por la cantidad de baterías importadas, por el pronóstico de contenido de metales en los depósitos de seguridad y por el grado de oxidación del recipiente.	Acidez del suelo	pH del suelo	Nominal	pH
			Grado de oxidación	Pérdida de masa	Razón	g



## **2.4.- Población y muestra**

### **2.4.1.- Población**

Población o universo es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinados detalles. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014). La población estuvo conformada por la cantidad de baterías almacenadas en el depósito de seguridad.

### **2.4.2.- Muestra**

La muestra es un subgrupo de la población de utilidad sobre el cual se recolecta datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, también de que esta debe ser representativo de la población. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Las muestras estuvieron constituidas por 10 unidades de cada tipo de baterías recolectadas de los puntos de acopio o almacenes de seguridad.

### **2.4.3.- Muestreo**

**Muestreo por conveniencia:** estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso (Hernández, Baptista y Fernández, 2014, p. 173).

### **2.4.4.- Unidad de análisis**

- Una batería de tipo D
- Una batería de tiempo 6LR1

## **2.5.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.5.1.- Técnica**

Según FERNANDEZ, (2005). Existen varias técnicas para la recolección de datos, puede ser encuestas, entrevistas, observación y experimental

- La técnica de observación: Según Fernández, (2005, pg. 5) que es un registro confiable lo cual es válido por diferentes contextos con la que el investigador puede registrar los datos. En la investigación realizada se usó fichas estas se encuentran (ANEXO N° 07)

- Recolección de datos: implica elaborar una técnica minuciosa de procedimientos que nos ayuden a reunir datos con un propósito determinado. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

En esta investigación la técnica de recolección de datos fue a **observación** ya que según YUNI & URBANO (2006), define a la técnica de observación como única técnica de recolección de información que consiste en la inspección u estudio de las cosas o hechos tal como acontecen mediante el empleo de los sentidos ( con o sin ayuda de soportes técnicos ) conforme a las exigencias de la investigación científica a partir de las categorías perspectivas construidas a partir de teorías científicas.

La observación se hizo en el análisis **espectral** de las baterías para determinar el contenido de los metales pesados presente en ambos tipos de baterías.

### **2.5.2.- Instrumento de validación**

El instrumento usado fue la observación, para la cual se usaron fichas en las cuales se encuentran definidas los parámetros de evaluación.

### **2.5.3.- Equipos**

#### **Espectrómetro**

TREJO R, (et al), (2015). “Estimación del potencial contaminante por pilas en el relleno sanitario san Nicolás, de la ciudad de aguas calientes, México. Con el objetivo de cuantificar la cantidad y tipología de las pilas que ingresan al relleno sanitario “San Nicolás” provenientes de los residuos domésticos, estimar el potencial de contaminación, determinando la cantidad de ingreso de los residuos con aproximado de 6,696 pilas/día esta cantidad, expresada como masa de contaminantes en el relleno final de su vida útil el cual representa 6.6 toneladas de mercurio 92.5 de Zinc y 2.9 de cadmio. El relleno sanitario no tiene un plan de gestión para residuos peligrosos que causa contaminación en el ambiente.



Figura 5: Espectrofotómetro

Fuente: Elaboración propia

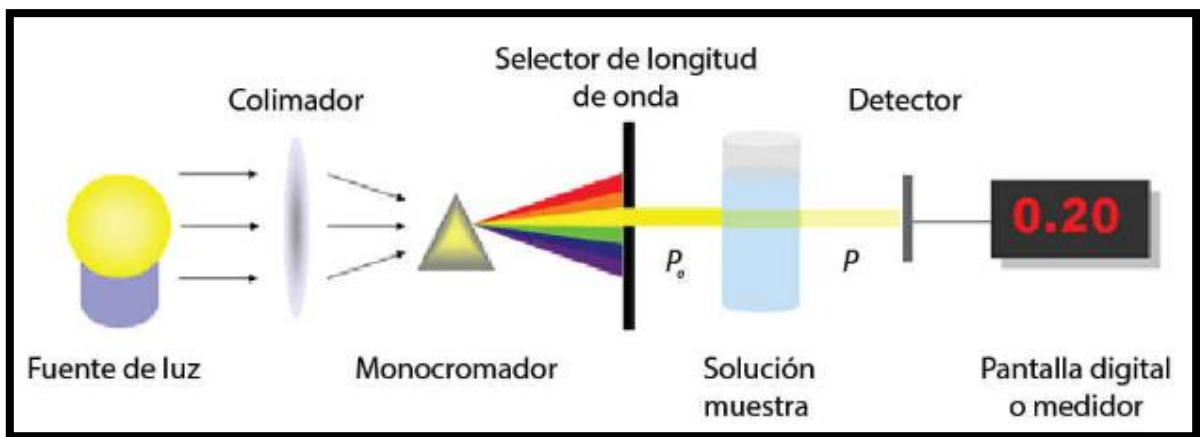


Figura 6: Sector de longitud de onda

Fuente: Heesung Shim, 2016

### Balanza analítica

Es una clase de balanza diseñada para medir o pesar pequeñas cantidades de masa, en un principio de rango menor miligramos [0,0001 g o 0,1 mg]. Los platillos de medición de una balanza analítica están dentro de una caja transparente provista de puertas para que no se acumule el polvo y para evitar que cualquier corriente de aire

en la habitación afecte al funcionamiento de la balanza. Para el desarrollo de la investigación se usó la balanza analítica para realizar el peso de la muestra obtener datos confiables.



*Figura 7: Balanza analítica*

**Fuente: Elaboración propia**

### 2.5.3.- Validez de los instrumentos de recojo de datos

Para cumplir con el requisito de validación de los instrumentos se trabajó bajo el método de juicio de expertos que fueron firmados por los especialistas del tema, a quienes se solicitó la evaluación por separado los ítems de la presente investigación. “Potencial de contaminación ambiental por metales Cd, Zn, Pb producido por baterías usadas de tipo D y 6LR1 depositada en almacén de seguridad, Lima-2018”.

*Tabla 3: Validación de Expertos*

<b>CIP</b>	<b>ESPECIALISTA</b>	<b>% DE VALIDACIÓN</b>	<b>PROMEDIO DE VALIDEZ</b>
13600	Gamarra Gómez Isaac	95%	96 %
71998	Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales	96.6%	

84472	Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	95.5%	
-------	--------------------------------	-------	--

Fuente: Elaboración propia

#### **2.5.4.- Confiabilidad**

La confiabilidad de la investigación se determinará con las fichas de calibración de los instrumentos los cuales fueron usados durante el proceso de recolección de datos.

#### **2.6.- Métodos de análisis de datos**

Para la comprobación de hipótesis se usó el programa IBM SPSS Statistics 23, lo cual es una estadística básica y una estadística inferencial para dar respuesta a las hipótesis específicas.

#### **2.7.- Aspectos éticos**

La investigación desarrollada al ser no experimental descriptivo, se obtuvo resultados del contenido de metales en las baterías para luego cuantificar el potencial de contaminación, la metodología y los resultados servirán al público que deseen realizar más estudios.

#### **2.8.- Desarrollo de la propuesta**

##### **2.8.1.- Determinación de cadmio zinc y plomo en baterías tipo D y 6RL1**

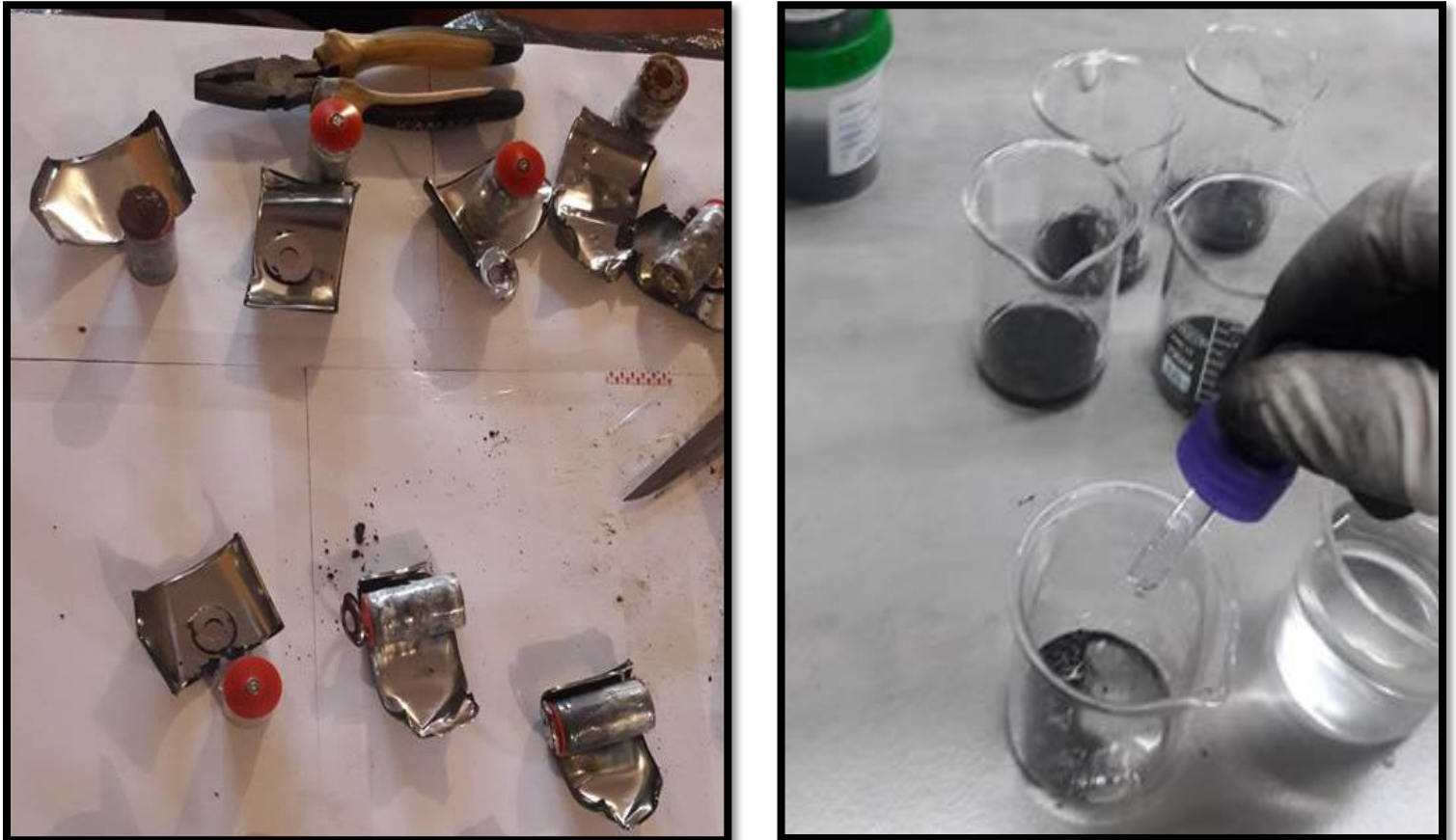
###### **A.- Recolección de baterías tipo D y 6LR1.**

Las baterías fueron recolectadas del centro de acopio Universidad Cesar Vallejo Lima Norte, se tomó una muestra de 10 unidades de batería tipo D manufacturado con 1.5 voltios y 10 unidades de batería tipo 6LR1 manufacturado con 9 voltios.

###### **B.- Preparación de la Muestra.**

La muestra fue de 10 unidades de tipo de batería D manufacturado con 1.5 voltios y 10 unidades de batería tipo 6LE1 manufacturado con 9 voltios. El proceso de preparación de la muestra inicia con apertura del recipiente, luego el vertido del contenido solido a un recipiente para obtener una muestra uniforme separando de la mezcla 1 g del sólido. Posteriormente se usa el método estándar para el análisis por

espectrometría de absorción atómica. El instrumento de espectrofotometría se encuentra en la universidad Cesar vallejo Lima Este.



*Figura 8: Preparación de la muestra*

Fuente: Elaboración propia

### **C.- Digesta por ácido nítrico**

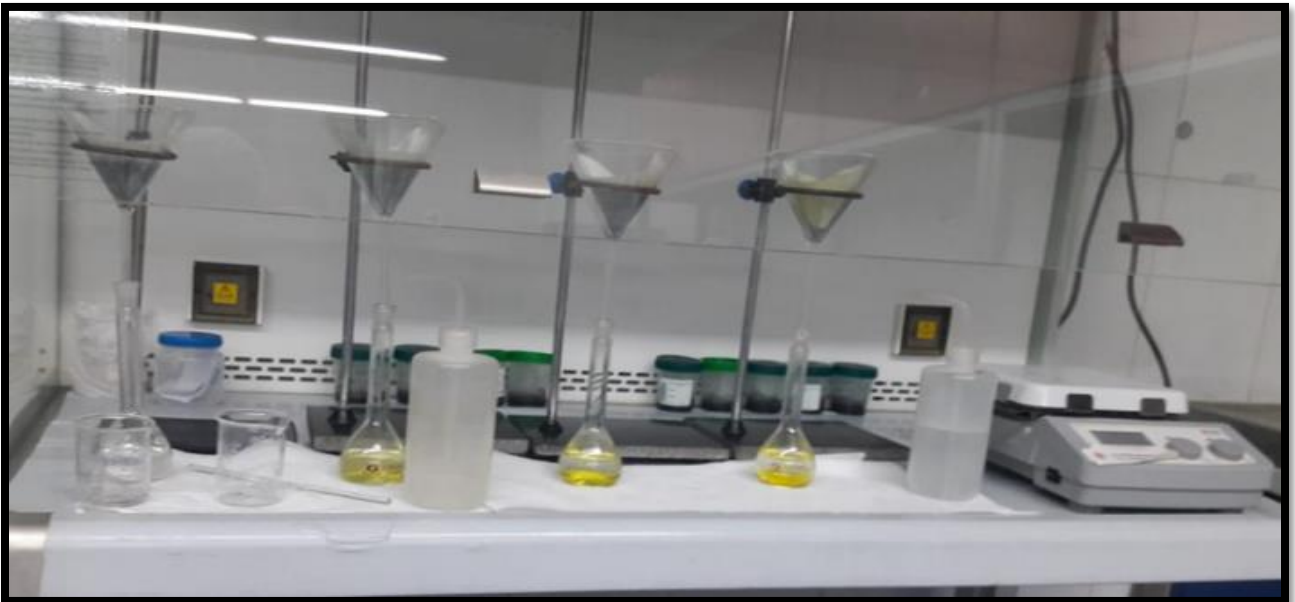
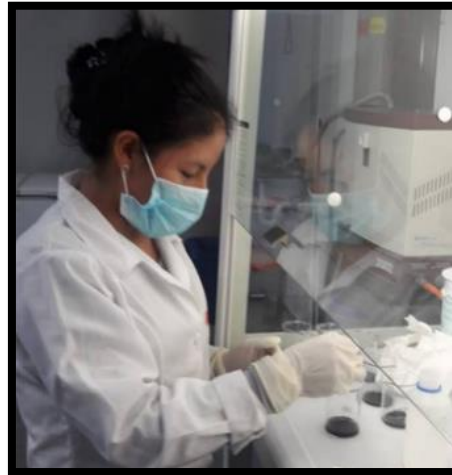
Se toma la muestra en partículas pequeñas y pasar a un volumen de esta (1 g de muestra) a un vaso precitado de 100 ml, luego se añadió 5 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado. Llevamos a la plancha eléctrica a una temperatura de 100°C hasta el menor volumen posible (aproximado de 10 a 20 ml) antes de que tenga lugar de precipitación, continua el calentado y se añade el 5 ml de HNO<sub>3</sub> y 5 ml HCl y completar la digesta, perceptible porque la solución se hace transparente y ligeramente coloreada se pasa a

pasteurizar para luego pasar a la fiola de 100 ml hasta completar con agua desionizada.

Luego pasa por un papel filtro de 0,4 a 0,45  $\mu\text{m}$  (diámetro de poro) antes de guardar la muestra se filtra un blanco de calidad reactivo para no contaminar. Enfriamos y diluimos pasamos a un filtrado el embace volumétrico de 100 ml para luego determinar la concentración de cada elemento tomando una porción menor del volumen en el embace.



### ***PROCESO DE DIGESTA***



*Figura 9: Proceso de digesta*



Fuente: Elaboración propia

D.- Espectrofotometría de absorción atómica

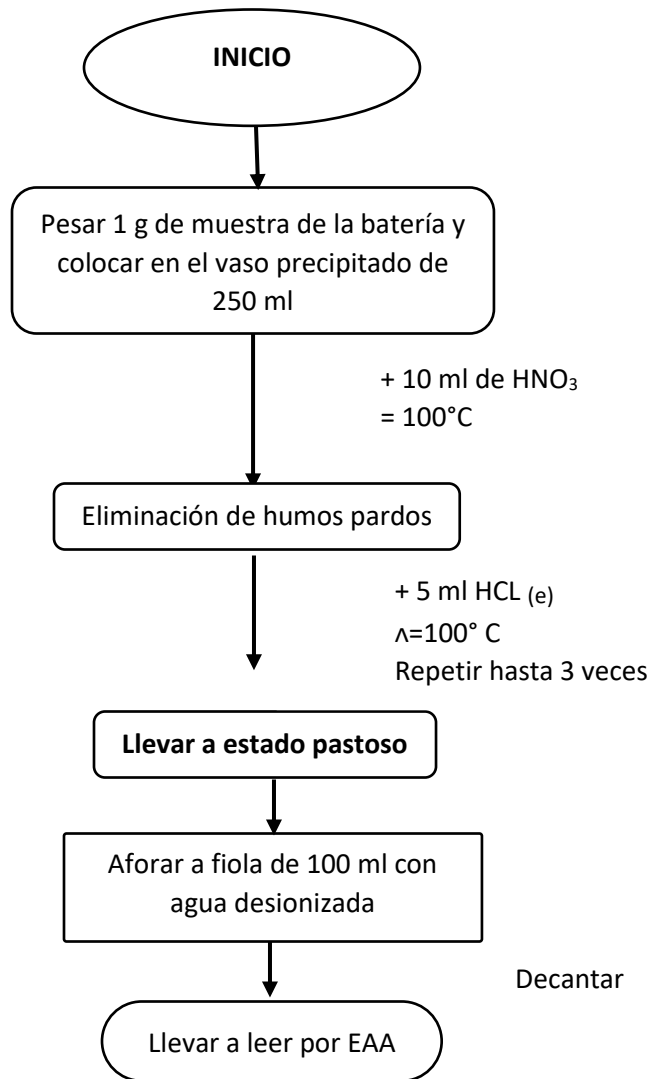


Figura 10: Espectrofotometría de absorción atómica

Fuente: ESCOBEDO, G. 2013.

## F.- Caracterización de los tipos de batería

El contenido de las baterías mencionadas se caracteriza en términos de los elementos Cd, Zn y Pb, considerando los elementos más tóxicos en estos dispositivos.

## H.- Evaluación de la oxidación del recipiente

1. Preparar un recipiente de área de  $1\text{m}^2$  con suelo agrícola.
2. Medir la masa de cada una de las baterías con aproximación de miligramos
3. Ubicar las baterías sobre el suelo preparado.
4. Medir condiciones ambientales la temperatura y humedad relativa.
5. Medir la masa de las baterías cada 30 días con previa limpieza.
6. La diferencia de masas medidas indicara la rapidez la oxidación o corrosión de los recipientes de la batería.

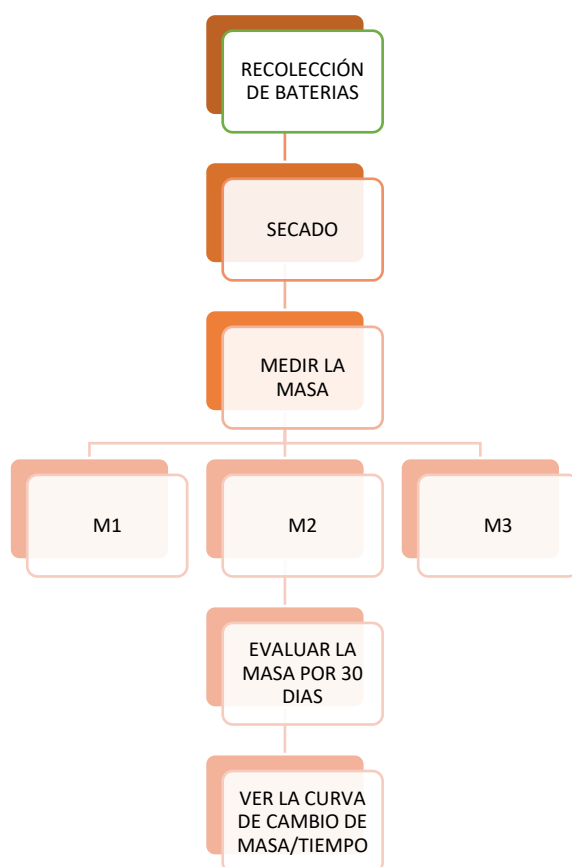


Figura 11: Metodología para medir el grado de oxidación del recipiente

Fuente: Elaboración propia

### **III.- RESULTADOS**

### 3.1.- Contenido de Cadmio (Cd)

#### A.- Batería tipo D

Tabla 4: Contenido de Cadmio en batería tipo D – Potencial de contaminación

Muestra	Tipo de batería	Contenido de Cadmio (mg/L)	inicial - pH	PH-final	Diferencia de pH en el suelo	Masa perdida
1	D	0.027	7,45	6,1	0,55	-0,3212
2	D	0.075	7,45	6,5	1,55	-0,1639
3	D	0.041	7,45	6,4	1,05	5,9174
4	D	0.041	7,45	6,3	1,15	-0,0162
5	D	0.041	7,45	6,3	1,15	1,1636
6	D	0.052	7,45	6,2	1,25	2,0614
7	D	0.065	7,45	6,3	1,15	0,878
8	D	0.048	7,45	6,43	1,02	0,683
9	D	0.036	7,45	6,1	1,35	1,8861
10	D	0.059	7,45	6,4	1,15	1,42

El contenido de cadmio dentro de las baterías tipo D muestra variabilidad siendo el mayor contenido de cadmio de 0.075 mg/L mientras que el menor contenido es de 0.027 mg/L.

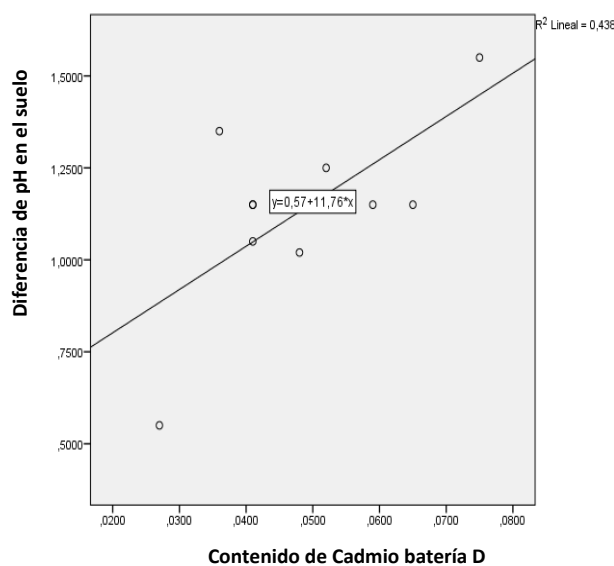


Figura 12: Contenido de Cadmio (Batería D – Diferencia de pH del suelo)

La influencia del contenido de Cadmio en la Acidez del suelo por la diferencia de pH es evidente, Determinaremos la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro Wilk ya que, la muestra es menor a 50.

**H<sub>0</sub>:** Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** Los datos siguen una distribución normal.

Tabla 5: Prueba de normalidad Contenido de Cadmio – Acidez del suelo (D)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Cadmio (mg/L)	,198	10	,200*	,962	10	,803
Incremento de pH (Tipo D)	,191	10	,200*	,927	10	,417

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad de Shapiro Wilk demuestra que los datos cumplen una distribución normal ya que el p-valor en ambos casos es mayor a 0.05. Por lo tanto, utilizaremos la correlación de Pearson para determinar la influencia de una variable en la otra.

Tabla 6: Correlación de Pearson (Cd-diferencia de pH)

		Correlaciones	
		Contenido de Cadmio	Acidez del suelo
Contenido de Cadmio	Correlación de Pearson	1	,662*
	Sig. (bilateral)		,037
	N	10	10
Diferencia de pH	Correlación de Pearson	,662*	1
	Sig. (bilateral)	,037	
	N	10	10

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

El valor del coeficiente de Pearson 0.662 muestra la relación que positiva y media que el contenido de Cadmio con la variación de la acidez del suelo. Además, el valor de sig. 0.037 indica que esta correlación es significativa ya que, es menor que 0.05 o 95% de significancia.

### B.- Batería tipo 6LR1

Tabla 7: Contenido de Cadmio en batería tipo 6LR1 – Potencial de contaminación

Muestra	Batería	Contenido de Cadmio (mg/L)	pH inicial	pH final	Diferencia de pH	Masa perdida
1	6LR1	0.116	7,82	7,8	0,02	0,002
2	6LR1	0.061	7,82	7,81	0,01	0,002
3	6LR1	0.034	7,82	7,82	0	0,002
4	6LR1	0.047	7,82	7,83	-0,01	0,004
5	6LR1	0.047	7,82	7,79	0,03	0,002
6	6LR1	0.085	7,82	7,79	0,03	0,003
7	6LR1	0.048	7,82	7,8	0,02	0,004
8	6LR1	0.072	7,82	7,81	0,01	0,003
9	6LR1	0.065	7,82	7,79	0,03	0,01
10	6LR1	0.079	7,82	7,8	0,02	0,005

El contenido de Cadmio en las baterías tipo 6LR1 es mayor que en las pilas tipo D teniendo como máximo contenido 0.116 mg/L y el mínimo 0.034 mg/L

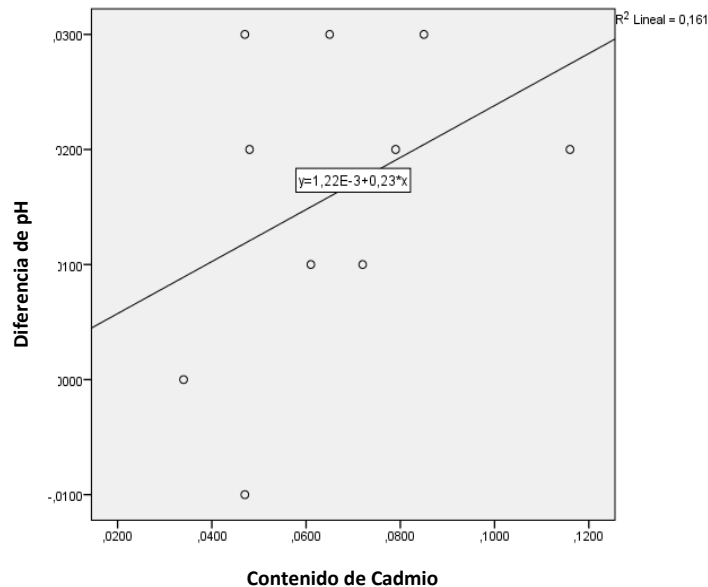


Figura 13: Contenido de Cadmio – diferencia de pH

La relación que tiene el contenido de Cadmio en las baterías 6LR1 con la acidez del suelo medida a través de la diferencia de pH es lineal. Realizaremos la prueba de normalidad Shapiro-wilk (dato menor a 50) para determinar si los datos son normales o no.

**H<sub>0</sub>:** Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** Los datos siguen una distribución normal.

Tabla 8: Prueba de normalidad Cantidad de Cambio - Acidez del suelo (6LR1)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Cadmio (mg/L)	,166	10	,200*	,937	10	,517
Incremento de pH (Tipo 6LR1)	,217	10	,200*	,896	10	,198

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba muestra un p-valor mayor a 0.05 en ambos casos por lo tanto tienen una distribución normal. Por ende, utilizamos la correlación de Pearson para determinar la influencia del contenido de Cadmio en la variación de la Acidez del suelo.

Tabla 9: Coeficiente de Pearson Diferencia de pH 6LR1

Correlaciones			
		Contenido de Cadmio	Diferencia de pH
Contenido de Cadmio	Correlación de Pearson	1	,401
	Sig. (bilateral)		,041
	N	10	10
Acidez del suelo	Correlación de Pearson	,401	1
	Sig. (bilateral)	,041	
	N	10	10

La correlación entre el contenido de Cadmio y el incremento de la acidez del suelo medido a través de la diferencia de pH es positiva media ya que, el valor del coeficiente de Pearson es de 0.401, así mismo, el valor de P es de 0.041 lo cual lo hace significativo al nivel de 0.05.

### 3.2.- Contenido de Zinc (Zn)

#### A.- Batería de tipo D

Tabla 10: Contenido de Zinc en batería tipo D (Zn) – Potencial de contaminación

Muestra	Tipo de batería	Contenido de Zinc (mg/L)	Diferencia de pH	Masa perdida
1	D	1444,44	0,55	-0,3212
2	D	456,64	1,55	-0,1639
3	D	456,64	1,05	5,9174
4	D	692,259	1,15	-0,0162
5	D	3288,04	1,15	1,1636
6	D	2956,26	1,25	2,0614
7	D	2784,36	1,15	0,878
8	D	3125,26	1,02	0,683
9	D	2594,36	1,35	1,8861
10	D	2687,29	1,15	1,42

El contenido de Zinc en volumen es mayor que la del anterior metal es así como la máxima cantidad de Zinc encontrada es de 3288.04 mg/L mientras que la mínima es 456.64mg/.

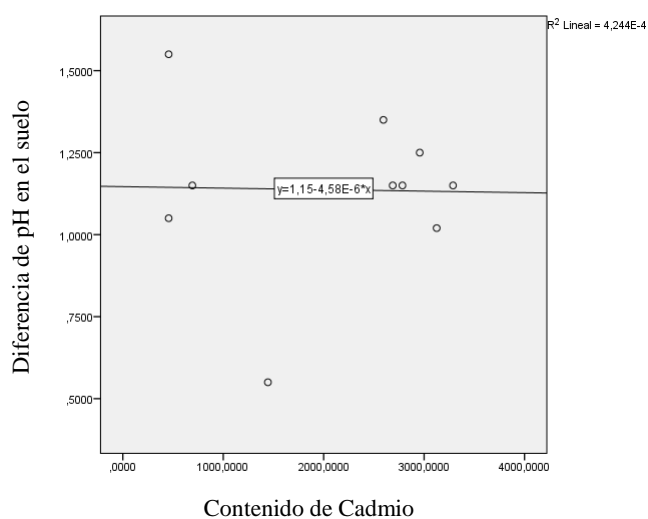


Figura 14: Contenido de Zinc – diferencia de pH



Observamos el que el contenido de Zinc en las baterías tipo D influye de manera no lineal sobre la acidez del suelo medido a través de la diferencia de pH. Debido a que los datos son menores a 50 utilizaremos la prueba de Shapiro Wilk para determinar si los datos siguen una distribución normal o no.

Tabla 11: Prueba de normalidad Contenido de Zn - Acidez del suelo (D)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Zinc (mg/L)	,282	10	,024	,827	10	,131
Incremento de pH (Tipo D)	,191	10	,200*	,927	10	,417

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**H<sub>0</sub>:** Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** Los datos siguen una distribución normal.

La prueba de normalidad nos demuestra que los datos siguen una distribución normal ya que, el p-valor es mayor que 0.05.

Tabla 12: Coeficiente de Pearson – diferencia de pH D

Correlaciones			
		Contenido de Zinc	Acidez del suelo
Contenido de Zinc	Correlación de Pearson	1	-,021
	Sig. (bilateral)		,955
	N	10	10
Diferencia de pH	Correlación de Pearson	-,021	1
	Sig. (bilateral)	,955	
	N	10	10

La relación entre el contenido de Zinc en las baterías tipo D y la acidez del suelo media por la diferencia de pH es inversa levemente, lo cual demuestra que existe una relación, pero no lineal. Por otro lado, esta relación no es significativa al nivel de 0.05.

### B.- Batería de tipo 6LR1

Tabla 13: Contenido de Zinc en batería tipo 6LR1 (Zn)

Muestra	Tipo de batería	Contenido de Zinc (mg/L)	Diferencia de pH	Masa perdida
1	6LR1	29,934	0,02	0,002
2	6LR1	163,639	0,01	0,002
3	6LR1	2737,49	0	0,002
4	6LR1	3052,09	-0,01	0,004
5	6LR1	124,314	0,03	0,002
6	6LR1	35,269	0,03	0,003
7	6LR1	178,26	0,02	0,004
8	6LR1	2689,36	0,01	0,003
9	6LR1	2956,89	0,03	0,01
10	6LR1	125,95	0,02	0,005

En las pilas 6LR1 el contenido de Zinc es mayor en volumen al igual que las baterías tipo D es así como, el máximo contenido de Zinc es de 3052.09 mg/L y el mínimo es de 29.934 mg/L.

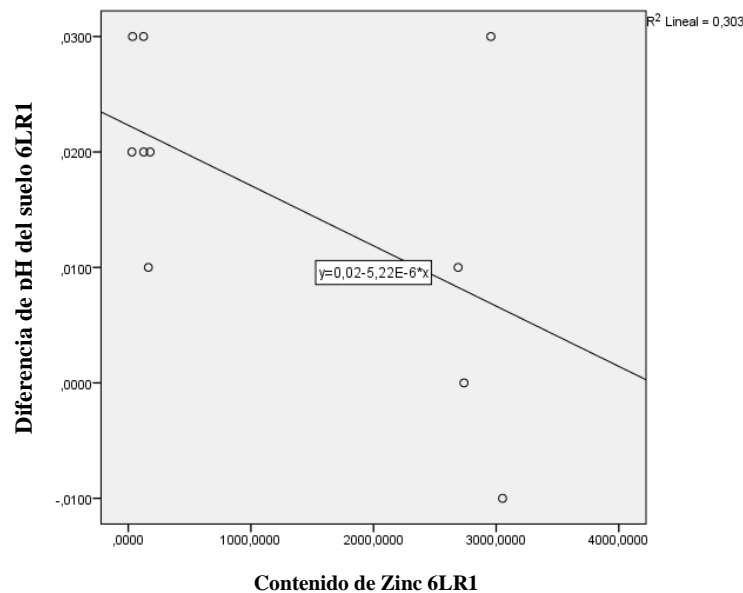


Figura 15: Contenido de Zinc – Diferencia de pH 6LR1

El gráfico de dispersión nos muestra que la relación existente entre el contenido de Zinc en las baterías tipo 6LR1 y la acidez del suelo por diferencia de pH difiere de una relación lineal. Luego realizaremos la prueba de normalidad Shapiro Wilk ya que, los datos son menores a 50.

Tabla 14: Prueba de normalidad Zn - Acidez del suelo (6LR1)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Zinc (mg/L)	,365	10	,000	,698	10	,051
Incremento de pH (Tipo 6LR1)	,217	10	,200*	,896	10	,198

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**H<sub>0</sub>:** Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** Los datos siguen una distribución normal.

La prueba de Shapiro wilk demuestra que los datos siguen una distribución normal.

Tabla 15: Correlación de Pearson – diferencia de pH 6LR1

		Correlaciones	
		Diferencia de pH	Contenido de Zinc
Acidez del suelo	Correlación de Pearson	1	-,551
	Sig. (bilateral)		,049
	N	10	10
Contenido de Zinc	Correlación de Pearson	-,551	1
	Sig. (bilateral)	,049	
	N	10	10

El coeficiente de Pearson es -0.551 lo cual indica una correlación media y negativa, así mismo el valor de P es 0.049 indicado que la correlación es significativa al nivel de 0.05.

### 3.3.- Contenido de Plomo (Pb)

#### A.- Batería de tipo D

Tabla 16: Contenido de Plomo en batería tipo D (Pb) – Potencial de contaminación

Muestra	Tipo de batería	Contenido de Plomo (mg/L)	pH-Inicial	pH-final	Diferencia de pH	Masa perdida
1	D	13,255	7.45	6.1	0,55	-0,3212
2	D	15,699	7.45	6.5	1,55	-0,1639
3	D	12,643	7.45	6.4	1,05	5,9174
4	D	16,922	7.45	6.3	1,15	-0,0162
5	D	13,866	7.45	6.3	1,15	1,1636
6	D	14,269	7.45	6.2	1,25	2,0614
7	D	17,265	7.45	6.3	1,15	0,878
8	D	14,695	7.45	6.43	1,02	0,683
9	D	15,268	7.45	6.1	1,35	1,8861
10	D	15,126	7.45	6.4	1,15	1,42

El plomo presente en las pilas tipo D tiene valores que varían desde 12,643 mg/L hasta los 17,265 mg/L.

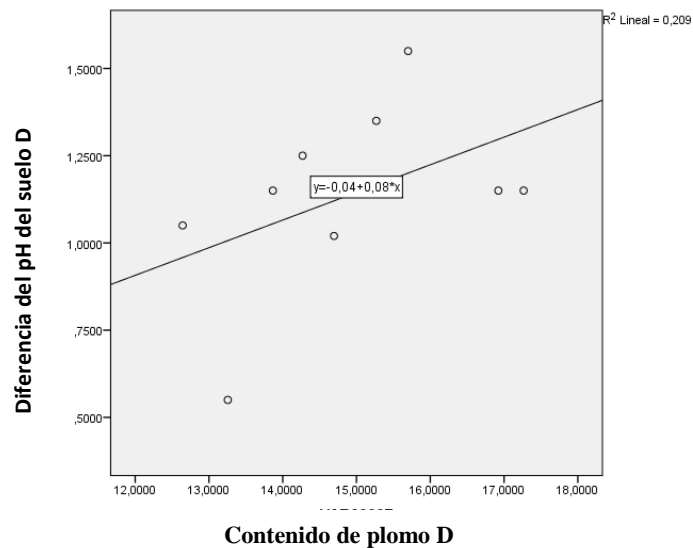


Figura 16: Contenido de plomo – Diferencia de pH D

La relación entre el contenido de Plomo de las baterías tipo D y el incremento de la acidez del suelo tiene una relación lineal. Se realiza la prueba de normalidad para determinar si los datos siguen una distribución normal.

Tabla 17: Prueba de normalidad Pb - Acidez del suelo (D)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Plomo (mg/L)	,113	10	,200*	,973	10	,917
Incremento de pH (Tipo D)	,191	10	,200*	,927	10	,417

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**H<sub>0</sub>**: Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>**: Los datos siguen una distribución normal.

Los datos siguen una distribución normal ya que, en la prueba en ambos casos el p-valor es menor a 0.05. Aplicaremos la prueba de correlación de Pearson para determinación la correlación entre las variables.

Tabla 18: Correlación de Pearson – Diferencia de pH D

Correlaciones			
		Diferencia de pH	Contenido de plomo
Diferencia de pH	Correlación de Pearson	1	,457
	Sig. (bilateral)		,044
	N	10	10
Contenido de Plomo	Correlación de Pearson	,457	1
	Sig. (bilateral)	,044	
	N	10	10

La relación entre el contenido de plomo en las baterías tipo 6LR1 y la acidez del suelo por diferencia de pH es positiva y media, de igual forma el valor de P es 0.044 el cual se interpreta que la correlación existente es significativa a un nivel de 0.05.

## B.- Batería de tipo 6LR1

Tabla 19: Contenido de Plomo en batería 6LR1 (Pb) – Potencial de contaminación

Muestra	Tipo de batería	Contenido de Plomo (mg/L)	Diferencia de pH	Masa perdida
1	6LR1	15,088	0,02	0,002
2	6LR1	15,699	0,01	0,002
3	6LR1	15,699	0	0,002
4	6LR1	15,088	-0,01	0,004
5	6LR1	13,866	0,03	0,002
6	6LR1	16,859	0,03	0,003
7	6LR1	15,529	0,02	0,004
8	6LR1	15,269	0,01	0,003
9	6LR1	15,458	0,03	0,01
10	6LR1	15,125	0,02	0,005

Las baterías tipo 6LR1 contienen plomo en baja cantidad, sin embargo, este metal tiene un mayor potencial de contaminación. Los valores de plomo en las baterías van desde los 13.866 mg/L hasta los 16.859 mg/L.

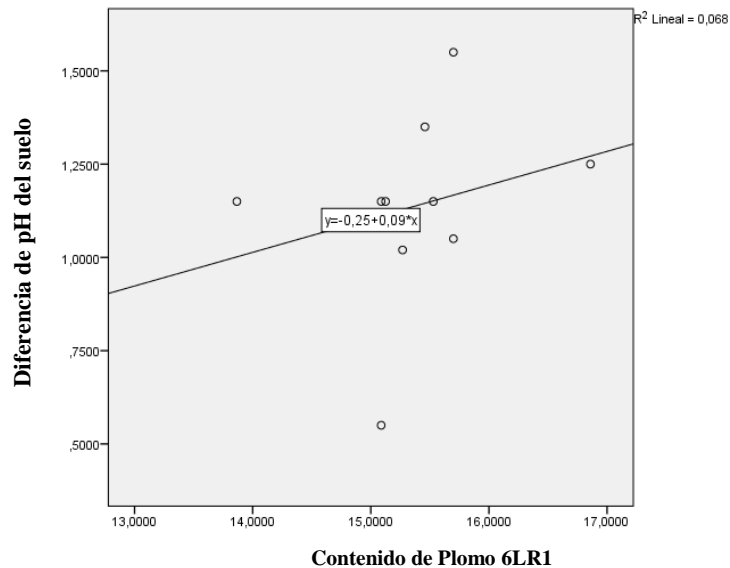


Figura 17: Contenido de plomo – Diferencia de pH del suelo batería 6LR1

La relación entre el contenido de plomo y el incremento de la acidez del suelo por diferencia de pH se asemejan a una relación lineal; comprobaremos si estos siguen una distribución normal a través de la prueba Shapiro Wilk

Tabla 20: Prueba de normalidad Pb - Acidez del suelo (6LR1)

Correlaciones			
		Diferencia de pH	Contenido de Plomo
Acidez del suelo	Correlación de Pearson	1	,260
	Sig. (bilateral)		,018
	N	10	10
Contenido de Plomo	Correlación de Pearson	,260	1
	Sig. (bilateral)	,018	
	N	10	10

Tabla 21: Contenido de plomo - Acidez del suelo (6LR1)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Plomo (mg/L)	,253	10	,069	,895	10	,192
Incremento de pH (Tipo 6LR1)	,217	10	,200*	,896	10	,198

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**H<sub>0</sub>**: Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>**: Los datos siguen una distribución normal.

La prueba de normalidad Shapiro Wilk nos indica que los datos siguen una distribución normal ya que, en ambos casos el p-valor es mayor a 0.05.

Tabla 22: Correlación de Pearson – plomo y acidez del suelo

Correlaciones		
	Diferencia de pH	Contenido de Plomo
Acidez del suelo	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	,018
	N	10
Contenido de Plomo	Correlación de Pearson	,260
	Sig. (bilateral)	,018
	N	10

La relación entre el contenido de plomo en las baterías tipo 6LR1 y la variación de la acidez del suelo tiene una correlación débil y positiva así también, esta es significativa ya que el valor de P es de 0.018 siendo menor a 0.05.

### 3.4.- Contrastación de la hipótesis

#### 3.4.1.- Contrastación de Hipótesis general

**H<sub>1</sub>:** El potencial de contaminación producido por las baterías tipo D y 6LR1 en los almacenes de seguridad, es alto.

**H<sub>0</sub>:** El potencial de contaminación producido por las baterías tipo D y 6LR1 en los almacenes de seguridad, no es alto.

Tabla 23: Pérdida de masa – Diferencia de pH del suelo de las baterías

POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN				
Muestra	Batería tipo D		Batería tipo 6LR1	
	Masa perdida (gramos)	Diferencia de pH	Masa perdida (gramos)	Diferencia de pH
1	-0,3212	1,35	0,002	0,02
2	-0,1639	0,95	0,002	0,01
3	5,9174	1,05	0,002	0
4	-0,0162	1,15	0,004	-0,01
5	1,1636	1,15	0,002	0,03
6	2,0614	1,25	0,003	0,03
7	0,878	1,15	0,004	0,02
8	0,683	1,02	0,003	0,01
9	1,8861	1,35	0,01	0,03
10	1,42	1,05	0,005	0,02



### A.- Contraste de pérdida de masa entre ambas baterías

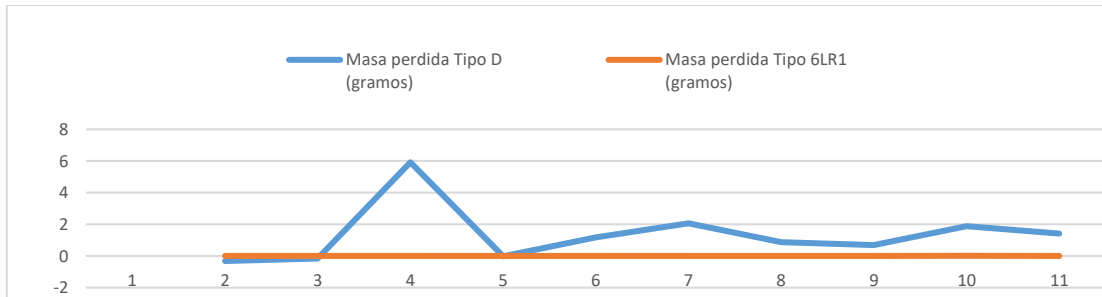


Figura 18: Pérdida de masa en baterías

### B.- Contraste de incremento de pH del suelo

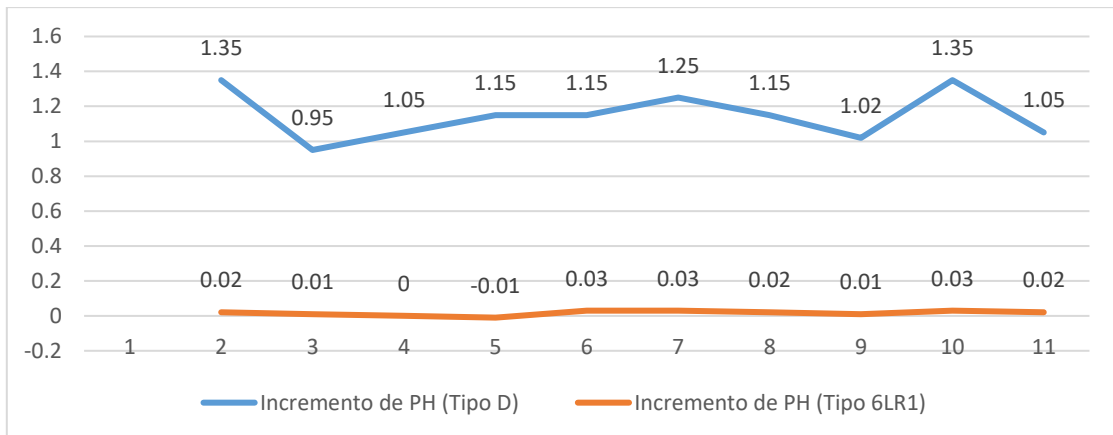


Figura 19: Incremento de acidez en suelo

Se comparan los datos obtenidos para establecer cuál de los dos tipos de baterías tiene mayor potencial de contaminación.

Para ello debemos realizar la prueba de normalidad a los datos de las pérdidas de masa para determinar la prueba de contraste de hipótesis.

**H<sub>0</sub>:** Los datos no siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** Los datos siguen una distribución normal.

Tabla 24: Prueba de normalidad para pérdida de masa

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pérdida de masa (Tipo D)	,247	10	,085	,793	10	,052
Pérdida de masa (Tipo 6LR1)	,251	10	,073	,722	10	,062

Ya que la cantidad de los datos es menor a 50 utilizamos la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk el cual nos indica que:

Si el P – Valor o sig. es  $< \alpha$  (0.05) se ACEPTA  $H_0$

Si el P – Valor o sig. es  $> \alpha$  (0.05) se RECHAZA  $H_0$

Debido a que todos los datos poseen un p-valor $<0.05$  entonces, la distribución de los datos posee distribución normal por lo tanto aplicaremos las Prueba T – student para comparar medias.

Tabla 25: Pérdida de masa- batería D y batería 6LR1

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Pérdida de masa (Tipo D)	1,350820	10	1,8047238	,5707038
	Pérdida de masa (Tipo 6LR1)	,003700	10	,0024518	,0007753

Es evidente, la batería Tipo D perdió más masa que la batería Tipo 6LR1. Adicionalmente comprobaremos si esta diferencia es significativa a través de la prueba T – student.

Tabla 26: Prueba de hipótesis para pérdida de masa

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Pérdida de masa (Tipo D) - Pérdida de masa (Tipo 6LR1)	1,3471200	1,8046730	,5706877	,0561347	2,6381053	2,361	9	,043

P-Valor  $> \alpha$  (0.05) se acepta  $H_0$ .

P-Valor  $< \alpha$  (0.05) se rechaza  $H_0$ .

Debido a que el p-valor  $< 0.05$  entonces, la masa perdida por la batería tipo es significativamente diferente a la perdida por la batería 6LR1.

Ahora comprobaremos la normalidad de los datos del incremento de la acidez del suelo.

Tabla 27: Prueba de normalidad para incremento de acidez del suelo

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Incremento de Acidez del suelo (Tipo D)	,191	10	,200*	,927	10	,417
Incremento de Acidez del suelo (6LR1)	,217	10	,200*	,896	10	,198

En vista que, la cantidad de datos es menor a 50 utilizamos la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk el cual nos indica que:

Si el P – Valor o sig. es  $< \alpha$  (0.05) se ACEPTA  $H_0$

Si el P – Valor o sig. es  $> \alpha$  (0.05) se RECHAZA  $H_0$

Debido a que las significancias presentan p-valor $<0.05$  entonces, la distribución de los datos posee distribución normal por lo tanto aplicaremos las Prueba T – student para comparar medias.

*Tabla 28: Incremento de acidez del suelo*

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Incremento de Acidez del suelo (Tipo D)	1,147000	10	,1361413	,0430516
	Incremento de Acidez del suelo (6LR1)	,016000	10	,0134990	,0042687

Es evidente, la batería Tipo D incremento la acides del suelo en mayor medida que la batería Tipo 6LR1. Adicionalmente comprobaremos si esta diferencia es significativa a través de la prueba T – student.

*Tabla 29: Prueba de hipótesis para Incremento de acidez del suelo*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Incremento de Acidez del suelo (Tipo D) - Incremento de Acidez del suelo (6LR1)	1,1310000	,1299957	,0411083	1,0380067	1,2239933	27,513	9	,000

P-Valor  $> \alpha$  (0.05) se acepta  $H_0$ .

P-Valor  $< \alpha$  (0.05) se rechaza  $H_0$ .

Debido a que el p-valor  $< 0.05$  entonces, la masa perdida por la batería tipo es significativamente diferente a la perdida por la batería 6LR1.

Por lo tanto, podemos concluir que el potencial de contaminación es mayor en la batería tipo D que en la batería tipo 6LR1.

### 3.4.2.- Contrastación de Hipótesis específicas

#### 3.4.2.1.- Hipótesis específica 1:

**H<sub>1</sub>:** El contenido de Cadmio influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

**H<sub>0</sub>:** El contenido de Cadmio no influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

#### Regresión lineal

#### Batería tipo D (Masa perdida)

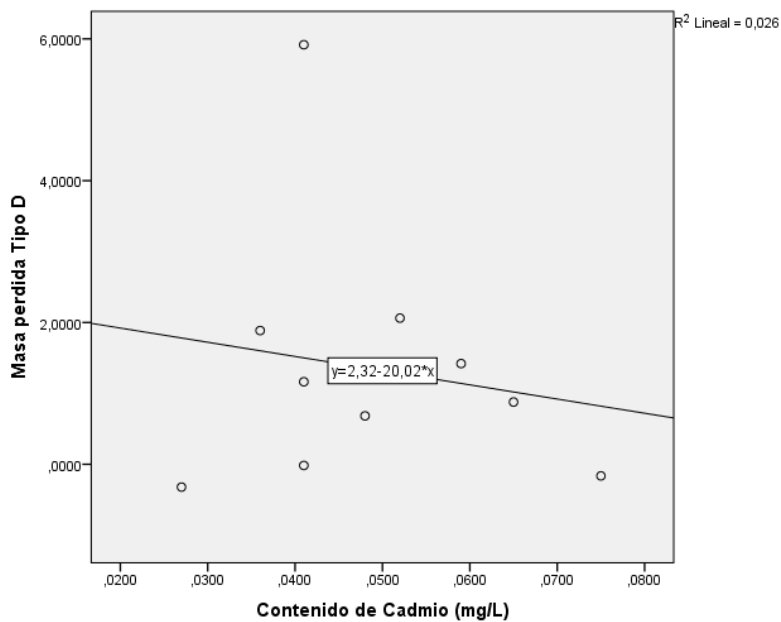


Figura 20: Contenido de cadmio versus pérdida de masa

Tabla 30: Resumen del modelo para pérdida de masa y contenido de cadmio

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,161 <sup>a</sup>	,026	-,096	1,8893741

a. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

En el modelo de regresión lineal  $R^2$  nos indica que la variable de la energía esta explicada en un **2.6%** por el contenido de Cadmio. Además, debido a que solo tenemos dos variables el valor **R** es el valor absoluto del coeficiente de Pearson (**0.161**), lo cual nos indica que existe un bajo grado de correlación entre la masa perdida y el contenido de Cadmio en las baterías de tipo D

Tabla 31: ANOVA para pérdida de masa

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,755	1	,755	,212	,658 <sup>b</sup>
	Residuo	28,558	8	3,570		
	Total	29,313	9			

a. Variable dependiente: Masa perdida Tipo D

b. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

Debido a que el P – Valor (0.658) es mayor que  $\alpha$  (0.05) entonces rechazamos  $H_1$  aceptando  $H_0$  por lo que se concluye que ambas variables no están linealmente relacionadas.

### Batería tipo D (Incremento de Acidez del suelo)

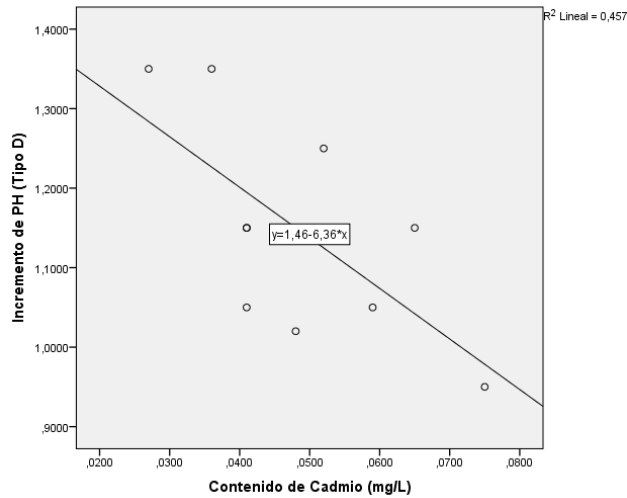


Figura 21: Contenido de cadmio versus incremento de acidez de suelo- Batería D

Tabla 32: Resumen del modelo para acidez del suelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,676 <sup>a</sup>	,457	,389	,1064120

a. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

En el modelo de regresión lineal  $R^2$  nos indica que la variable de la energía esta explicada en un **45.7%** por el contenido de Cadmio. Además, debido a que solo tenemos dos variables el valor  $R$  es el valor absoluto del coeficiente de Pearson (**0.676**), lo cual nos indica que existe un grado medio de correlación entre el incremento de la acidez del suelo y el contenido de Cadmio en las baterías de tipo D

Tabla 33: ANOVA para Cadmio-pérdida de masa

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,076	1	,076	6,731	,032 <sup>b</sup>
	Residuo	,091	8	,011		
	Total	,167	9			

a. Variable dependiente: Incremento de pH (Tipo D)

b. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

Debido a que el P – Valor (0.032) es mayor que  $\alpha$  (0.05) entonces rechazamos  $H_0$  aceptando  $H_1$  por lo que se concluye que ambas variables están linealmente relacionadas.

Por lo tanto, el Cadmio es un metal con un potencial de contaminación medio en las baterías tipo D

### Batería tipo 6LR1 (Masa perdida)

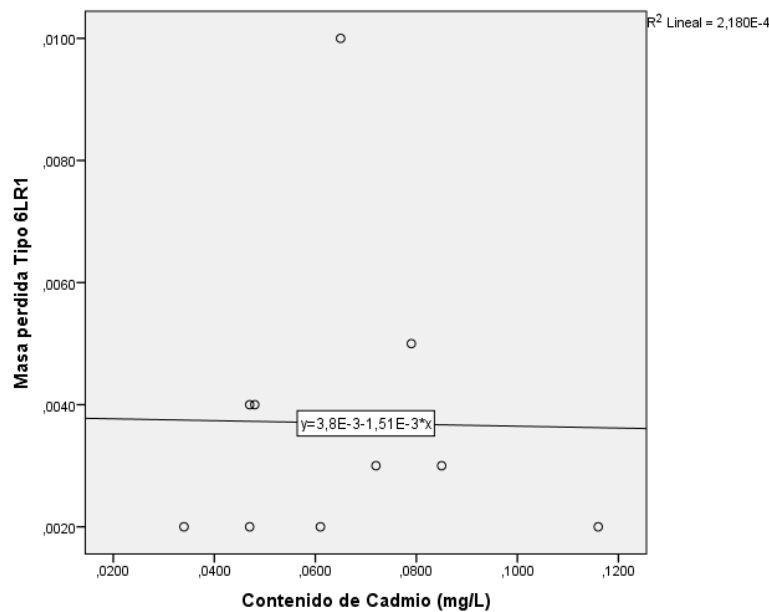


Figura 22: Contenido de cadmio versus pérdida de masa – Batería 6LR1

Tabla 34: Resumen del modelo para Cadmio

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,015 <sup>a</sup>	,000	-,125	,0026002

a. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

En el modelo de regresión lineal  $R^2$  nos indica que la variable de la energía esta explicada en un **0%** por el contenido de Cadmio. Además, debido a que solo tenemos dos variables el valor  $R$  es el valor absoluto del coeficiente de



Pearson (**0.015**), lo cual nos indica que existe un bajo grado de correlación entre la masa perdida y el contenido de Cadmio en las baterías de tipo 6LR1.

Tabla 35: ANOVA pérdida de masa y contenido de Cadmio

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,000	1	,000	,002	,968 <sup>b</sup>
	Residuo	,000	8	,000		
	Total	,000	9			

a. Variable dependiente: Masa perdida Tipo 6LR1

b. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

Debido a que el P – Valor (0.968) es mayor que  $\alpha$  (0.05) entonces rechazamos **H<sub>1</sub>** aceptando **H<sub>0</sub>** por lo que se concluye que ambas variables no están linealmente relacionadas.

### Batería tipo 6LR1 (Incremento de Acidez del suelo)

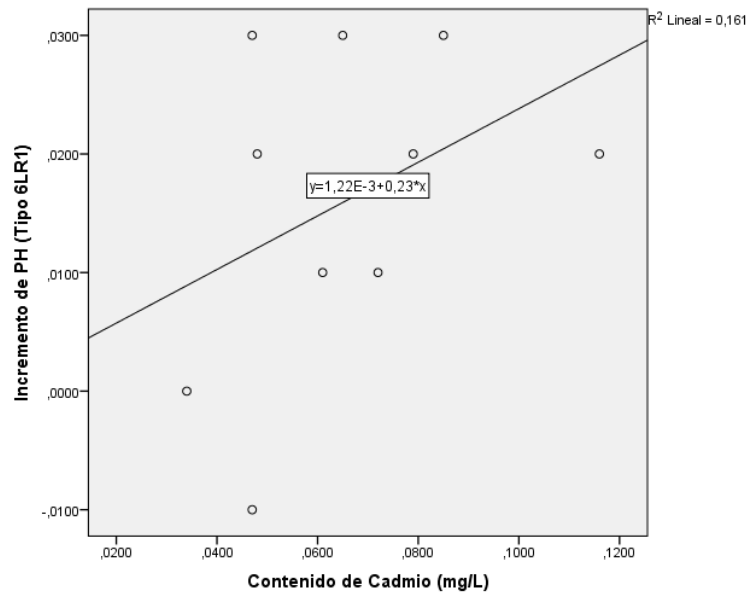


Figura 23: Cadmio vs Acidez del suelo (6LR1)

Tabla 36: Resumen de modelo para Cadmio 6 LR1

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,401 <sup>a</sup>	,161	,056	,0131170

a. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

En el modelo de regresión lineal  $R^2$  nos indica que la variable de la energía esta explicada en un **16.1%** por el contenido de Cadmio. Además, debido a que solo tenemos dos variables el valor **R** es el valor absoluto del coeficiente de Pearson (**0.401**), lo cual nos indica que existe un grado medio de correlación entre incremento de la acides del suelo y el contenido de Cadmio en las baterías de tipo 6LR1.

Tabla 37: ANOVA Cadmio-acidez en baterías 6LR1

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,000	1	,000	1,532	,251 <sup>b</sup>
	Residuo	,001	8	,000		
	Total	,002	9			

a. Variable dependiente: Incremento de PH (Tipo 6LR1)

b. Predictores: (Constante), Contenido de Cadmio (mg/L)

Debido a que el P – Valor (0.251) es mayor que  $\alpha$  (0.05) entonces rechazamos **H<sub>1</sub>** aceptando **H<sub>0</sub>** por lo que se concluye que ambas variables no están linealmente relacionadas.

Por lo tanto, existe evidencia estadística suficiente para afirmar el grado medio de influencia del Cadmio en el potencial de contaminación de las baterías tipo 6LR1

### 3.4.2.2.- Hipótesis específica 2

**H<sub>1</sub>:** El contenido de Zinc influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

**H<sub>0</sub>:** El contenido de Zinc no influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

#### Batería Tipo D (Pérdida de Masa)

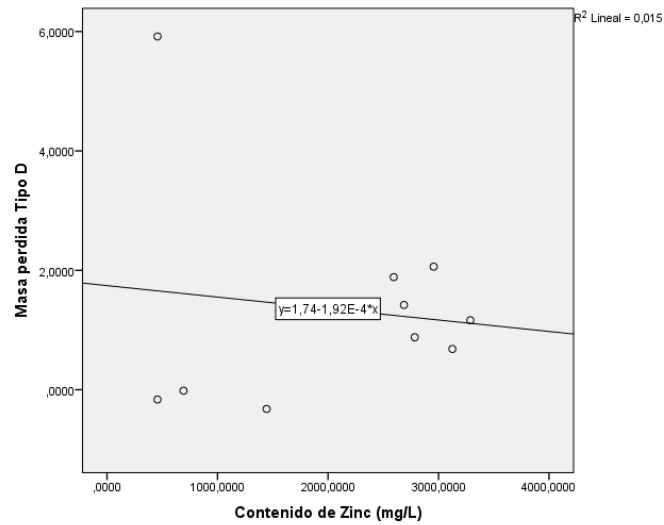


Figura 24: Contenido de zinc versus pérdida de masa – Batería D

Tabla 38: Modelo de Zinc versus masa perdida en batería tipo D

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,123 <sup>a</sup>	,015	-,108	1,8996499

a. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

Tabla 39: ANOVA para Zinc versus masa perdida en batería tipo D

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,444	1	,444	,123	,735 <sup>b</sup>
Residuo	28,869	8	3,609		
Total	29,313	9			

### Batería Tipo D (Incremento de Acidez del suelo)

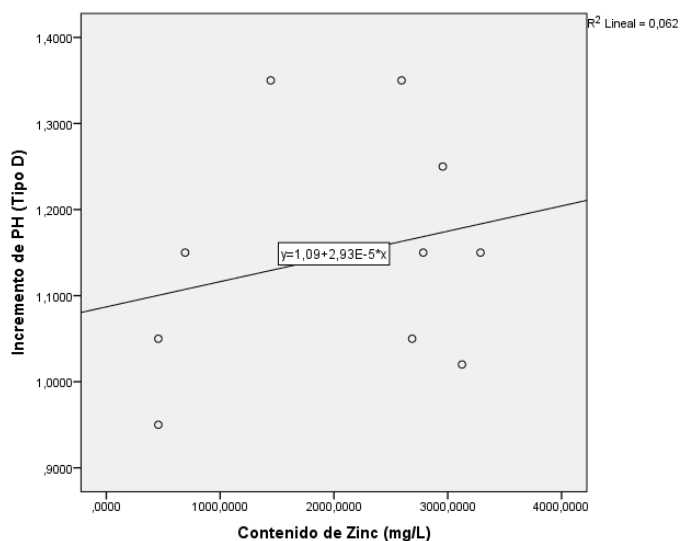


Figura 25: Contenido de zinc versus incremento de acidez – Batería D

Tabla 40: Modelo de Zinc versus incremento de pH en batería tipo D

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,249 <sup>a</sup>	,062	-,055	,1398525

a. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

Tabla 41: ANOVA Zinc versus incremento de pH en batería tipo D

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,010	1	,010	,529	,488 <sup>b</sup>
Residuo	,156	8	,020		
Total	,167	9			

a. Variable dependiente: Incremento de PH (Tipo D)

b. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

## Batería Tipo 6LR1 (Pérdida de Masa)

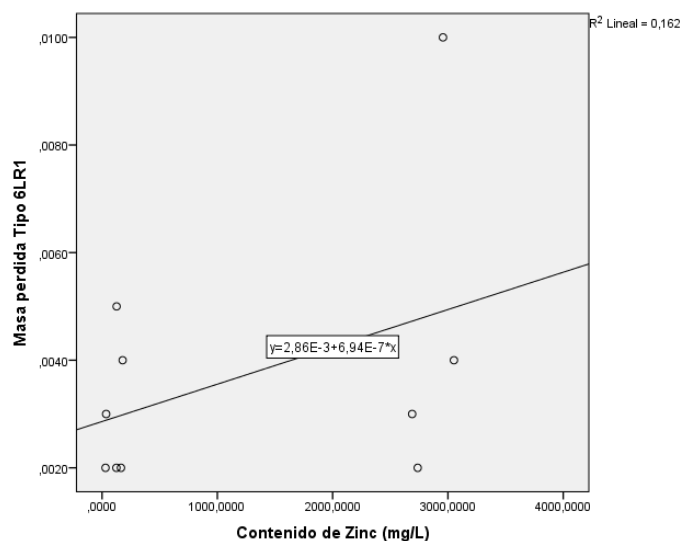


Figura 26: Contenido de zinc versus pérdida de masa – Batería 6RL1

Tabla 42: Resumen de modelo Zinc versus masa perdida en batería tipo 6RL1

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,403 <sup>a</sup>	,162	,058	,0023801

a. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

Tabla 43: ANOVA Zinc versus masa perdida en batería tipo 6RL1

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,000	1	,000	1,550	,248 <sup>b</sup>
Residuo	,000	8	,000		
Total	,000	9			

a. Variable dependiente: Masa perdida Tipo 6LR1

b. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

### Batería Tipo 6LR1 (Incremento de Acidez del suelo)

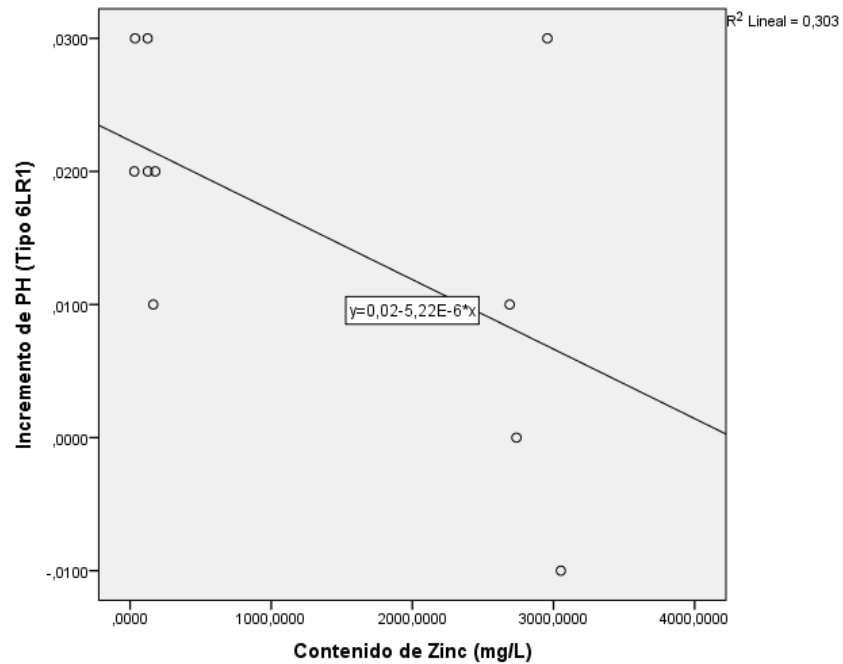


Figura 27: Contenido de zinc versus incremento de acidez en suelo – Batería 6RL1

Tabla 44: Resumen de modelo Zinc versus incremento de pH en batería tipo 6RL1

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,551 <sup>a</sup>	,303	,216	,0119497

a. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

Tabla 45: ANOVA Zinc versus incremento de pH en batería tipo 6RL1

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,000	1	,000	3,485	,099 <sup>b</sup>
Residuo	,001	8	,000		
Total	,002	9			

a. Variable dependiente: Incremento de PH (Tipo 6LR1)

b. Predictores: (Constante), Contenido de Zinc (mg/L)

### 3.3.2.3.- Hipótesis específica 3

**H<sub>1</sub>:** El contenido de Plomo influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

**H<sub>0</sub>:** El contenido de Plomo influye en el potencial de contaminación de las baterías tipo D y 6LR1

#### Batería Tipo D (Pérdida de masa)

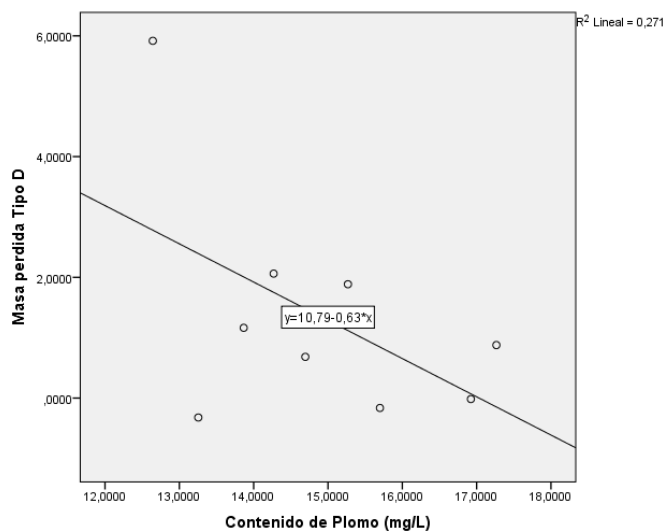


Figura 28: Contenido de plomo versus pérdida de masa – Batería D

Tabla 46: Resumen de modelo plomo versus masa perdida en batería tipo D

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,521 <sup>a</sup>	,271	,180	1,6340034

a. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

Tabla 47: ANOVA plomo versus masa perdida en batería tipo D

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7,954	1	7,954	2,979	,123 <sup>b</sup>
	Residuo	21,360	8	2,670		
	Total	29,313	9			

a. Variable dependiente: Masa perdida Tipo D

b. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

### Batería Tipo D (Incremento de Acidez del suelo)

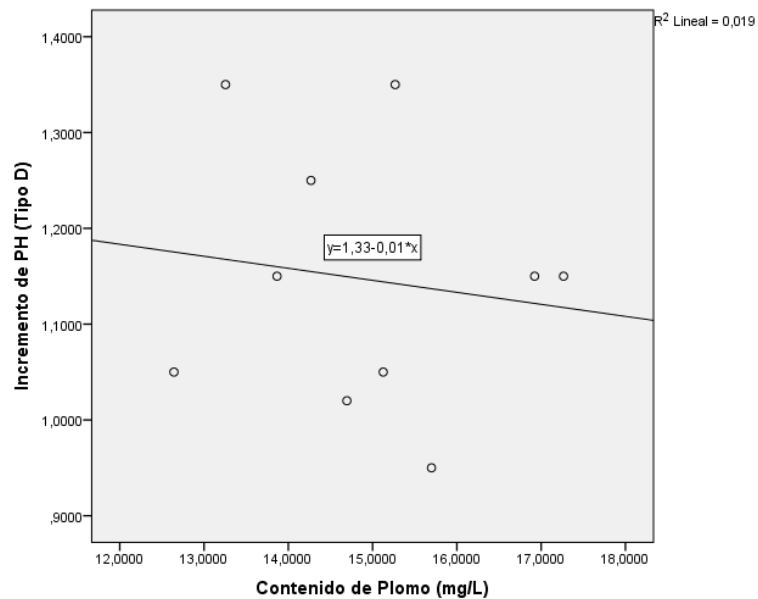


Figura 29: Contenido de plomo versus acidez del suelo – Batería D

Tabla 48: Resumen de modelo de plomo versus incremento de pH en batería tipo D

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,137 <sup>a</sup>	,019	-,104	,1430442

a. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

Tabla 49: ANOVA de plomo versus incremento de pH en batería tipo D

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,003	1	,003	,152	,707 <sup>b</sup>
Residuo	,164	8	,020		
Total	,167	9			

a. Variable dependiente: Incremento de PH (Tipo D)

b. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)



### Batería Tipo 6LR1 (Pérdida de masa)

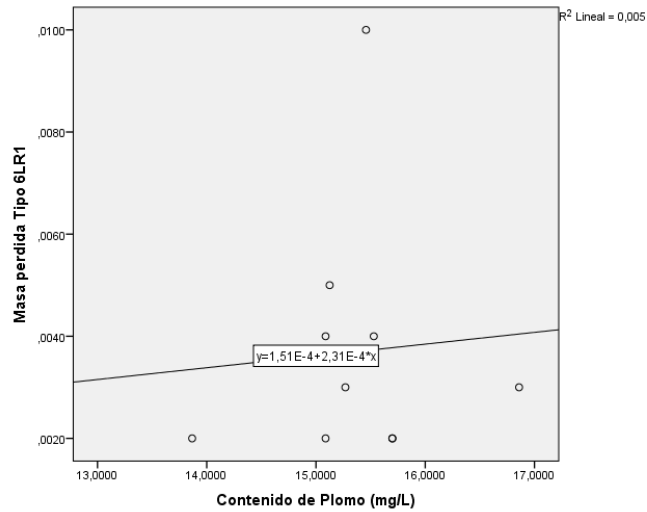


Figura 30: Contenido de plomo versus masa perdida – Batería 6LR1

Tabla 50: Resumen de modelo de plomo versus masa perdida en batería tipo 6LR1

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,070 <sup>a</sup>	,005	-,120	,0025941

a. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

Tabla 51: ANOVA de plomo versus masa perdida en batería tipo 6LR1

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,000	1	,000	,039	,848 <sup>b</sup>
	Residuo	,000	8	,000		
	Total	,000	9			

a. Variable dependiente: Masa perdida Tipo 6LR1

b. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

### Batería Tipo 6LR1 (Incremento de Acidez del suelo)

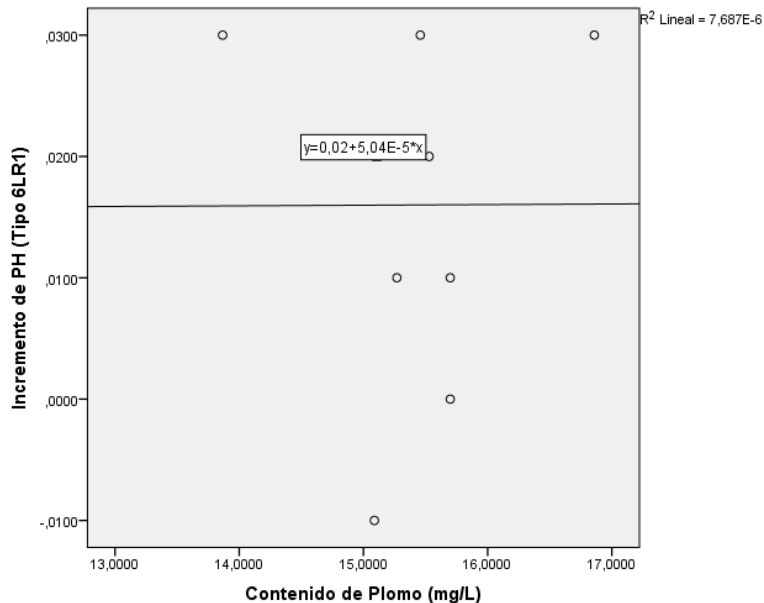


Figura 31: Contenido de plomo versus incremento de pH – Batería 6LR1

Tabla 52: Resumen de modelo de plomo versus incremento de pH en batería tipo 6RL1

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,003 <sup>a</sup>	,000	-,125	,0143178

a. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

Tabla 53: ANOVA de plomo versus incremento de pH en batería tipo 6RL1

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,000	1	,000	,000	,994 <sup>b</sup>
	Residuo	,002	8	,000		
	Total	,002	9			

a. Variable dependiente: Incremento de PH (Tipo 6LR1)

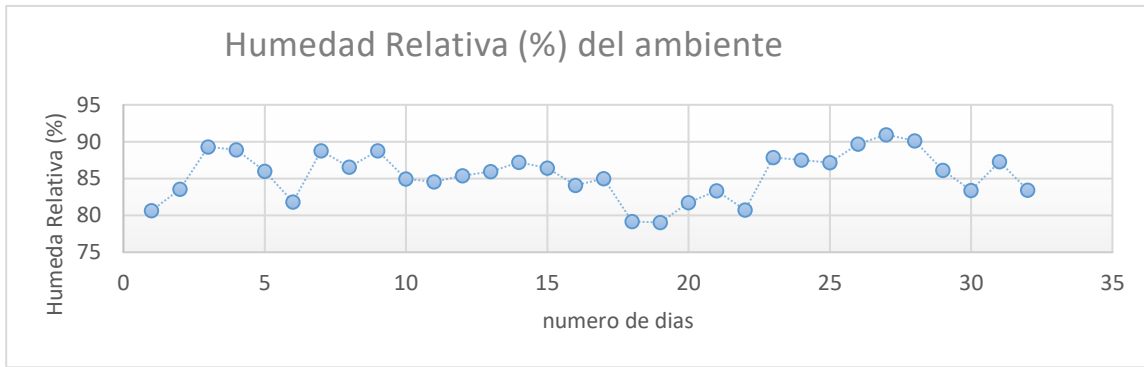
b. Predictores: (Constante), Contenido de Plomo (mg/L)

### 3.5.- Condiciones Ambientales

Tabla 54: Temperatura y Humedad Relativa (%) del ambiente

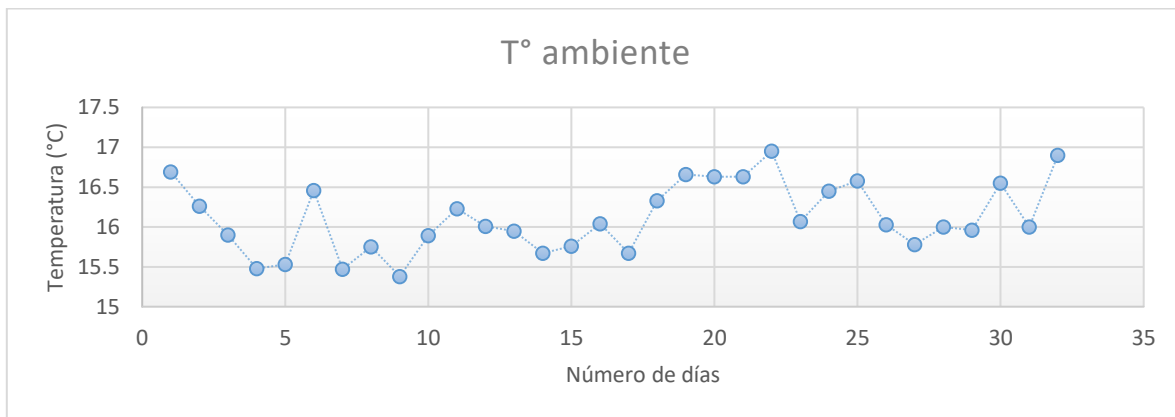
Fecha Agosto	T° Ambiente	Humedad Relativa %
15	16.69	80.65
16	16.26	83.58
17	15.9	89.29
18	15.48	88.88
19	15.53	86
20	16.46	81.83
21	15.47	88.75
22	15.75	86.54
23	15.38	88.79
24	15.89	84.95
25	16.23	84.54
26	16.01	85.38
27	15.95	85.96
28	15.67	87.21
29	15.76	86.42
30	16.04	84.09
31	15.67	85
1	16.33	79.17
2	16.66	79.04
3	16.63	81.75
4	16.63	83.33
5	16.95	80.75
6	16.07	87.86
7	16.45	87.5
8	16.58	87.17
9	16.03	89.67
10	15.78	90.96
11	16	90.13
12	15.96	86.1
13	16.55	83.38
14	16	87.29
15	16.9	83.42

Fuente: Elaboración propia



*Figura 32: Humedad relativa del ambiente*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 33: Temperatura del ambiente*

Fuente: Elaboración propia

La medida de las condiciones ambientales se realizó a diario, con la necesidad saber cuál es su influencia en el grado de oxidación de la batería. En la figura N° 32 - 33 de dispersión se observa la variación de la humedad relativa y la temperatura, influye en el proceso de oxidación de las baterías.

Se puede apreciar la diferencia de pérdida de masa captada durante el proceso de oxidación de las baterías tipo D, en esta contribuye la variación de temperatura y la influencia de la humedad relativa, la velocidad de corrosión se origina consecuentemente, así como la tendencia a generar una corriente límite más alta relacionada con la difusión de oxígeno y la evolución de hidrogeno, influye también en la cinética de las reacciones de reducción.

## **IV.- DISCUSIÓN**

En la presente investigación la pérdida de masa de las baterías tipo D y tipo 6LR1 oscila entre 1 a 5 gramos (tabla 23), aunque algunas veces estas regeneran masa dependiendo de las condiciones ambientales. En una investigación similar de RODRIGUEZ y GUERRERO (2017). En su investigación diseñó una tecnología para reducción del mercurio en las pilas secas; el resultado menciona que el mercurio, como bicloruro de mercurio, tiene la función de amalgamar las partículas o iones existentes en el interior de la pila tales como el hierro, cobre, sodio, haciendo que se neutralicen y no hagan contacto con la vasija del zinc. Por lo tanto, podemos decir que la pérdida de masa es una característica de las pilas la cual depende mucho de las condiciones ambientales a las que se sometan.

En la investigación se evaluó el pH (tabla 4-16) por el proceso de lixiviado que se genera por la corrosión de las baterías expuestas en el suelo, el pH inicial de suelo medianamente básico y al finalizar ligeramente ácido. En la investigación ARRIETA Y LUJAN (2007), En su publicación “Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso en la ciudad de Cochabamba” el 97% de Zn, MnO<sub>2</sub>, Li con 1.4%, Ni y Cd con 0.8%, con 220 toneladas por año, el 82% de las pilas son evacuadas al relleno sanitario, por ello realizó el análisis y evaluación de riesgo de lixiviado de los metales en el suelo y el agua afectando el pH es de 7,55 - 5,55 principalmente por el Cd y Pb.

En la investigación desarrollada se obtuvo el contenido de los elementos Cd (0,059 mg/l) Zn (2687,2 mg/l), Pb (17,265 mg/l) (tabla 4,10, 16) dentro de la batería tipo D, de lo cual el plomo es un elemento peligroso para el ambiente y la salud, de lo más pequeño que sea la cantidad ocasiona problemas, en la investigación desarrollado por LÁZARO, LAÍNEZ, PADRÓN, SOLÍS (et al) (2014). Con título “manejo integral de pilas y batería agotadas en la división académica de ciencias biológicas”, identificó la cantidad de baterías y pilas de cada año un total de 600 millones de pilas y baterías, 10 pilas hab/año, se reporta una generación de 17,556 pilas agotadas equivalente en peso a 749.54 kg aproximadamente, Las pilas que más se acopiaron fueron las de tamaño D con 63%; con el contenido de plomo (15,456 mg/l), zinc-carbono (1234,043 mg/l) con un 90%. Lo cual

genera un potencial de contaminación en los componentes agua, suelo. Lo cual nos permite comparar con la influencia que tuvo el plomo en el potencial de contaminación.

En la presente investigación se tomó las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) como fuente importante en la corrosión de las baterías tipo D y 6LR1 expuestas en el ambiente, por ello se observó la variación las condiciones ambientales ( $T^{\circ}= 15,9-16,69$ ) ( $HR= 79,04-90,96$ ) (tabla 46) influye en las corrosiones de las baterías y por efecto de la gravedad y la caída de lluvia se da el proceso de lixiviación, ocasionando daños en el suelo como el agua. En la investigación de ESTUPIÑAN, H, “et al” (2014). Menciona en su tesis “evaluación de la corrosión de una aleación Pb-Ca-Sc por medio de técnicas electroquímicas” donde los resultados afirman que la variación de la temperatura ( $12-19^{\circ}$ ) produce variaciones en la composición química, en conclusión, se aprecia que al incrementar la temperatura se halló una capa más porosa de  $PbSO_4$ , lo cual implica una mayor cinética de corrosión de las aleaciones Pb-Ca-Zn.

En la investigación realizada se afirma que en un determinado tiempo y la influencia de las condiciones ambiental como la humedad y el calor se genera la oxidación de los recipientes y la pérdida de masa de la batería tipo D - 5,9174 g/kg y la batería tipo 6LR1 - 0,005 g/kg (tabla 16-19 pérdida de masa). Por ello guarda similitud con la investigación de TUERO, E, (2016). Menciona en su artículo “influencia de la humedad relativa en la corrosión de pilas” la corrosión u oxidación de los metales y no metales se da por la presencia de oxígeno en la atmosfera, estas sufren una reacción química cuando estas se encuentran en el ambiente expuestas en el aire y agua en un determinado tiempo y la influencia de la temperatura y la humedad se inicia el proceso de pérdida de masa.

## **V.- CONCLUSIONES**



Se determinó el potencial de contaminación producido por las baterías tipo D y 6LR1 a través del cálculo de la masa perdida, así como la influencia que tiene esta masa perdida sobre el suelo por los tres metales estudiados, sin embargo, cabe resaltar que el Plomo es el principal contaminante como indica en la tabla 16 con 17,265 g/l, seguido por el Cadmio y por último el Zinc, aunque estas baterías tienen en mayor porcentaje este último metal.

Se determinó a través de la estadística la influencia del Cadmio en el potencial de contaminación a un grado medio ya que, si bien es cierto contamina el suelo por la pérdida de masa sin embargo esta pérdida de masa genera la variación del pH 7,45– 6,1 como indica en la tabla 4.

Se determinó a través de la estadística la influencia del Zinc en el potencial de contaminación en un grado bajo a pesar de que es el metal con mayor presencia de estas baterías sin embargo la pérdida de masa influye en la variación de pH medio básico a ligeramente ácido.

En resumen, podemos concluir que las baterías de tipo D representan un potencial de contaminación significativo para el ambiente como también para la salud debido a que contienen los metales más tóxicos como el plomo, a diferencia del tipo de batería 6LR1, como también por la mayor cantidad de consumo.

## **VI.- RECOMENDACIONES**

Ampliar el número de baterías para analizar en mejores cantidades la influencia de los metales en el potencial de contaminación, en otras palabras, incrementar la escala de la investigación para que los datos sean más certeros.

Incluir en futuras investigaciones otros tipos de baterías contaminantes y aquellas que promueven la sostenibilidad.

Incrementar los factores a evaluar para obtener resultados más confiables.

Incentivar para uso de las baterías recargables, para reducir el potencial de contaminación que se genera por uso de baterías D y 6LR1.

## **VII.- REFERENCIAS**

- ARRIETA Jorge, LUJAN Marcos. Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso de la ciudad Cochabamba. Tesis (Ingeniería ambiental). Colombia: Universidad católica Bolivia  
ISSN: 1683-0789  
Recuperado.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892007000200002](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892007000200002)
  
- AYALA C. Grisella. "situación actual sobre la segregación y manejo de pilas de uso comercial en el centro poblado Padre Cocha- rio Nanay".2014.
  
- Duarte, M; Braido de Rossi, B; Duchatsch H; Rodrigues de Morais M; Antoniassi, B. "AUTOMATION BENEFITS IN THE FORMATION PROCESS OF LEAD-ACID BATTERIES". (2018).
  
- ESTUPIÑAN, H, "et al", evaluación de corrosión de una aleación Pb-Ca-Sc por medio de técnicas electroquímicas, [en línea], Colombia, 2014 [Fecha de consulta: 30 de septiembre 2018]  
Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120100X2014000100008&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120100X2014000100008&script=sci_arttext&tlng=pt)
  
- PUGA, M "et al", contaminación por metales pesados en suelos provocados por la industria minera, Perú, 2014.
  
- Pilas y baterías tóxicas en casa, Marisa Jacott, la contaminación por pilas y baterías en México, 2004.  
  
ISSN: 1726-2216
  
- PEREZ, "et al", Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en Las Bambas, Perú 2010, [on line], Cuba, 2010.

- RODRIGUEZ, D, intoxicación ocupacional por metales pesados, [on line], Cuba, 2017.  
ISSN: 1029-3019
- RODRÍGUEZ K, GUERRERO J. “diseño de una tecnología para la reducción de mercurio en las pilas secas”. (2017).
- TORRES JHON E, “et al”, Velocidad de corrosión de una aleación base plomo en una solución de ácido sulfúrico a diferentes temperaturas, [en línea]. Rio de Janeiro, 2014. [Fecha de consulta: 30 de septiembre 2018].  
Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151770762014000200182&script=sci\\_arttext&tIng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151770762014000200182&script=sci_arttext&tIng=es)  
ISBN: 1517-7076
- TUERO, “et al”, Sistema para la medición de la humedad relativa usando un DSSP, [on line], Cuba, 2016.  
ISSN: 1815-5928
- Independent Evaluation Group. “INTEGRATED SOLID WASTE MANAGEMENT AND CARBON FINANCE PROJECT”.2018.
- LÁZARO, LAÍNEZ, PADRÓN, SOLÍS “manejo integral de pilas y batería agotadas en la división académica de ciencias biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco” (et al) (2013).
- L. FALCO, A. MARTÍNEZ, M. P. DI NANNO, H. THOMAS Y G. CURUTCHET. “Study of a pilot plant for the recovery of metals from spent alkaline and zinc-carbon batteries with biological sulphuric acid and polythionate production”. 2014.
- Linden. D, Reddy. T, Handbook of batteries, 2011.

- Materials science aspects of zinc–air batteries: a review. Vincenzo Caramia, Benedetto Bozzini. 2014.
- MACHECHA, “et al”, Contenido de metales pesados en suelos de la región del ariari, departamento de meta” [on line], Cuba, 2015.  
ISSN: 1815-2128
- Linden. D, Reddy. T, Handbook of batteries, 2011.
- Tesis “situación actual sobre la segregación y manejo de pilas de uso comercial en el centro poblado Padre cocha – Rio Nanay – 2014”  
<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6933/tfg-vil-ana.pdf>.sequence.
- QUERO, “et al”, Sistema para la medición de la humedad relativa usando un DSSP, [on line], ISSN 2223-4861, Cuba, 2017.  
ISSN: 0253-5777

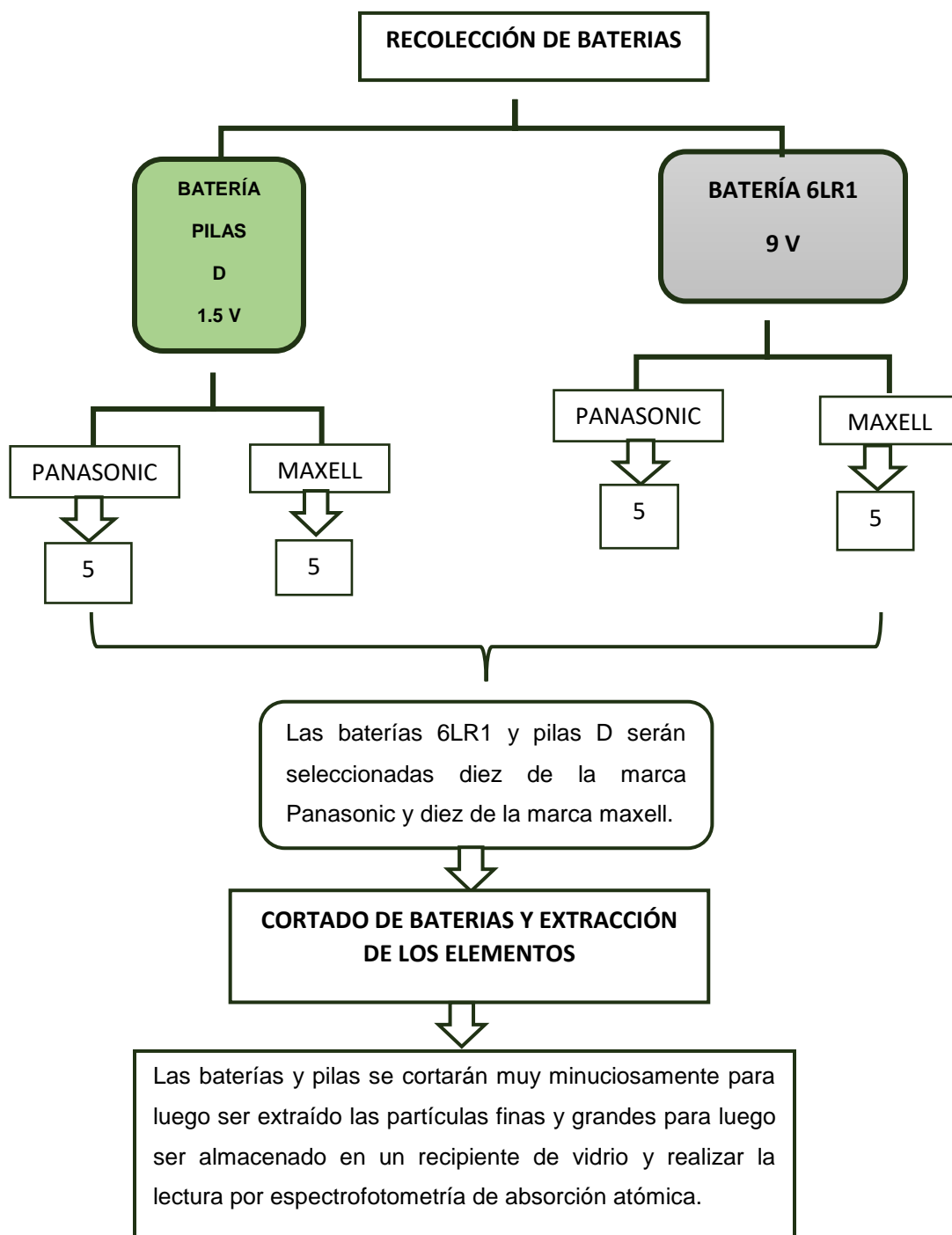
## ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de consistencia

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Baterías de Tipo D y 6RL1	JIMENEZ M, (2018). En los contenidos de los elementos metálicos como son Cd, Pb y Zn. se usan en las baterías para obtener una buena conductividad eléctrica dentro del sistema y el grado de toxicidad de cada elemento depende de las concentraciones liberados al ambiente, es por ello que las baterías son selladas y la cantidad de los metales en las baterías no son de dominio público.	El Pb, Zn y Cd en las baterías tipo-D y tipo-6LR se medirá a través del contenido interno de la batería en forma de material pulverizado, y cuantificado por el análisis ICP, una instrumentación especializada para determinar concentraciones extremadamente bajas de los metales.	Contenido de Cadmio	Contenido de Cadmio	Razón	Análisis espectral	Espectrómetro	mg/L	Contenido de Cadmio = (mg de Cd/Volumen total)
			Contenido de Zinc	Contenido de Zinc	Razón	Análisis espectral	Espectrómetro	mg/L	Contenido de Zinc = (mg de Zn/Volumen total)
			Contenido de plomo	Contenido de plomo	Razón	Análisis espectral	Espectrómetro	mg/L	Contenido de Plomo = (mg de Pb/Volumen total)
Potencial de contaminación	NAVARRETE, H (2014). El almacenamiento de los componentes eléctricos almacenados en los depósitos de seguridad resulta preocupante debido a que su liberación al medio ambiente puede causar problemas catastróficas, la cantidad de baterías almacenadas en estos depósitos no son publicados pero su peligrosidad requiere evaluar su impacto de contaminación dentro de lo almacenes de seguridad.	El potencial de contaminación ambiental se medirá por la cantidad de baterías importadas, por el pronóstico de contenido de metales en los depósitos de seguridad y por el grado de oxidación del recipiente	Acidez del suelo	pH del suelo	Nominal	Observación	pH-metro	pH	
			Grado de oxidación	Pérdida de masa	Razón	Pesaje	Balanza analítica	g	Pérdida de masa= Masa inicial - Masa final



## Anexo 02: Metodología



## Anexo 03: Informe de análisis de pH en el suelo

### INFORME DE ENSAYO N° 08 – 20062018

**Tesis** : “Potencial de contaminación por metales Cd, Zn, Pb producido por baterías tipo D y 6LR1 usadas y depositadas en almacén de seguridad, Lima 2018”

**Tesista** : Rufina Alvarado Arellano.

**Tipo de muestra** : Análisis de pH del suelo

**Descripción de la muestra** : análisis de pH del suelo por lixiviado de los metales debido a la corrosión de los metales

**Muestra tomada por** : Rufina Alvarado Arellano

**Fecha de ingreso de la muestra** : 31 de Octubre 2018

**Lugar que se realizó el ensayo** : Laboratorio de biotecnología – UCV Lima Este

**Fecha de realización de ensayos** : 07 y 08 de Noviembre 2018

Muestra proporcionada por la tesista

MATRIZ : ANALISIS DE PH DEL SUELO POR LIXIVIACION DE METALES		
MUESTRA	inicial - PH	PH-final
1 D	7.45	6.1
2 D	7.45	6.5
3 D	7.45	6.4
4 D	7.45	6.3
5 D	7.45	6.3
6 D	7.45	6.2
7 D	7.45	6.3
8 D	7.45	6.43
9 D	7.45	6.1
10 D	7.45	6.4

MATRIZ : ANALISIS DE PH DEL SUELO POR LIXIVIACION DE METALES		
MUESTRA	pH inicial	pH final
1-6LR1	7.82	7.8
2-6LR1	7.82	7.81
3-6LR1	7.82	7.82
4-6LR1	7.82	7.83
5-6LR1	7.82	7.79
6-6LR1	7.82	7.79
7-6LR1	7.82	7.8
8-6LR1	7.82	7.81
9-6LR1	7.82	7.79
10-6LR1	7.82	7.8



*[Firma]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



*[Firma]*  
Ing. Rosario Vicuña Huaman  
Coordinador de Laboratorios



*[Firma]*  
V. B. O. Eduardo Espinoza Farfán

## Anexo 04: Informe de análisis EAA

### INFORME DE ENSAYO N° 07 – 20062018-EAA

**Tesis** : “Potencial de contaminación por metales Cd, Zn, Pb producido por baterías tipo D y 6LR1 usadas y depositadas en almacén de seguridad, Lima 2018”

**Tesista** : Rufina Alvarado Arellano.

**Tipo de muestra** : (Digesta de baterías tipo D y 6LR1)

**Descripción de la muestra** : Determinar la concentración de Cd, Zn, Pb

**Muestra tomada por** : Rufina Alvarado Arellano

**Fecha de ingreso de la muestra** : 31 de Octubre 2018

**Lugar que se realizó el ensayo** : Laboratorio de biotecnología – UCV Lima Este

**Fecha de realización de ensayos** : 07 y 08 de Noviembre 2018

Muestra proporcionada por la tesista

MATRIZ: AGUA DE DIGESTA BATERIA TIPO D		ANALISIS
código de Laboratorio	Identificación de la Muestra	Cadmio total (mg/L)
Plomo 1	1 D	0.027
plomo 2	2 D	0.075
plomo 3	3 D	0.041
Plomo 4	4 D	0.041
Plomo 5	5 D	0.041
Plomo 6	6 D	0.052
Plomo 7	7 D	0.065
Plomo 8	8 D	0.048
Plomo 9	9 D	0.036
Plomo 10	10 D	0.059

MATRIZ: AGUA DE DIGESTA BATERIA TIPO D		ANALISIS
código de Laboratorio	Identificación de la Muestra	Zinc total (mg/L)
Plomo 1	1 D	1444.44
plomo 2	2 D	456.64
plomo 3	3 D	456.64
Plomo 4	4 D	692.259
Plomo 5	5 D	3288.04
Plomo 6	6 D	2956.26
Plomo 7	7 D	2784.36
Plomo 8	8 D	3125.26
Plomo 9	9 D	2594.36
Plomo 10	10 D	2687.29

MATRIZ: AGUA DE DIGESTA BATERIA TIPO D		ANALISIS
código de Laboratorio	Identificación de la Muestra	Plomo total (mg/L)
Plomo 1	1 D	13.255
plomo 2	2 D	15.699
plomo 3	3 D	12.643
Plomo 4	4 D	16.922
Plomo 5	5 D	13.866
Plomo 6	6 D	14.269
Plomo 7	7 D	17.265
Plomo 8	8 D	14.695
Plomo 9	9 D	15.268
Plomo 10	10 D	15.126

Método de referencia: SMEWW-AWWA-WEF 3030 E, 3111 B Direct.air-acetylene flame

Límite de cuantificación	150 mg/l
Límite de Detección	0.35 mg/l



Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



Ing. Rosario Vicuña Huamán  
Coordinador de Laboratorios



V. B. Dr. Eduardo Espinoza Farfán

## INFORME DE ENSAYO N° 07 – 20062018-EAA

**Tesis** : “Potencial de contaminación por metales Cd, Zn, Pb producido por baterías tipo D y 6LR1 usadas y depositadas en almacén de seguridad, Lima 2018”

**Tesista** : Rufina Alvarado Arellano.

**Tipo de muestra** : (Digesta de baterías tipo D y 6LR1)

**Descripción de la muestra** : Determinar la concentración de Cd, Zn, Pb

**Muestra tomada por** : Rufina Alvarado Arellano

**Fecha de ingreso de la muestra** : 31 de Octubre 2018

**Lugar que se realizó el ensayo** : Laboratorio de biotecnología – UCV Lima Este

**Fecha de realización de ensayos** : 07 y 08 de Noviembre 2018

Muestra proporcionada por la tesista

MATRIZ: AGUA DE DIGESTA BATERIA TIPO 6LR1		ANALISIS
código de Laboratorio	Identificación de la Muestra	Cadmio total (mg/L)
Plomo 1	1- 6LR1	0.116
plomo 2	2- 6LR1	0.061
plomo 3	3- 6LR1	0.034
Plomo 4	4- 6LR1	0.047
Plomo 5	5- 6LR1	0.047
Plomo 6	6- 6LR1	0.085
Plomo 7	7- 6LR1	0.048
Plomo 8	8- 6LR1	0.072
Plomo 9	9- 6LR1	0.065
Plomo 10	10- 6LR1	0.079

MATRIZ: AGUA DE DIGESTA BATERIA TIPO 6LR1		ANALISIS
código de Laboratorio	Identificación de la Muestra	Zinc total (mg/L)
Plomo 1	1- 6LR1	29.934
plomo 2	2- 6LR1	163.639
plomo 3	3- 6LR1	2737.49
Plomo 4	4- 6LR1	3052.09
Plomo 5	5- 6LR1	124.314
Plomo 6	6- 6LR1	35.269
Plomo 7	7- 6LR1	178.26
Plomo 8	8- 6LR1	2689.36
Plomo 9	9- 6LR1	2956.89
Plomo 10	10- 6LR1	125.95

MATRIZ: AGUA DE DIGESTA BATERIA TIPO 6LR1		ANALISIS
código de Laboratorio	Identificación de la Muestra	Plomo total (mg/L)
Plomo 1	1- 6LR1	15.088
plomo 2	2- 6LR1	15.699
plomo 3	3- 6LR1	15.699
Plomo 4	4- 6LR1	15.088
Plomo 5	5- 6LR1	13.866
Plomo 6	6- 6LR1	16.859
Plomo 7	7- 6LR1	15.529
Plomo 8	8- 6LR1	15.269
Plomo 9	9- 6LR1	15.458
Plomo 10	10- 6LR1	15.125

Método de referencia: SMEWW-AWWA-WEF 3030 E, 3111 B Direct.air-acetylene flame

Límite de cuantificación	150 mg/l
Límite de Detección	0.35 mg/l



*[Firma]*  
Daniel Neciosup Gonzales  
Asistente Del Laboratorio  
De Biotecnología



*[Firma]*  
Ing. Rosario Vicuña Huamán  
Coordinador de Laboratorios

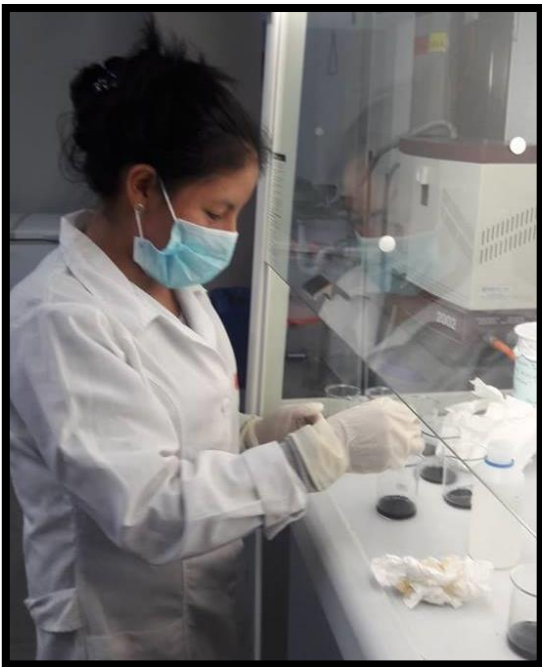


*[Firma]*  
V. B. Sr. Eduardo Espinoza Farfán

### **Anexo 05: Corrosión de las baterías**



### **Anexo 06: Proceso de digesta de las baterías**





## Anexo 07: Ficha de registro de datos

FICHA N° 01 CONTENIDO DE METALES PESADOS EN LAS BATERIAS

 CONTENIDO DE METALES PESADOS EN LA BATERIA TIPO D				
EVALUADOR:		FECHA:		OBSERVACIONES
LUGAR:		UTM:		
N° MUESTRA	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

FICHA N° 02 POTENCIAL DE CONTAMINACION

 GRADO DE OXIDACION DEL RECIPIENTE EN EL SUELO BATERIA TIPO "D"				
EVALUADOR:		FECHA:		OBSERVACIONES
LUGAR:		UTM:		
N° MUESTRA	Pérdida de masa del recipiente g/mg	CONDICIONES CLIMATICAS		
		Humedad	temperatura	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

  
 ELMER GONZALES BENTES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71988


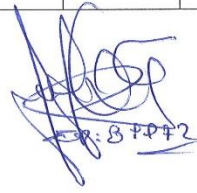
  
 27/08/12

FICHA N° 01 CONTENIDO DE METALES PESADOS EN LAS BATERIAS

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		CONTENIDO DE METALES PESADOS EN LA BATERIA TIPO "6LR1"		
EVALUADOR:		FECHA:		
LUGAR:		UTM:		
N° MUESTRA	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

FICHA N° 02 POTENCIAL DE CONTAMINACION

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		GRADO DE OXIDACION DEL RECIPIENTE EN EL SUELO BATERIA TIPO "6LR1"			
EVALUADOR:		FECHA:			
LUGAR:		UTM:			
N° MUESTRA	Pérdida de masa del recipiente g/mg	CONDICIONES CLIMATICAS		pH del suelo	OBSERVACIONES
		Humedad	temperatura		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



  
**ELMER GONZÁLES BENITES ALPARCO**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 71998  
 C.R.: 87472