

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Determinación de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de
Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones
del Distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de
Pasco-2018**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Diana Victoria RAMOS PEÑA

Asesor: Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN

Cerro de Pasco -Perú-2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Determinación de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de
Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones
del Distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de
Pasco-2018**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Rosario Marcela Vásquez García
PRESIDENTE

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR
MIEMBRO

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi madre que estuvo siempre a mi lado brindándome su mano amiga dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. La amo con mi vida.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión,
por brindarme la oportunidad de desarrollar
capacidades, competencias y optar el Título de
Ingeniero Ambiental.

RESUMEN

En cumplimiento a la normativa y específicamente con el Reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Ingeniería de nuestra “Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión”, me permito presentar la Tesis Intitulada **“Determinación de pb, zn, cu, as, cd, cr y hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del Distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018”** con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Por lo que la investigación tiene como objetivo principal determinar la presencia de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018.

Teniendo como hipótesis “En el análisis de muestra se presenta diversas concentraciones de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco”.

El tipo de investigación es observacional y longitudinal; Observacional porque pudimos ver en campo la identificación de que poblaciones de los distritos de Yanacancha y Simón Bolívar están siendo afectados por el botadero Rumiallana y transversal porque se realizó el monitoreo y

análisis de la concentración de metales pesados presentes en el botadero Rumiallana.

Cumplida nuestra se detectó concentraciones diversas de metales como de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg, pero estas se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental.

Palabras claves: Botadero de Rumiallana, Fuente de Contaminantes, Dirección del Viento.

ABSTRACT

In compliance with the regulations and specifically with the Regulation of Degrees and Titles of the Faculty of Engineering of our "National University Daniel Alcides Carrión", I allow myself to present the thesis entitled "**Determination of pb, zn, cu, as, cd, cr and hg in the bottero of Rumiallana as a source of contaminants to the populations of the District of Simón Bolívar and Yanacancha - Province of Pasco-2018**" with the purpose of opting for the Professional Title of Environmental Engineer.

Therefore, the main objective of the research is to determine the presence of Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr and Hg in the Rumiallana dump as a source of pollutants to the populations of Simón Bolívar and Yanacancha-Provincia de Pasco-2018.

Taking as hypothesis "In the sample analysis, different concentrations of Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr and Hg are present in the Rumiallana dump as a source of pollutants to the populations of the district of Simón Bolívar and Yanacancha-Provincia de Pasco ".

The type of research is observational and longitudinal; Observational already we could see in the field the identification of which populations of the districts of Yanacancha and Simón Bolívar are being affected by the

Rumiallana and transversal dump since the monitoring and analysis of the concentration of heavy metals present in the Rumiallana dump was made.

Our met was detected diverse concentrations of metals such as Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr and Hg, but these are below the environmental quality standards.

Keywords: Rumiallana dump, Pollutant Source, Wind Direction.

INTRODUCCIÓN

El botadero Rumiallana y las poblaciones de Mariátegui, Paragsha y 27 de noviembre, están localizado al lado norte este de la ciudad de Cerro de Pasco, ubicado a 1 Km de la localidad de Cerro de Pasco. en la meseta de Los Andes, en las coordenadas Norte: 8819782; Este: 361948 WGS 84, a una altitud promedio de 4380 msnm. En la Imagen N° 01 se visualiza la zona de ubicación en nuestro país.

La importancia de la investigación radica, teniendo la información de la presencia de metales y las poblaciones susceptibles a ser impactadas alertaremos de las medidas de prevención y mitigación que la empresa generadora de este impacto podría implementar, asimismo poner en conocimiento a las instituciones que velar por la calidad de vida de los pobladores servirá como información base para la toma de decisiones en su prevención y mitigación de estos impactos ambientales generados por la acumulación de desmonte en este botadero.

La investigación tiene como referencia del antecedente relacionada a lo realizado por Nely Elma Torres Quispe (2018), Evaluación de la Concentración de Metales Pesados Como As, Cu, Cd, Hg Y Pb En el Botadero de Cancharani de la Ciudad de Puno. Callao, Perú. donde menciona. En la ciudad de Puno actualmente la contaminación por la actividad humana es uno de los problemas fundamentales en el marco ambiental. En los últimos años la cantidad de residuos sólidos ha

incrementado por la actividad de consumo y acumulación de la población tanto material orgánico e inorgánico las cuales no reciben un tratamiento previo a la disposición final al botadero que está ubicado en Cancharani. El presente trabajo se realizó con el propósito de determinar la concentración de los metales pesados como el As, Cd, Cu, Pb y el Hg en los suelos próximos al botadero de Cancharani. Los resultados obtenidos fueron que las concentraciones de los metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd) y cobre (Cu) en los suelos del botadero de Cancharani sobrepasan los límites máximos permisibles a excepción del arsénico (As) y mercurio (Hg) que se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para un suelo agrícola.

La Autora.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
RECONOCIMIENTO	IV
ABSTRACT.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	IX
ÍNDICE	11
ÍNDICE DE CUADROS	15
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	16
ÍNDICE DE IMÁGENES	18
ÍNDICE DE FIGURAS	19
ÍNDICE DE MAPAS	20
CAPÍTULO I	21
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.1 Identificación y determinación del problema	21
1.2 Delimitación de la investigación	22
1.3 Formulación del problema de investigación.....	22
1.3.1 Problema Principal:	22
1.3.2 Problemas Específicos:.....	23
1.4 Formulación de Objetivos.....	23
1.4.1 Objetivo General:.....	23
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	23
1.5 Justificación de la investigación.....	24
1.5.1 Justificación teórica	24
1.5.2 Justificación Metodológica.....	24
1.5.3 Justificación Ambiental	25
1.5.4 Justificación Social.....	25
1.6 Limitaciones de la investigación.....	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO.....	26

2.1	Antecedentes de estudio.....	26
2.1.1	NELY ELMA TORRES QUISPE (2018) de Evaluación de la Concentración de Metales Pesados Como As, Cu, Cd, Hg Y Pb En el Botadero de Cancharani de la Ciudad de Puno. Callao, Perú.....	26
2.1.2	LUISA MARÍA MENDOZA MAGAÑA (2017). Colecta de microalgas - Determinación de Metales Pesados Cadmio, Níquel, Plomo Y Zinc En La Zona de Influencia del Relleno Sanitario de Sonsonate, el Salvador.....	28
2.1.3	Analí MACHADO, Neyma GARCÍA (2008). CONTAMINACIÓN POR METALES (Pb, Zn, Ni y Cr) EN AIRE, SEDIMENTOS VIALES Y SUELO EN UNA ZONA DE ALTO TRÁFICO VEHICULAR	31
2.2	Bases teóricas - científicas.....	33
2.2.1	Material Estéril de Mina	33
2.2.2	Medidas Generales de Seguridad de un Botadero.....	33
2.2.3	Contaminación del Suelo	35
2.2.4	Agua Contaminada	35
2.2.5	Sitio Contaminado.....	36
2.2.6	Metal Pesado	37
2.2.7	Origen de la Contaminación del Suelo por Metales Pesados	38
2.2.8	Movilización de los Metales Pesados en Forma Natural por el Viento y Agua	39
2.2.9	Efecto de los Metales Pesados Como Cadmio, Mercurio, Plomo, Arsénico y Cobre	41
2.2.10	Estándares de Calidad Para Suelos (ECAS)	41
2.2.11	Estándares de Calidad Para Agua	43
2.2.12	DESMONTERA RUMIALLANA.....	43
2.2.12.1	Resultados de Ensayos Estáticos	44
2.2.12.2	Resultados de Ensayos Cinéticos	45
2.2.12.3	Resumen de la Investigación para el Botadero Rumiallana ...	47
2.3	Definición de términos básicos.....	48
2.4	Formulación de Hipótesis	49
2.4.1	Hipótesis General.....	49
2.4.2	Hipótesis Específicas.....	49

2.5	Identificación de las Variables.....	49
2.4.1	Variable independiente	50
2.4.2	Variable dependiente.....	50
2.4.3	Variable interviniente	50
2.6	Definición Operacional de variables e indicadores.	50
CAPÍTULO III		51
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		51
4.1	Tipo de investigación.....	51
4.2	Métodos de investigación	51
4.3	Diseño de investigación	52
4.4	Población y muestra.....	52
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
4.5.1	Técnicas:	53
4.5.2	Instrumentos	54
4.6	Técnica de procesamiento y análisis de datos	54
4.7	Tratamiento Estadístico.....	54
4.8	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	62
4.9	Orientación ética	62
CAPÍTULO IV		63
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		63
4.1	Descripción del trabajo de campo.....	63
4.1.1	Ubicación de la zona de investigación	63
4.1.2	Determinación de los puntos de monitoreo de desmonte y agua de lluvia al contorno del botadero de rumiallana.....	65
4.1.3	Descripción del trabajo de investigación en la desmontera Rumiallana y zonas aledañas.....	68
4.1.3.1	Preparación de materiales de Campo.....	68
4.1.3.2	Muestreo de Suelo y Agua.....	68
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	73
4.2.1	Análisis	73
4.2.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	76
4.3	Prueba de Hipótesis	80

4.4	Discusión de resultados.....	80
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES	84
	BIBLIOGRAFÍA.....	85
	ANEXO	
	ANEXO N° 01 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIONN DE DATOS	
	ANEXO N° 02 IMAGENES DE LA INVESTIGACIÓN	
	ANEXO N° 03 RESULTADOS DE LABORATORIO	
	ANEXO N° 04 RESULTADOS DE DIRECCIÓN DE VIENTO SENAMHI	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Puntos de Ubicación – Muestreo de Suelo y Agua.....	66
Cuadro N° 2. Resultados de Metales Presente en el Desmonte de Rumiallana	77
Cuadro N° 3. Resultados de Metales Presente en el Agua de Lluvia de la Poblaciones	79

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01: Resultado de Arsénico Presente en la Desmontera	
Rumiallana	55
Gráfico N° 02: Resultado de Cadmio Presente en la Desmontera	
Rumiallana.....	55
Gráfico N° 03: Resultado de Cromo Presente en la Desmontera	
Rumiallana.....	56
Gráfico N° 04: Resultado de Cobre Presente en la Desmontera	
Rumiallana.....	56
Gráfico N° 05: Resultado de Mercurio Presente en la Desmontera	
Rumiallana.....	57
Gráfico N° 06: Resultado de Plomo Presente en la Desmontera	
Rumiallana	57
Gráfico N° 07: Resultado de Zinc Presente en la Desmontera	
Rumiallana	58
Gráfico N° 08: Resultado de Arsénico Presente en el Agua de Lluvia	
de las Poblaciones.....	58
Gráfico N° 09: Resultado de Cadmio Presente en el Agua de Lluvia	
de las Poblaciones	59
Gráfico N° 10: Resultado de Cromo Presente en el Agua de Lluvia	
de las Poblaciones	59
Gráfico N° 11: Resultado de Cobre Presente en el Agua de Lluvia	
de las Poblaciones	60
Gráfico N° 12: Resultado de Mercurio Presente en el Agua de	

Lluvia de las Poblaciones.....	60
Gráfico N° 13: Resultado de Plomo Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones	61
Gráfico N° 14: Resultado de Zinc en el Agua de Lluvia de las Poblaciones	61

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Ubicación del Botadero Rumiallana y Alrededores....	64
Imagen N° 02: Ubicación Geográfico del Botadero Rumiallana y Alrededores.....	65
Imagen N° 03: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-01.....	70
Imagen N° 04: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-02.....	70
Imagen N° 05: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-03.....	71
Imagen N° 06: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-04.....	71
Imagen N° 07: Muestreo de Agua- Vivienda Mariategui-05.....	72
Imagen N° 08: Muestreo de Agua- Vivienda 27 de Noviembre-06.....	72
Imagen N° 09: Pulverizado de Muestras.....	74
Imagen N° 10: Secado de Muestras.....	74
Imagen N° 11: Pesado de Muestras.....	75
Imagen N° 12: Dilución de Muestras en Agua.....	75
Imagen N° 13: Análisis de Muestras en el Espectrofotómetro.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo....	42
Figura N° 2. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua	
Categoría 1.....	43

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa N° 01: Ubicación de los Punto de Monitoreo de Suelo y Agua en el Botadero Rumiallana y Poblaciones Aledañas.....	67
--	-----------

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

El desmonte acumulado es producto del material estéril provenientes del Tajo Raúl Rojas de propiedad ce Cerro SAC. Lo cual ha venido acumulando durante las tres últimas décadas, asimismo, las poblaciones de Cerro de Pasco vienen acumulando sus residuos sólidos en el lado norte de este botadero.

Según el Centro de Cultura Labor en la Revista informativa N° 04, página N° 13 menciona “En la zona de Rumiallana, es el lugar donde se observa alteraciones por movimiento de suelos, con áreas de

apilamiento de desmonte con contenido de material de bajo o nulo contenido metálico. Las pilas tienen una altura mayor a 18 m de altura, con ángulos de reposo 2H:1V, estos están protegidos con canales de coronación

Afectando a la calidad de vida de las poblaciones circundantes de esta zona de Pasco, principalmente a las poblaciones de Mariátegui, Paragsha y 27 de noviembre.

1.2 Delimitación de la investigación

El Botadero Rumiallana cubre un área de aproximadamente 41 ha, y se estima que posee un excedente de aproximadamente 133,000m³. sus aguas provenientes de lixiviación, descarga desde el pie del botadero y es capturado por los drenes de derivación, estas infiltraciones reportan a dos cuencas: río Tingo al norte y río San Juan al sur.

1.3 Formulación del problema de investigación

1.3.1 Problema Principal:

¿Cuál es la presencia de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018?

1.3.2 Problemas Específicos:

1. ¿Qué concentraciones de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018?
2. ¿Qué poblaciones están siendo más afectadas por la presencia del Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes?
3. ¿Cuál es dirección del viento con referencia al botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha?

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivo General:

Determinar la presencia de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018.

1.4.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar las concentraciones de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a

las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018.

2. Determinar las poblaciones más afectadas por la presencia del Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes.
3. Determinar la dirección del viento con referencia al botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha.

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Justificación teórica

Por medio de la presente investigación buscamos generar conocimiento de la presencia de metales pesados presente en el botadero Rumiallana y esto a la vez a que poblaciones alrededor están siendo afectando por influencia del viento.

1.5.2 Justificación Metodológica

La metodología usada para determinar la presencia de metales pesados presente en el botadero Rumiallana se realizó la toma de muestra y analizarlas en laboratorio a fin de evaluar los parámetros químicos y posterior interpretar los resultados.

1.5.3 Justificación Ambiental

La presente investigación ayudara a prevenir a las poblaciones al contorno del botadero de Rumiallana, principalmente en el uso de agua de lluvia y exigir a la empresa minera Cerro SAC a realizar medidas de mitigación del botadero Rumiallana al contorno de estas poblaciones.

1.5.4 Justificación Social

La presente investigación ayudara a identificar qué tipos de impactos se está generando y producto a ello ayudara a tomar decisiones en su prevención.

1.6 Limitaciones de la investigación

En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- Acceso a la parte céntrica del botadero Rumiallana
- Deficiente información mineralógica del desmonte del botadero Rumiallana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

2.1.1 NELY ELMA TORRES QUISPE (2018) de Evaluación de la Concentración de Metales Pesados Como As, Cu, Cd, Hg Y Pb En el Botadero de Cancharani de la Ciudad de Puno. Callao, Perú.

En la ciudad de Puno actualmente la contaminación por la actividad humana es uno de los problemas fundamentales en el marco ambiental. En los últimos años la cantidad de residuos sólidos ha incrementado por la actividad de consumo y acumulación de la

población tanto material orgánico e inorgánico las cuales no reciben un tratamiento previo a la disposición final al botadero que está ubicado en Cancharani. El presente trabajo se realizó con el propósito de determinar la concentración de los metales pesados como el As, Cd, Cu, Pb y el Hg en los suelos próximos al botadero de Cancharani. Y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo. Los objetivos específicos fueron: a) Determinar el grado de contaminación por las concentraciones de los metales pesados (cadmio, cobre, plomo, mercurio y arsénico) en los suelos del botadero de Cancharani. b) Graficar la distribución de concentración de los metales pesados. Para ello se realizó un muestreo de suelo en 9 puntos estratégicos a una profundidad de 40 cm, a diferentes distancias en los márgenes del botadero analizándose la concentración de los metales en cada punto por el método de espectrometría de absorción atómica y horno de grafito y para la distribución se utilizó el modelo Kriging. Los resultados obtenidos fueron que las concentraciones de los metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd) y cobre (Cu) en los suelos del botadero de Cancharani sobrepasan los límites máximos permisibles a excepción del arsénico (As) y mercurio (Hg) que se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para un suelo agrícola. En cuanto al gráfico de la distribución de los metales

pesados Se concluye también que los metales pesados cadmio, plomo, mercurio, cobre a medida que se alejan del centroide del botadero disminuyen los niveles de la concentración, a excepción del metal arsénico que aumenta su nivel de concentración a medida que se aleja del botadero. En el estudio realizado se comprueba que el botadero de Cancharani está contaminando el suelo del lugar.

2.1.2 LUISA MARÍA MENDOZA MAGAÑA (2017). Colecta de microalgas - Determinación de Metales Pesados Cadmio, Níquel, Plomo Y Zinc En La Zona de Influencia del Relleno Sanitario de Sonsonate, el Salvador.

La presente investigación consistió en la determinación de los niveles de concentración de metales pesados Cadmio, Níquel, Plomo y Zinc en matrices de agua superficial, sedimento, agua subterránea, biomasa y suelo, en la zona de influencia del Relleno Sanitario de la Región Metropolitana de Sonsonate, ubicado en el Cantón Salinas de Ayacachapa, municipio de Sonsonate, realizada para los meses de abril y mayo del año 2016. Las concentraciones de metales pesados se midieron con las técnicas Fluorescencia de

Rayos X por Reflexión Total (TXRF) y Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito.

La zona de influencia se delimitó a los 1500 m alrededor del relleno sanitario, la cual podría ser vulnerable a la contaminación por sustancias químicas (metales pesados), provenientes del mismo o de otras actividades antropogénicas observables en la zona, actividades agrícolas principalmente.

La técnica de Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total permitió la identificación de los metales Cadmio, Níquel, Plomo y Zinc, en el caso del Cadmio los valores leídos por el equipo de TXRF fueron bajo el límite de detección del equipo (BLD) que es de 570 picogramos y para el metal plomo no se reportaron valores de concentración ya que no se realizó la curva de calibración específica para líneas $L\beta$.

Por la técnica Espectroscopia de Absorción Atómica con horno de grafito se cuantificaron concentraciones de metales Níquel y Plomo, obteniéndose para muestras de agua y biomasa valores bajo el límite de detección del método que se aproximó a 0.000 ppm de Ni y 0.000 ppm de Pb. La cuantificación para los metales

Níquel y Cadmio no fue posible debido a daños en las lámparas de tales elementos.

En su totalidad las muestras de las matrices agua superficial, sedimento, agua subterránea, biomasa y suelo, no sobrepasaron los límites permitidos por las diferentes normas de referencia para los metales pesados, por lo tanto, puede concluirse que, hasta la fecha, no hay contaminación de metales Ni, Pb y Zn en la zona por la influencia del relleno sanitario, a excepción de la muestra BIAYOT02 con 15.31 ppm Pb que sobrepasó el rango permitido por El Codex Alimenticio (0.1 a 1 ppm).

Además, para algunas de las muestras de biomasa se calculó un coeficiente de absorción aparente de metales, que relaciona la concentración de los metales presentes en la biomasa con la concentración del suelo, para los cuales se concluyó que pueden existir otros factores externos relacionados con la absorción de metales como lo podrían ser el uso de pesticidas, fertilizantes, el tipo de agua de riego, entre otros.

Para la interpretación de las concentraciones de Níquel, Plomo y Zinc en las matrices de agua superficial, agua subterránea,

sedimento, suelo y biomasa en función de la distribución geográfica de los metales, se generaron a través del programa ArcGIS, las curvas de isocontorno para representar los probables escenarios de distribución de los niveles de concentración encontrados.

2.1.3 Analí MACHADO, Neyma GARCÍA (2008). CONTAMINACIÓN POR METALES (Pb, Zn, Ni y Cr) EN AIRE, SEDIMENTOS VIALES Y SUELO EN UNA ZONA DE ALTO TRÁFICO VEHICULAR

Debido a la importancia del efecto sobre la salud de las partículas inhalables PM10 y los metales asociados a ellas, se evaluaron los niveles de cuatro metales traza (Pb, Ni, Zn y Cr) generados por fuentes móviles de dichas partículas, en sedimentos viales y suelo en una zona de alta densidad vehicular. Las muestras fueron colectadas en los sitios considerados como de emisión y dispersión durante las épocas de sequía y de lluvia, empleando un muestreador de bajo volumen con filtros de fibra de cuarzo –para las muestras de PM10– con una frecuencia de una muestra cada tres días para un total de 26; para los sedimentos viales y suelo fueron colectadas tres muestras con una frecuencia de 15 días para un período de medición de mes y medio en época seca. Todas las muestras fueron sometidas a un

proceso de digestión y analizadas por espectrometría de absorción atómica. Las concentraciones de las PM10 resultaron 2 veces más altas en la zona de emisión que en la zona de dispersión durante ambas épocas climatológicas, presentando una mejor correlación entre las zonas para época de sequía. Todos los metales analizados presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las zonas de muestreo. Por otra parte, para el período global existen diferencias significativas entre las zonas y las épocas climatológicas tanto para PM10 como para la totalidad de los metales. El Pb no excedió el estándar de calidad del aire establecido para Venezuela, pero su concentración promedio en la zona de emisión fue de 1.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, muy cercano al límite diario permitido en Venezuela y por la EPA; por su parte, tanto Pb como Ni sobrepasaron el límite permisible de la OMS en ambas zonas durante todo el período de muestreo. Para las muestras de sedimento y de suelo se encontraron concentraciones significativamente elevadas de Pb, Zn, Ni y Cr en comparación con la muestra testigo. Los niveles hallados de Pb y Zn están por encima de los límites permitidos por el decreto 2635 de la normativa venezolana y la EPA, clasificándose la zona como suelo con alta contaminación por metales pesados. Adicionalmente, el análisis estadístico demostró la adecuada selección de la zona de monitoreo, confirmando que la

principal fuente de emisión de los contaminantes es el parque automotor.

2.2 Bases teóricas - científicas

2.2.1 Material Estéril de Mina

La disposición de estéril se realiza normalmente por descarga desde el camión o cargador hacia un desnivel topográfico (quebrada) ubicado en las proximidades de la bocamina (minería subterránea) o rajo (minería a rajo abierto). La obra que se forma en este proceso se denomina botadero de estéril.

Este botadero debe formarse de manera planificada y ordenada, de modo que el llenado del desnivel topográfico resulte en una obra estable. Bajo ningún motivo el botadero de estéril puede construirse en un área de escurrimiento natural de aguas, a menos que se realicen obras de encauzamiento de éstas.

2.2.2 Medidas Generales de Seguridad de un Botadero

- El borde del botadero de estéril debe tener implementado un cordón de seguridad del mismo material, con una altura mínima del 50% del tamaño del neumático del equipo o vehículo que realizará las descargas.

- El piso cercano al borde del botadero debe inspeccionarse frecuentemente, con el objetivo de verificar que el sector donde se está trabajando no esté agrietado. Si así fuera, debe informarse al responsable de la faena para la realización de trabajos de compactación y cambiar el punto de descarga.

- El piso del botadero debe mantenerse lo más parejo y compacto posible, evitando desniveles pronunciados que puedan generar el volcamiento del camión o cargador mientras maniobra y/o descarga el material estéril.

- Al llegar al sector del botadero, el conductor debe hacerlo a una velocidad prudente y teniendo como guía el cordón de seguridad, el que nunca debe usarse como freno.

- La operación de descarga (levantando y girando el balde del cargador, o levantando la tolva del camión), debe hacerse de manera lenta hasta la descarga total del material estéril. Posteriormente, se debe bajar la tolva del camión o el balde del cargador, antes de trasladarse nuevamente al lugar de carguío u otro lugar de destino.

2.2.3 Contaminación del Suelo

La contaminación del suelo consiste en la introducción de elementos extraños al sistema suelo o la existencia de un nivel inusual de uno propio que, por sí mismo o por su efecto sobre los restantes componentes, genera un efecto nocivo para los organismos del suelo, sus consumidores, o es susceptible de transmitirse a otros sistemas (Antonia María, 2005).

Actualmente, y en el ámbito nacional: “Aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa.

2.2.4 Agua Contaminada

El agua es una sustancia indispensable para la vida y por lo que se considera como el recurso natural más apreciado en el planeta y constituye una necesidad primordial para la salud por ello debe considerarse uno de los derechos humanos básicos (Acuario et al., 1997).

La mala disposición de los residuos puede generar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, además de contaminar la población que habita en estos medios. La contaminación de los ríos y aguas subterráneas se debe a la percolación de los lixiviados a través del suelo por efecto de las lluvias, es uno de los problemas de contaminación más importantes que provoca la disposición inadecuada de los RSU. Además, el agua también se contamina por el vertido directo de RSU pudiendo llegar a modificar incluso el sistema de drenaje y el curso de los ríos(Acuario et al., 1997).

2.2.5 Sitio Contaminado

Según la Guía para muestreos de suelos (RM N° 085-2014-MINAM); un sitio contaminado es: “Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores representa un riesgo a la salud humana o el ambiente”.

2.2.6 Metal Pesado

El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones incluso muy bajas. Los ejemplos de metales pesados o algunos metaloides, incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb), entre otros (Lucho et al., 2005).

Se consideran entre los metales pesados elementos como el plomo, el cadmio, el cromo, el mercurio, el zinc, el cobre, la plata, entre otros, los que constituyen un grupo de gran importancia, ya que algunos de ellos son esenciales para las células, pero en altas concentraciones pueden resultar tóxicos para los seres vivos, organismos del suelo, plantas y animales, incluido el hombre (Spain, 2003).

Los metales pesados han sido objeto de atención por sus características contaminantes peculiares (Facchinelli A., 2001):

- Poseen carácter acumulativo, su concentración no disminuye con el tiempo.
- Son necesarios y beneficiosos para las plantas y otros organismos a determinados niveles, pero también son tóxicos cuando exceden unos niveles de concentración.

- Están siempre presentes en los suelos a unos niveles de concentración denominados niveles fondo, cuyo origen no es externo, sino que proviene del material parental originario de las rocas y su transformación.
- Con frecuencia se encuentran como cationes que interactúan fuertemente con la matriz del suelo, lo que en ocasiones se traduce en determinación de metales pesados en que incluso a altas concentraciones pueden encontrarse en forma química no dañina o inerte. Sin embargo, estos metales pueden movilizarse y cambiar de forma química debido a cambios en las condiciones medioambientales. Por esta razón se les ha catalogado como bomba de relojería química (STIGLIANI, 1993).

2.2.7 Origen de la Contaminación del Suelo por Metales Pesados

Los metales pesados en los suelos pueden tener un origen geogénico o antropogénico. En principio, los contenidos de metales en suelos son debidos a la meteorización del material originario. Además, la erosión de los minerales provocada por el viento y la lluvia, y la descomposición de las rocas, son los principales procesos naturales por los cuales los metales pueden incorporarse al ciclo hidrológico. La liberación de cationes de una roca por meteorización depende de diferentes parámetros como clima,

topografía, permeabilidad, tiempo, y actividad biológica, particularmente de los microorganismos (Granizo, 2007).

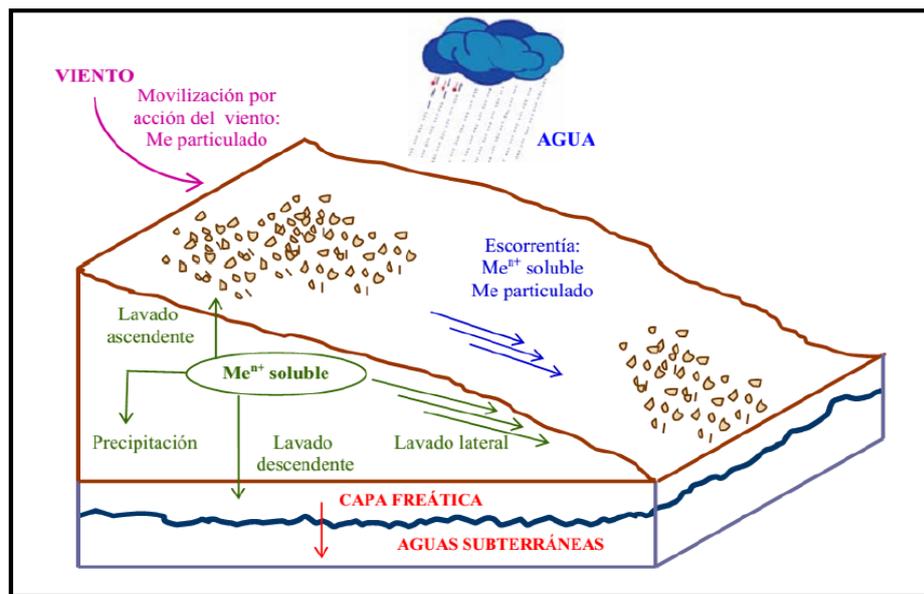
En los estudios de contaminación, no basta con detectar la presencia de contaminantes, sino que se han de definir los máximos niveles admisibles y además se han de analizar posibles factores que puedan influir en la respuesta del suelo a los agentes contaminantes entre ellos la biodisponibilidad del contaminante y su carga crítica. Los primeros dependen en gran medida de lo que se ha llamado geodisponibilidad (Alloway, 2013).

2.2.8 Movilización de los Metales Pesados en Forma Natural por el Viento y Agua

La movilidad natural de los metales pesados en los suelos es consecuencia de la actividad biológica, de las interacciones sólido-líquido y de la acción del agua.

La circulación de metales con las aguas está influenciada por el balance hídrico del agua en el suelo, donde interviene la cantidad de precipitación, evaporación, escorrentía e infiltración del agua, en función de las propiedades fisicoquímicas del suelo. Es de resaltar la influencia que ejerce el pH del suelo, ya que la mayoría de los

elementos traza, con la excepción de Mo, As y Se, son más móviles en condiciones de acidez creciente (Alloway, 2013), en la siguiente figura 2 podemos observar la movilización natural de los metales pesados.



La movilización de material particulado también es transportado por el aire tiene importantes implicaciones desde el punto de vista de la salud, básicamente a través de la inhalación de pequeñas partículas de 10 micras de diámetro o menos que pueden ser absorbidas en la región alveolar del pulmón por lo que representa una amenaza para la salud pública (Alloway, 2013).

2.2.9 Efecto de los Metales Pesados Como Cadmio, Mercurio, Plomo, Arsénico y Cobre

El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones incluso muy bajas. Los ejemplos de metales pesados o algunos metaloides, incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb), entre otros (Lucho *et al.*, 2005).

2.2.10 Estándares de Calidad Para Suelos (ECAS)

Los estándares de calidad para suelos se aprobaron mediante N° 011-2017, estándares de calidad ambiental (ECA), se define al estándar de calidad ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Aprobada mediante política ambiental decreto supremo N° 002-2013-MINAM, consignada entre los lineamientos de gestión integrada de la calidad ambiental, referidos al control integrado de la contaminación, el de contar con parámetros de contaminación para el control y mantenimiento de la calidad del suelo.

Figura N° 01: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Parámetros en mg/kg PS ^(a)	Uso del Suelo ^(b)			Métodos de ensayo ^(c) y ^(d)
	Suelo Agrícola ^(e)	Suelo Residencial/ Parques ^(f)	Suelo Comercial ^(g) Industrial/ Extractivo ^(h)	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽ⁱ⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,062	0,062	0,062	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ^(k)	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ^(l) (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ^(m) (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽ⁿ⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ^(o)	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ^(p)	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ^(q)
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Fuente: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

2.2.11 Estándares de Calidad Para Agua

El ECA es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Para más detalle de la norma se presenta en los Figura N° 02, donde se detalla los ECA categoría 1: Poblacional y Recreacional

Figura N° 02: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 1

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

Fuente: Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.

2.2.12 DESMONTERA RUMIALLANA

En la Quebrada Rumiallana, cabecera de la microcuenca, se acumulan grandes depósitos de desmontes mineros, producto de la actividad de Empresa Administradora Cerro SAC.

2.2.12.1 Resultados de Ensayos Estáticos¹

Los valores de azufre como sulfuro variaron de 0.01% a 3.46% en peso, siendo la especie dominante del azufre en las muestras del botadero Rumiallana (Anexo C). De las 20 muestras analizadas, 17 tenían un contenido de azufre en sulfuros y azufre total >0.3% en peso. Los valores de NP (potencial de neutralización) variaron de 7 a 889 t CaCO₃/1000 t. Los valores de relación de potencial neto (NPR) (0.08 a 2845 t CaCO₃/1000 t) indican que las muestras se dividen en dos grupos, uno con valores de NPR >3 (3 muestras) y otro con NPR >3 (15 muestras).

Las concentraciones de carbonato variaron de 1.39% a 10.95% en peso de equivalentes de CaCO₃, lo cual dio como resultado CaNP de 116 a 912 t CaCO₃/1000 t. Los valores de CaNP fueron generalmente mucho mayores que los valores de NP (7 – 889 t CaCO₃/1000 t). Esta discrepancia indicó la presencia de carbonatos de hierro (siderita) o manganeso (rodocrosita), que no tuvieron un potencial de neutralización.

Los valores de pH en pasta varían de 6.05 a 8.31, no teniendo muestras con valores de <5.5. Consecuentemente, no se observó muestras con acidez almacenada que podría afectar al corto plazo agua de contacto.

¹ Rossy Melina Chávez Contreras (2018). Evaluación Geoquímica e Identificación de Drenaje Ácido de Roca de los Desmontes, Mineral y Pared de Tajo de la UEA - Cerro De Pasco Compañía Volcan. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad De Ingeniería

Los valores de NAG (Generación de Acidez Neta) pH variaron de 5.30 a 8.40, sin muestras con valores de NAG pH <4.5. La ausencia de valores bajos de NAG pH confirma la ausencia de material que puede producir drenaje ácido en condiciones de oxidación fuerte.

Una muestra representativa (CDP-12-R076) fue seleccionada para el análisis del lixiviado de las pruebas SPLP y NAG. En ambos análisis no se encontraron concentraciones de elementos por encima de los LMP Perú.

2.2.12.2 Resultados de Ensayos Cinéticos

Se seleccionaron tres muestras representativas de diferentes zonas del botadero Rumiallana para generar un compuesto en relaciones iguales para ser utilizado para la celda de humedad.

Celda CdP-12-CR02 - La celda de humedad CdP-12-CR02 está compuesta por muestras de material de CdP-12-R076, CdP-12-R120 y CdP-12-R083 que representan desmonte de óxidos y carbonatos del Botadero Rumiallana.

La muestra contiene 1.48 % de azufre en forma de sulfuros, un alto NP de 353 t CaCO₃/1000t, además de un AP de 53.44 t CaCO₃/1000t, es decir

un bajo potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como NonPAG (No Generador Potencial de Acidez).

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (datos cinéticos AnexoC2, graficado en el Anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales y ligeramente básicos variando entre 6.20 y 8.21.
- La alcalinidad disminuyó progresivamente hasta la semana 6 pasando de 58 mg/L CaCO_3 hasta 19 mg/L CaCO_3 . Durante las semanas 7 a 9 se mantuvo estable y de la semana 10 a la 20 los valores fueron variables en este parámetro.
- La concentración de sulfato disminuyó de 298 mg/L en la semana 0 a 63 mg/L en la semana 8, posteriormente hasta la semana 20 los valores fueron ligeramente variables.
- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajos, excepto el Ca que presentó un descenso progresivo

pasando de 98.6 mg/L a 21 mg/L; K de 12.3 mg/L a 1.28 mg/L y Mg de 13.8 mg/L a 4.68 mg/L.

- Los datos de la celda de humedad indican para el material superficial del Botadero Rumiallana la categoría NonPAG, sin lixiviación de metales en altas concentraciones.

2.2.12.3 Resumen de la Investigación para el Botadero Rumiallana

Los datos de la celda de humedad sugieren para el Botadero Rumiallana la categoría NonPAG sin lixiviación de metales en altas concentraciones. Una evaluación de la distribución espacial de material PAG (definido por sus valores NPR en la superficie; Anexo B) no muestra en la superficie el material PAG, tanto en zonas centrales como en el perímetro. Sin embargo, se observó en la zona este botadero con drenaje ligeramente ácido y concentraciones elevadas de metales, especialmente hierro, cadmio y zinc. Muy probablemente, zonas internas de este botadero contienen material PAG que no fue posible de muestrear durante este estudio.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Botadero a cielo abierto: Los botaderos acumulación de material estéril, abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona.

2.3.2 Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad (MINAM, 2013).

2.3.3 Contaminación: Es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y biológicas de nuestro aire, tierra y agua que puede afectar o afectará nocivamente la vida humana y la de especies beneficiosas.

2.3.4 Monitoreo: Obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales, funcional a los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental

2.3.5 Monitorear: Controlar el desarrollo de una acción o un suceso a través de uno o varios monitores.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Se tiene presencia de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco.

2.4.2 Hipótesis Específicas

1. Las concentraciones de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana son fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018. supera los Estándares de Calidad Ambiental
2. Las poblaciones más afectadas por la presencia del Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes es la población de Mariátegui
3. La dirección del viento con referencia al botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes esta hacia la población del distrito de Simón Bolívar

2.5 Identificación de las Variables

Las variables, se detallan a continuación.

2.4.1 Variable independiente

Concentración de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana

2.4.2 Variable dependiente

Fuente de contaminantes a las poblaciones del Distrito de Yanacancha y Simón Bolívar.

2.4.3 Variable interviniente

- Vientos
- Desmonte

2.6 Definición Operacional de variables e indicadores.

Elegimos una zona de estudio donde evaluamos las variables en campo y se realizó una medición.

$$X = f Y$$

Dónde:

Y = Variable Dependiente - Fuente de contaminantes a las poblaciones del Distrito de Yanacancha y Simón Bolívar.

X = Variable Independiente - Concentración de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter explicativo ya que el estudio buscó si el botadero de Rumiallana presenta metales pesados, que estos a la vez sus concentraciones están llegando y afectando a los pobladores de los distritos de Yanacancha y Simón Bolívar, por lo que se están estableciendo relaciones de causa- efecto.

3.2 Métodos de investigación

El método empleado en la investigación consistió en:

1. Ubicación de la zona de estudio
2. Monitoreo de parámetros físicos en campo
3. Monitoreo y toma de muestras de desmonte
4. Análisis de muestras de desmonte en laboratorio
5. Cálculo con la aplicación de fórmulas y posteriormente se realizó la interpretación de resultados.

3.3 Diseño de investigación

El diseño de investigación es observacional y transversal:

Observacional ya que observamos en campo la identificación de que poblaciones de los distritos de Yanacancha y Simón Bolívar están siendo afectados por el botadero Rumiallana y transversal ya que se realizó el monitoreo y análisis de la concentración de metales pesados presentes en el botadero Rumiallana.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población y Muestra

Población

La población está compuesta por el área total del distrito de Simón Bolívar que es de 697.2 km² y el área total del distrito de

Yanacancha que es de 165.11 km². Y asimismo el Botadero Rumiallana de un área de 41 hectáreas.

Muestra

La muestra está representada por 4 puntos de monitoreo dentro de 41 hectáreas del botadero de Rumiallana, esto debido a la representatividad en esta área en concordancia hacia la dirección de las poblaciones aledañas y 2 muestra de agua en la población de Mariátegui y 27 de noviembre.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas:

Para la recolección de los datos se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Recolección de Datos:** Consistió en la recolección de datos de parámetros de campo, toma de muestras de desmonte en 4 puntos dentro de la desmontera, asimismo la toma de 02 muestras de agua de lluvia que bajan de la alcantarilla de los techos para identificar la presencia de metales pesados en las poblaciones aledañas.
- **Monitoreo:** Recolección de muestras en campo.
- **Análisis:** Análisis de muestras desmonte en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNDAC a fin de determinar la

presencia de metales pesados en muestra recogidas en campo.

3.5.2 Instrumentos

- Cámara Fotográfica
- Fichas, apuntes y notas en libreta.
- GPS
- Espectrofotómetro del laboratorio de Ingeniería Ambiental UNDAC.

3.6 Técnica de procesamiento y análisis de datos

La técnica que se realizó fue tomar muestras de 4 puntos aledañas a las poblaciones que están siendo más afectadas, 2 en dirección de Paragsha y 2 en dirección de Yanacancha. De igual manera en los muestreos de agua, uno fue en una vivienda de Mariátegui y la otra en una vivienda de 27 de noviembre.

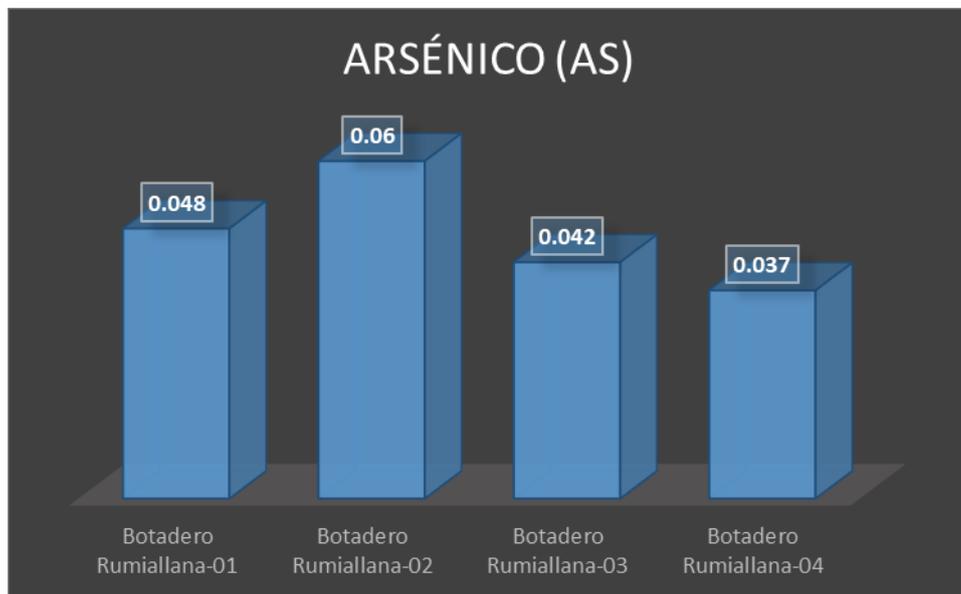
Para el análisis de las muestras se llevaron al laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNDAC, donde con los instrumentos y equipos necesarios fueron analizadas.

3.7 Tratamiento Estadístico

Las muestras analizadas fueron representadas en grafico de barras, tanto para muestreo de suelo y agua. Observando así la concentración de metales pesados en cada punto de muestreo.

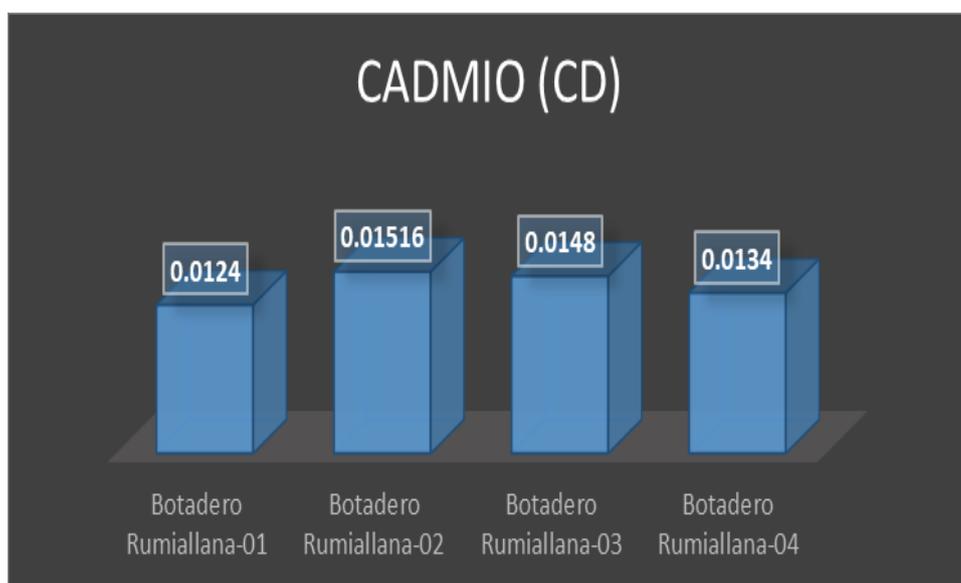
Resultados de las concentraciones de metales pesados en el suelo

Gráfico N° 01: Resultado de Arsénico Presente en la Desmontera Rumiallana



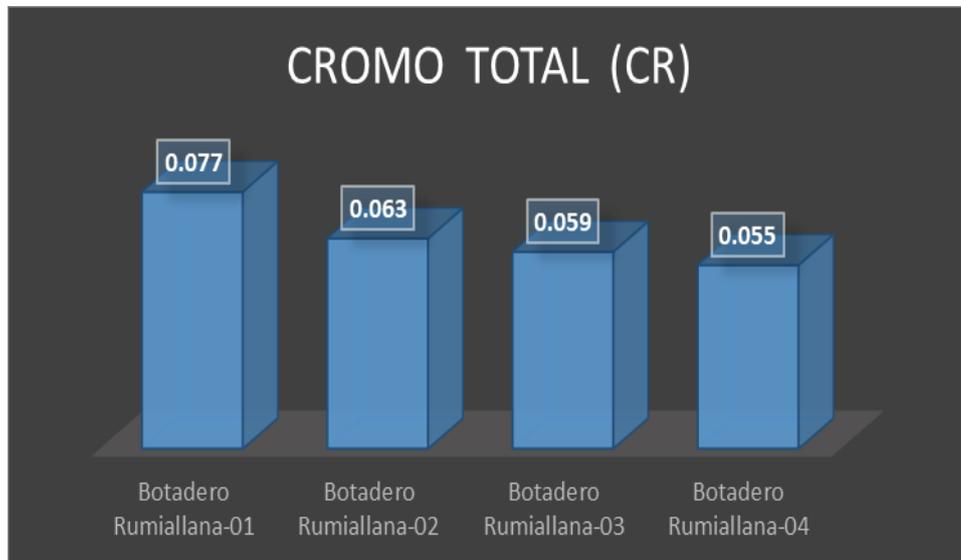
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 02: Resultado de Cadmio Presente en la Desmontera Rumiallana



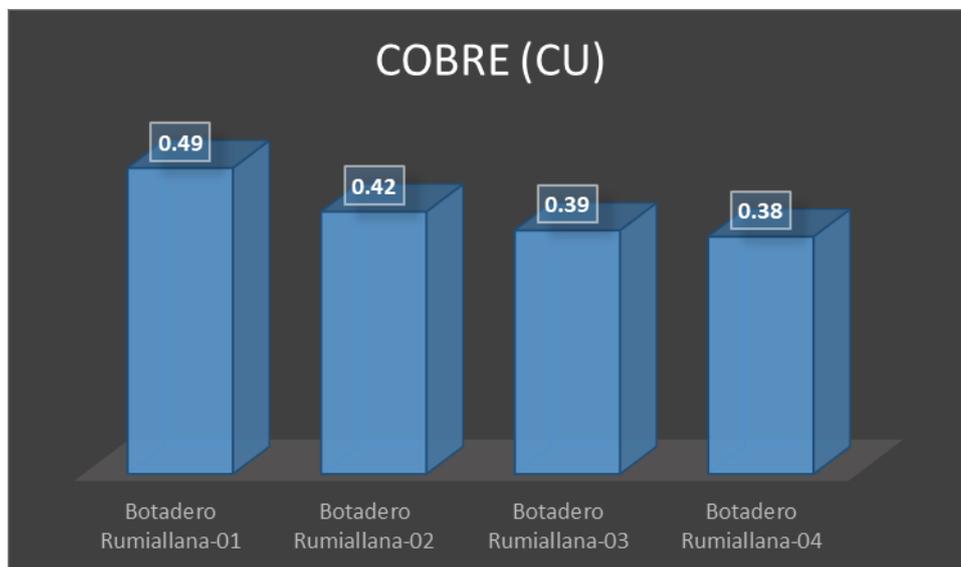
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 03: Resultado de Cromo Presente en la Desmontera Rumiallana



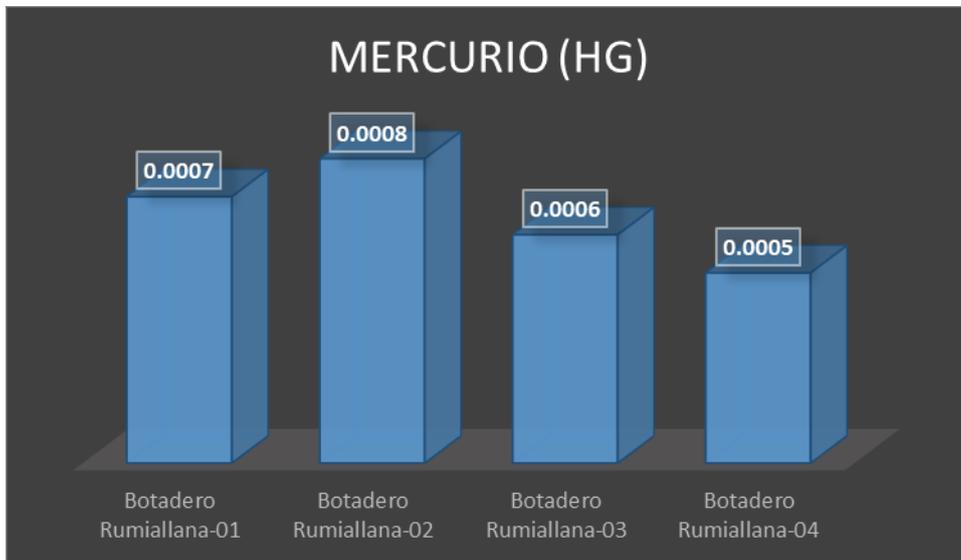
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 04: Resultado de Cobre Presente en la Desmontera Rumiallana



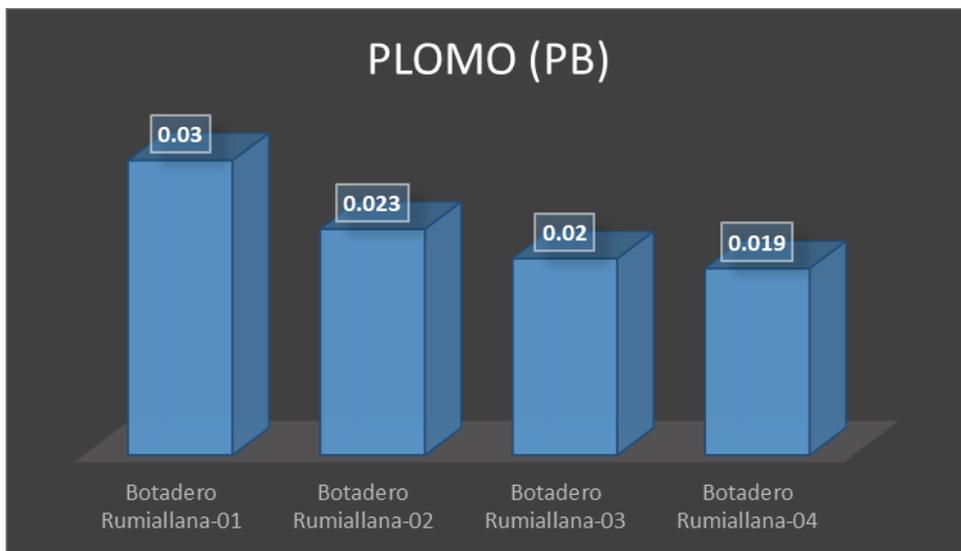
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 05: Resultado de Mercurio Presente en la Desmontera Rumiallana



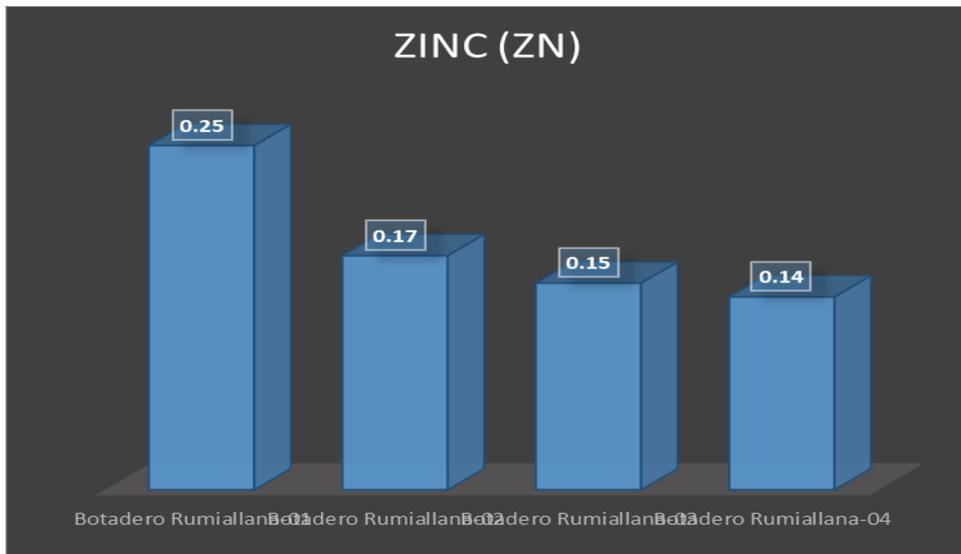
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 06: Resultado de Plomo Presente en la Desmontera Rumiallana



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 07: Resultado de Zinc Presente en la Desmontera Rumiallana



Fuente: Elaboración Propia

Resultados de las concentraciones de metales pesados en el agua

Gráfico N° 08: Resultado de Arsénico Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 09: Resultado de Cadmio Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



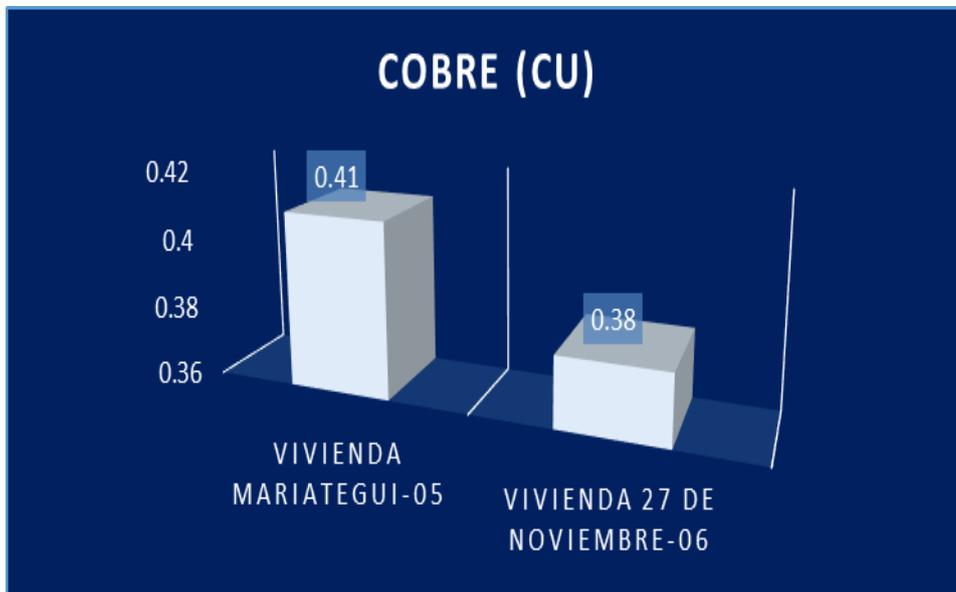
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 10: Resultado de Cromo Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



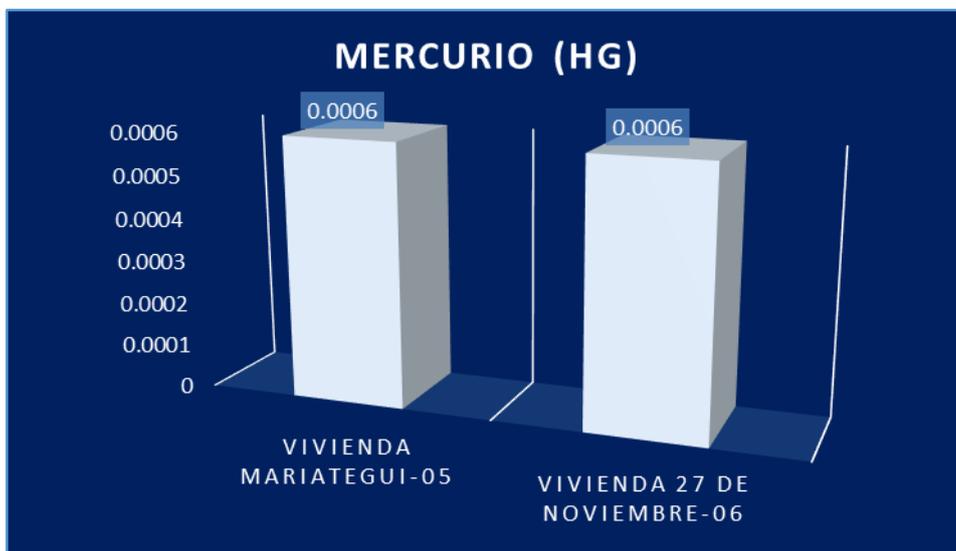
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 11: Resultado de Cobre Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



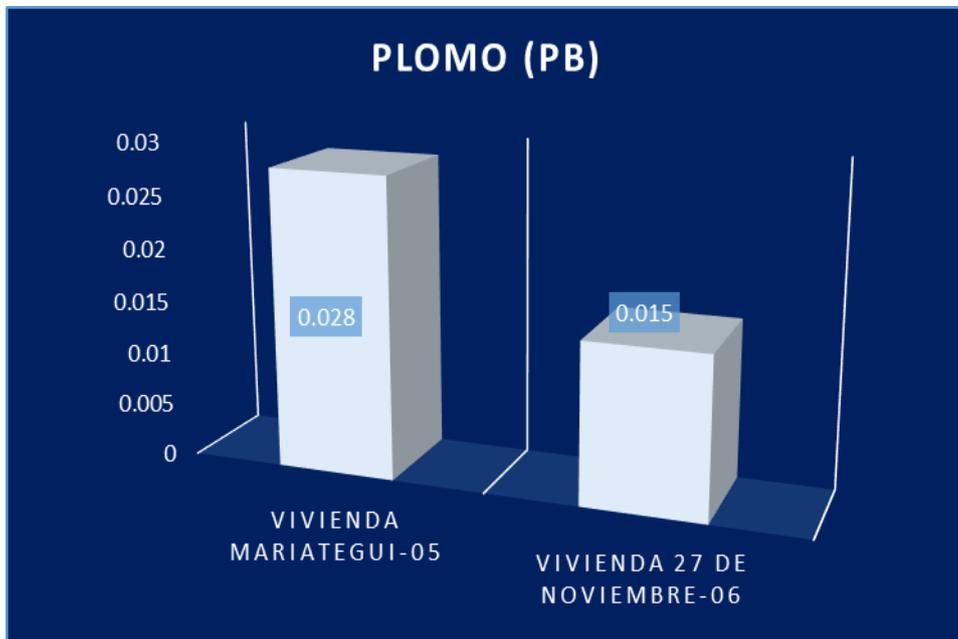
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 12: Resultado de Mercurio Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 13: Resultado de Plomo Presente en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 14: Resultado de Zinc en el Agua de Lluvia de las Poblaciones



Fuente: Elaboración Propia

3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Una vez planteada la hipótesis, el mismo fue validado mediante los análisis realizados, los muestreos se realizaron por consulta a bibliografías de expertos vinculados a investigaciones relacionadas con el tema de metales pesados, con la finalidad de garantizar que los instrumentos abordaran de forma exhaustiva el problema investigado.

Analizadas las muestras, estas fueron comparadas con los ECAS respectivos para comprobar y verificar que los metales estudiados superan los establecido, lo cual resultó verdadera ya que el As, Cd, Cr y Pb supera el ECA (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándar de Calidad Ambiental para Agua. A-1).

3.9 Orientación ética

Las relaciones entre los hombres y el medio ambiente en el cual se desenvuelven, y que se preocupa y ocupa especialmente de regular que las acciones de los seres humanos no atenten contra el desarrollo y la evolución de los ambientes naturales, ni afectar la salud de la población en este caso de los Distritos de Paragsha y Yanacancha.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

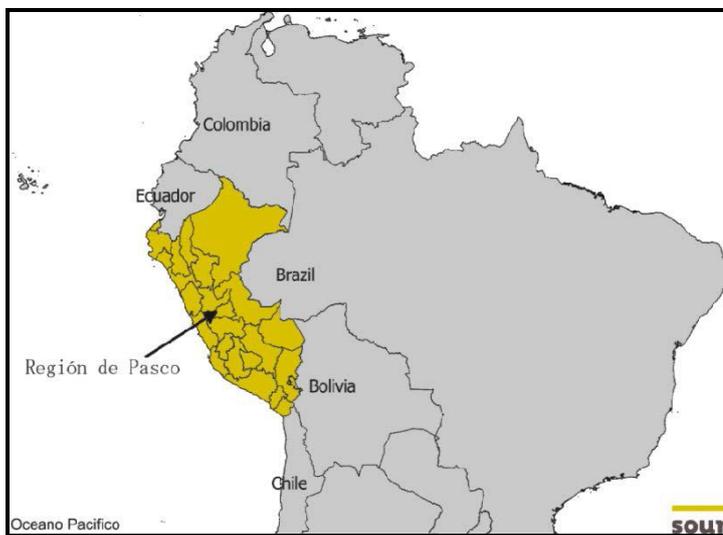
4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Ubicación de la zona de investigación

El botadero Rumiallana y sus alrededores, está localizado al lado norte este de la ciudad de Cerro de Pasco, lo cual la ciudad de Cerro de Pasco está localizada aproximadamente a 190 km al noreste de Lima, el botadero “Rumiallana”, ubicado a 1 Km la localidad de Cerro de Pasco. en la meseta de Los Andes, en las coordenadas Norte: 8819782; Este: 361948 WGS 84, a una altitud promedio de 4380 msnm. En la Imagen N° 01 se visualiza la zona de ubicación en nuestro país.

RUMIALLANA está a la salida de Cerro de Pasco para los pueblos de la cuenca del río Tingo y estos son: Tingo Palca, Anasquizque, Cochacharao, Pachacrrahuay, Yanatambon, Chauyar, Junipalca, Chacra Colorada, Huichpin, Pallanchacra y Salcachupan.

Imagen Nº 01: Ubicación del Botadero Rumiallana y Alrededores

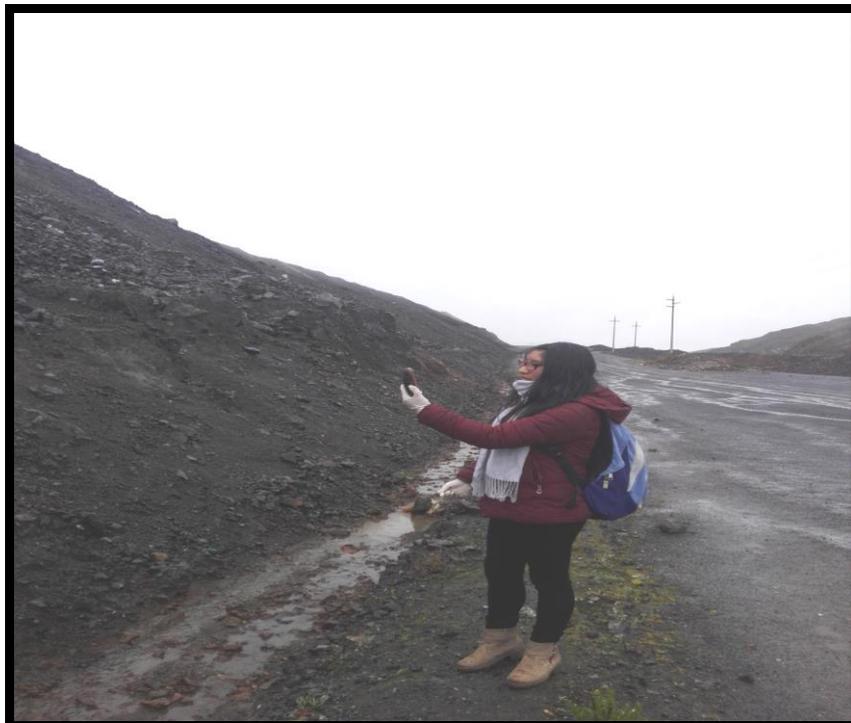


Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Determinación de los puntos de monitoreo de desmonte y agua de lluvia al contorno del botadero de rumiallana

Para determinación los puntos de monitoreo de desmonte y agua de lluvia al contorno del botadero de Rumiallana se mapeo en campo los puntos más representativos lo cual con el uso GPS se ubicó geográficamente tal como se observa en la imagen N° 02, esta ubicación de puntos de monitoreo se detalla en el Cuadro N° 01 de la presente investigación:

Imagen N° 02: Ubicación Geográfica del Botadero Rumiallana y Alrededores



Cuadro N° 1 : Puntos de Ubicación – Muestreo de Suelo y Agua

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM	Altura (msnm)	Lugar de Investigación
Botadero Rumiallana-01	E 361608 N 8820775	4392	Desmontera
Botadero Rumiallana-02	E 361765 N 8820603	4382	Desmontera
Botadero Rumiallana-03	E 361887 N 8820781	4391	Desmontera
Botadero Rumiallana-04	E 361869 N 8820627	4380	Desmontera
Vivienda Mariategui-05	E 361717 N 8820527	4379	Vivienda
Vivienda 27 de Noviembre-06	E 361944 N 8820566	4380	Vivienda

Fuente: Elaboración Propia

Mapa N° 01: Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Suelo y Agua en el Botadero Rumiallana y Poblaciones Aledañas



FUENTE: Google Earth

4.1.3 Descripción del trabajo de investigación en la desmontera Rumiallana y zonas aledañas

4.1.3.1 Preparación de materiales de Campo

Para dar inicio al trabajo de campo se preparó los materiales a ser usados en campo como son:

- GPS
- Guantes Quirúrgicos
- Guardapolvo
- Pala para muestra
- 30 bolsas negras para toma de muestra
- 2 frascos
- Cámara Fotográfica

4.1.3.2 Muestreo de Suelo y Agua

La toma de muestras de agua se realizó en 6 puntos establecidas tal como se detalla en el Cuadro N° 01 de la presente investigación. Las muestras fueron tomadas en presencia de lluvia en horas de la mañana del día 26 de diciembre. Para la obtención de la muestra de suelo, se realizó el siguiente procedimiento:

1. La muestra se extrajo de la zona superficial del botadero Rumiallana, ya que esta es representativa por estar expuesto al ambiente, de 1 m x 1 m.
2. Utilizando una espátula se extrajo aproximadamente 100g de muestra.
3. La muestra fue colocada en una bolsa negra, para evitar su alteración con la luz del sol.

Las imágenes N° 03 al 06 de la presente investigación, muestran detalladamente la recolección.

Para el tema de agua se realizó el monitoreo de agua de lluvia en dos puntos de monitoreo uno en la población de Mariátegui y otro en la población de 27 de noviembre, las mismas se muestran en las imágenes N° 07 al 08 de la presente investigación.

Imagen N° 03: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-01



Imagen N° 04: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-02



Imagen N° 05: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-03



Imagen N° 06: Muestreo de Desmonte-Botadero Rumiallana-04



Imagen N° 07: Muestreo de Agua- Vivienda Mariategui-05



Imagen N° 08: Muestreo de Agua- Vivienda 27 de Noviembre-06



4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Análisis

Las muestras llegadas al laboratorio de Ingeniería Ambiental, fueron tratadas de la siguiente manera:

1. Cada muestra fue colocada en un papel en donde fueron sometidas al secado en la mufla a 75°C durante 48 hrs.
2. Las muestras secas fueron pulverizadas con ayuda del mortero y mezcladas con agua de acuerdo a la proporción solicitada por el equipo.
3. Se tomó la lectura de cada muestra en el espectrofotómetro.
4. Los resultados son expresados en ug/L o mg/L.

Para más detalle los análisis se muestran en las imágenes N° 09 al 13 de la presente investigación realizado los días 28 al 30 de diciembre del 2018.

Concluidos con los procedimientos de campo y de análisis en el laboratorio se reportó los siguientes resultados:

Imagen N° 09: Pulverizado de Muestras



Imagen N° 10: Secado de Muestras



Imagen N° 11: Pesado de Muestras



Imagen N° 12: Dilución de Muestras en Agua



Imagen N° 13: Análisis de Muestras en el espectrofotómetro.



4.2.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Finalizada el proceso de análisis el 30 de diciembre del 2018 nos reportó resultados de los parámetros químicos (metales totales), para más detalle del resultado del laboratorio se puede observar en los cuadros del N° 02, 03.

En el Anexo N° 02 se muestran los resultados de los contenidos de metales en el suelo y agua.

4.2.1.1 Resultados de Metales Presente en el Desmonte de Rumiallana

Estos resultados como se mencionó anteriormente fueron obtenidos mediante los procedimientos realizados en el laboratorio de ingeniería ambiental de la UNDAC, teniendo los siguientes resultados :

Cuadro N° 02. Resultados de Metales Presentes en el Desmonte de Rumiallana

		"ECA SUELO" Permitido mg/kg PS	Botadero Rumiallana-01	Botadero Rumiallana-02	Botadero Rumiallana-03	Botadero Rumiallana-04
METALES PESADOS	Arsénico (As)	140	0.048	0.06	0.042	0.037
	Cadmio (Cd)	22	0.0124	0.01516	0.0148	0.0134
	Cromo Total (Cr)	1 000	0.077	0.063	0.059	0.055
	Cobre (Cu)		0.49	0.42	0.39	0.38
	Mercurio (Hg)	24	0.0007	0.0008	0.0006	0.0005
	Plomo (Pb)	800	0.03	0.023	0.02	0.019
	Zinc (Zn)		0.25	0.17	0.15	0.14

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de los Contenidos de Metales Presentes en la Desmontera Rumiallana

Como se puede ver en el Cuadro N° 02 y Gráficos N° 01 y 07 los metales analizados como son Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg se encuentran dentro de los límites permitidos del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental para Suelo.

Pero debemos poner énfasis que en los puntos de monitoreo del Botadero Rumiallana-01 y Botadero Rumiallana-02 (Zona colindante a la población de Mariátegui), los metales se encuentran en mayor proporción con respecto a los puntos de monitoreo del Botadero Rumiallana-03 y Botadero Rumiallana-04 (Zona cercana a la población de 27 de noviembre).

4.2.1.2 Resultados de Metales Presente en el Agua de Lluvia de la Poblaciones

Estos resultados como se mencionó anteriormente fueron obtenidos mediante los procedimientos realizados en el laboratorio de ingeniería ambiental de la UNDAC, teniendo los siguientes resultados:

Cuadro N° 03. Resultados de Metales Presentes en el Agua de Lluvia de las Poblaciones

A-1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección)		"ECA 1" Permitido	Vivienda Mariategui-05	Vivienda 27 de Noviembre-06
METALES PESADOS	Arsénico (As)		0.036	0.031
	Cadmio (Cd)		0.91	0.0107
	Cromo (Cr)		0.063	0.059
	Cobre (Cu)		0.41	0.38
	Mercurio (Hg)		0.0006	0.0006
	Plomo (Pb)	0,01	0.028	0.015
	Zinc (Zn)	3	0.16	0.13

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación del Contenido de Metales Presentes en el Agua de Lluvia de las Poblaciones

Como se puede ver en el Cuadro N° 03 y Gráficos N° 08 y 14 los metales analizados como: Zn, Cu y Hg se encuentran dentro de los límites permitidos del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándar de Calidad Ambiental para Agua. A-1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección). A excepción del As, Cd, Cr y Pb que pasan lo permitido.

Pero debemos poner énfasis que en el punto de monitoreo de las de Viviendas Mariategui-05 los metales se encuentran en mayor proporción con respecto a los puntos de monitoreo del Vivienda 27 de Noviembre-06,

esto hace referencia a la mayor presencia de metales que se encuentra en la desmontera hacia el lado de la población de Mariátegui.

4.3 Prueba de Hipótesis

Para nuestra investigación se planteó la hipótesis general :

“Se tiene presencia de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco”.

Cumplida nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es válida, ya como se pudo determinar concentraciones diversas de metales como de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg tal como se pudo determinar en nuestra investigación el botadero de Rumiallana es fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha, pero en mayor proporción debido a la dirección del viento hacia el Nor Este hacia la población de Mariátegui.

4.4 Discusión de resultados

Finalizada la investigación denominada “**Determinación de pb, zn, cu, as, cd, cr y hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del Distrito de Simón Bolívar y Yanacancha - Provincia de Pasco-2018**” teniendo resultados podemos interpretar mencionando los siguientes:

Si revisamos la dirección de viento recurrimos a la información brindada por SENAMHI (Detalladamente los mostramos en el Anexo N° 03), lo cual fue extraída de la web: <http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>.

Donde menciona que la estación queda ubica en:

Estación : Cerro de Pasco

Tipo : Convencional, Meteorológica

Reportados los siguientes resultados mencionados en el Anexo N° 03 podemos sacar la conclusión de que la dirección predominante desde el mes de enero hasta el mes de diciembre es del Sur Oeste (SO) hacia el Nor Este (NE), lo cual indica que las partículas arrastradas por el viento se están dirigiendo hacia la zona de la población de Mariátegui y Paragsha.

El resultado reportado de los metales presentes en las aguas de lluvia demuestra esta mayor proporción en la población de Mariátegui con respecto a la población de 27 de noviembre.

CONCLUSIONES

1. El botadero de Rumiallana es fuente de contaminantes a las poblaciones del distrito de Simón Bolívar y Yanacancha, pero en mayor proporción al Nor Este hacia la población de Mariátegui, debido a la dirección del viento.
2. El resultado reportado de los metales presentes en las aguas de lluvia demuestra mayor proporción en la población de Mariátegui con respecto a la población de 27 de noviembre.
3. Cumplida nuestra investigación se detectó concentraciones diversas de metales como de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg, pero estas se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental. A excepción del Pb.
4. Los puntos de monitoreo del Botadero Rumiallana-01 y Botadero Rumiallana-02 (Zona colindante a la población de Mariátegui), los metales se encuentran en mayor proporción con respecto a los puntos de monitoreo del Botadero Rumiallana-03 y Botadero Rumiallana-04 (Zona cercana a la población de 27 de noviembre).

5. El desmonte acumulado durante las tres últimas décadas es producto del material estéril provenientes del Tajo Raúl Rojas de propiedad de la empresa minera Cerro SAC, asimismo las poblaciones de Cerro de Pasco vienen acumulando sus residuos sólidos en el lado norte de este botadero.

RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar los monitoreos en la zona colindante a la desmontera Rumiallana por parte de DIGESA y la empresa Minera Cerro SAC, para descartar la presencia de metales en estas poblaciones y principalmente en la población de Mariátegui y Paragsha ya que como se pudo identificar en la investigación esta población está más propensa a ser impactado por la dirección de viento que predomina hacia este lugar.
2. Se debe impermeabilizar como parte de Plan de Cierre progresivo la desmontera Rumiallana en las zonas que colindan con las poblaciones de Mariátegui y 27 de noviembre a fin de minimizar la presencia de material particulado y metales en estas zonas.
3. Realizar este mismo modelo de monitoreo, pero en épocas de estiaje ya que en esta época se presenta la mayor turbulencia de material particulado en los desmontes por la mayor intensidad de vientos.

BIBLIOGRAFÍA

NELY ELMA TORRES QUISPE (2018). Evaluación de la Concentración de Metales Pesados Como As, Cu, Cd, Hg Y Pb En el Botadero de Cancharani de la Ciudad de Puno. Callao, Perú.

LUISA MARÍA MENDOZA MAGAÑA (2017). Colecta de microalgas - Determinación de Metales Pesados Cadmio, Níquel, Plomo Y Zinc En La Zona de Influencia del Relleno Sanitario de Sonsonate, el Salvador.

Analí MACHADO, Neyma GARCÍA (2008). CONTAMINACIÓN POR METALES (Pb, Zn, Ni y Cr) EN AIRE, SEDIMENTOS VIALES Y SUELO EN UNA ZONA DE ALTO TRÁFICO VEHICULAR Luz Marina Yucra Torres (2017). Impacto del vertimiento de aguas residuales en las comunidades fitoplanctónicas de la zona marino costera de Ilo - Moquegua

GARCÍA ARIAS Diego Fernano y TORRES CEQUERA Andrés Felipe (2015). Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Ambiental. División de Ingenierías. Bogotá D.C. Identificación de la Comunidad Planctónica y Determinación de Índices de Calidad del Agua en las

Lagunas Chingaza, el Medio y el Arnical del Parque Nacional Natural Chingaza

CENTRO DE CULTURA POPULAR LABOR (2007). Revista Participación. Boletín N° 08.

MINISTERIO DE MINAS CHILE (2013). Guías de Operación Para la Pequeña Minería.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

VOLCAN COMPAÑÍA MINERA (2016). Investigación Hidrológica de la Mina Subterránea y de las facilidades superficiales de la Unidad Minera Cerro de Pasco.

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, AMBIENTAL Y RIESGOS GEOLÓGICOS DEL INGEMMET (2013). Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Pasco.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:

1. Metodología de la Investigación

[https://explorable.com/es/metodologia-de-la-investigacion.](https://explorable.com/es/metodologia-de-la-investigacion) 2008

Metodología de la Investigación.

2. Historia de la Ciencia y el Método Científico- Ramón Ruiz Limón

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/283/82.htm>

3. Diferencia entre diseño y método de investigación

<http://www.ehowenespanol.com/diferencia-diseno-metodo->

[investigacion-hechos_353331/](http://www.ehowenespanol.com/diferencia-diseno-metodo-investigacion-hechos_353331/)

4. Métodos de Investigación

<https://www.gestiopolis.com/tipos-estudio-metodos-investigacion/>

5. Estructura general de las Tesis de Grado

<https://espaciovirtual.wordpress.com/2007/07/08/estructura-general->

[de-las- tesis-de-grado/](https://espaciovirtual.wordpress.com/2007/07/08/estructura-general-de-las-tesis-de-grado/)

PAGINAS DE INVESTIGACIÓN:

- 1. Relaves mineros: los desechos tóxicos de la gran industria que amenazan con sepultarnos.**

<http://www.eldesconcierto.cl/2015/06/23/relaves-mineros-los-deshechos-toxicos-de-la-gran-industria-que-amenazan-con-sepultarnos/>

- 2. Los Riesgos de los Tranques de Relave Minero: El Caso Peñablanca**

<http://olca.cl/articulo/nota.php?id=2355>

- 3. Diferencia entre diseño y método de investigación**

http://www.ehowenespanol.com/diferencia-diseno-metodo-investigacion-hechos_353331/

- 4. Estructura general de las Tesis de Grado**

<https://espaciovirtual.wordpress.com/2007/07/08/estructura-general-de-las-tesis-de-grado/>

ANEXOS

ANEXO N° 01

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIONN DE DATOS

Cámara Fotográfica



Fichas, apuntes y notas en libreta.



GPS



Espectrofotómetro del laboratorio de Ingeniería Ambiental UNDAC.



ANEXO N° 02
IMAGENES DE LA INVESTIGACIÓN

**FOTOGRAFIA N° 01: MONITOREO DEL DESMONTE EN EL BOTADERO
RUMIALLANA**



**FOTOGRAFIA N° 02: VISTA DE LA POBLACIÓN COLINDANTE AL
BOTADERO RUMIALLANA**



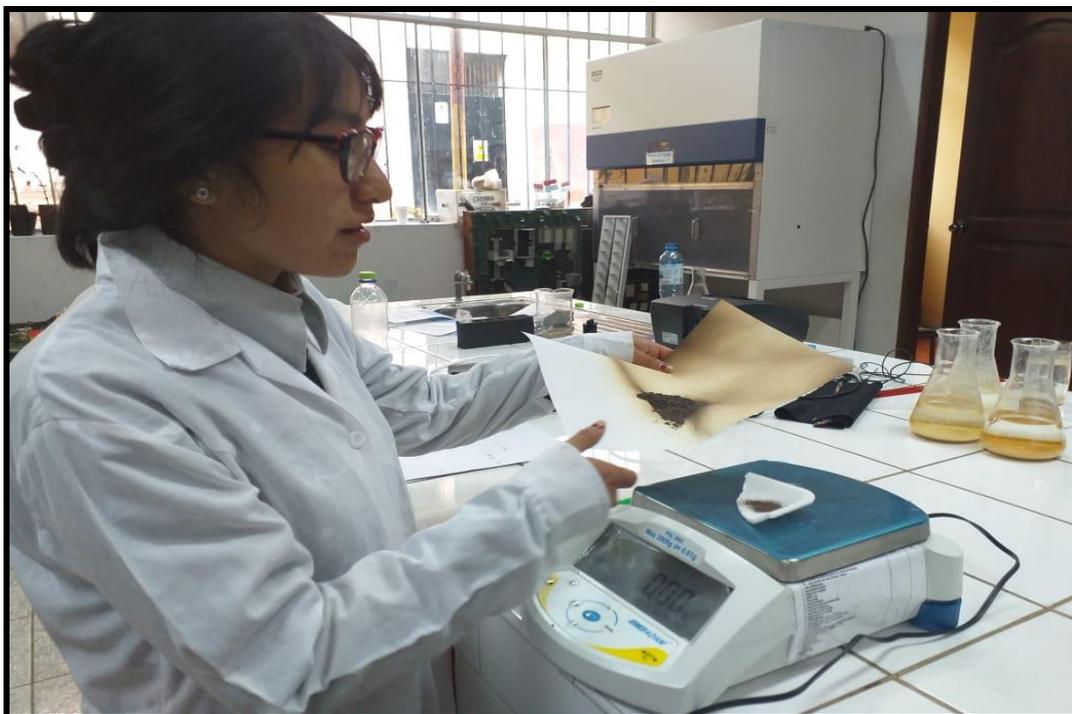
**FOTOGRAFIA N° 3: TOMA DE PUNTO GEOGRAFICOS DENTRO DE LA
DESMOTERA RUMIALLANA**



**FOTOGRAFIA N° 04: ANALISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO CON EL
USO DEL ESPECTOFOTOMETRO**



FOTOGRAFIA N° 05:PREPARACIÓN DE MUESTRA PARA EL ANALISIS



ANEXO N° 03
RESULTADOS DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO REALIZADO EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Investigación: “DETERMINACIÓN DE Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg EN EL BOTADERO DE RUMIALLANA COMO FUENTE DE CONTAMINANTES A LAS POBLACIONES DEL DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR Y YANACANCHA-PROVINCIA DE PASCO-2018”

Tipo de Análisis: SUELO

Analizado por: RAMOS PEÑA, DIANA VICTORIA

Fecha: 30/12/2018

		Botadero Rumiallana-01	Botadero Rumiallana-02	Botadero Rumiallana-03	Botadero Rumiallana-04
Metales Totales(mg/lit)	Arsénico (As)	0.048	0.06	0.042	0.037
	Cadmio (Cd)	0.0124	0.01516	0.0148	0.0134
	Cobre (Cu)	0.077	0.063	0.059	0.055
	Cromo (Cr)	0.49	0.42	0.39	0.38
	Mercurio (Hg)	0.0007	0.0008	0.0006	0.0005
	Plomo (Pb)	0.03	0.023	0.02	0.019
	Zinc (Zn)	0.25	0.17	0.15	0.14

INFORME DE ENSAYO REALIZADO EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Investigación: “DETERMINACIÓN DE Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg EN EL BOTADERO DE RUMIALLANA COMO FUENTE DE CONTAMINANTES A LAS POBLACIONES DEL DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR Y YANACANCHA-PROVINCIA DE PASCO-2018”

Tipo de Análisis: AGUA

Analizado por : RAMOS PEÑA, DIANA VICTORIA

Fecha : 30/12/2018

		Vivienda Mariategui-05	Vivienda 27 de Noviembre-06
Metales Totales(mg/lit)	Arsénico (As)	0.036	0.031
	Cadmio (Cd)	0.91	0.0107
	Cobre (Cu)	0.063	0.059
	Cromo (Cr)	0.41	0.38
	Mercurio (Hg)	0.0006	0.0006
	Plomo (Pb)	0.028	0.015
	Zinc (Zn)	0.16	0.13

ANEXO N° 04
RESULTADOS DE DIRECCIÓN DE VIENTO SENAMHI

DIRECCIÓN DE VIENTO ENERO 2018

Estación : CERRO DE PASCO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : PASCO

Provincia : PASCO

Distrito : CHAUPIMARCA

Ir : 2018-01 ▼

Latitud : 10° 41' 37"

Longitud : 76° 15' 1"

Altitud : 4260

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2018	9.8	.8	4	9	4.2	3	6.4	3.4	0	4	NE	3
02-Ene-2018	8.5	1.6	3.8	7	4	2.6	5.4	3	0	2	NE	3
03-Ene-2018	10.5	1.4	4.4	9	5	3.4	7	4.2	0	0	NE	2
04-Ene-2018	9	1	4	8	3.6	3	6	2.4	0	0	NE	2
05-Ene-2018	10	.6	3	8.4	5	2.2	6.2	4.2	2	10	NE	2
06-Ene-2018	8.5	2	2.6	8	3.8	2	6.4	2.6	7	1	NW	4
07-Ene-2018	12.5	3	4.2	8	4	3.4	6	3.2	0	0	NE	3
08-Ene-2018	6	-6		5	3	-4	3.8	2.2	13	2.2	SE	2
09-Ene-2018	11.1	2.6	3.6	8.4	3	2.8	6.2	2	0	0	NE	3
10-Ene-2018	10.2	1.4	3.6	9.4	4.4	2.4	6.2	3.2	0	0	NE	4
11-Ene-2018	10.5	2	3	9	4	2.2	6.4	3.2	0	1	NE	3
12-Ene-2018	11.3	2	4	8	3	3	6.2	2.2	0	8	NE	3
13-Ene-2018	11	2.2	4	8	3	3	6.4	2.2	2	7.4	NE	3
14-Ene-2018	10		2.4	9	4	1.2	7.2	3.2	0	0	NE	2
15-Ene-2018	6.5	1.4	2.6	5	2.4	1.6	3.8	1.4	0	8.3	SW	2
16-Ene-2018	9.5	1.2	3.6	7.6	4	2.4	5.4	3.2	3.2	1	NE	3
17-Ene-2018	10.5	1.8	3.6	6	4	2.4	4.4	3.2	4	6	NE	3
18-Ene-2018	10.4	1	2	8	4	1.4	6	3	2.2	7.2	NE	3
19-Ene-2018	10.2	2.6	4	10	4.2	3.2	7.4	3.4	2.3	4	NE	4
20-Ene-2018	8.5	2	3	8	3.4	2.4	6.4	2.4	1.4	5.5	NE	2
21-Ene-2018	10	.8	2.6	10	3.6	1.8	7.4	2.8	0	0	NE	3
22-Ene-2018	10.5	.6	3.2	8	4	2.4	6	3	5	1.7	NE	3
23-Ene-2018	9.5	.4	3	8	3	2.2	6.4	2.4	0	1	NE	4
24-Ene-2018	12.5	-8	1.2	11	.8	.4	8	.2	3	0	NW	2
25-Ene-2018	10	-2.2	-6	9	2.4	-1.4	7	1.6	3	1	NE	2
26-Ene-2018	10	-6	1.2	9.4	2.4	.4	7.4	1.4	2.5	1	NE	3
27-Ene-2018	11.9	-6	2.6	8.2	2	1.4	6	1.4	0	1.4	NW	3
28-Ene-2018	14.5	-1.9	-.8	13	6	-1.4	9.4	5	0	0	SW	2
29-Ene-2018	14		2	12.4	2.6	1.4	9	1.8	0	14	NW	3
30-Ene-2018	13.8		2	13	6	1.4	9	5	1	0	NW	3
31-Ene-2018	13.3	-6	3.2	11.4	6	2.4	8	5	0	0	NW	3

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

DIRECCIÓN DE VIENTO FEBRERO 2018

Estación : CERRO DE PASCO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : PASCO

Provincia : PASCO

Distrito : CHAUPIMARCA

Ir : 2018-02 ▼

Latitud : 10° 41' 37"

Longitud : 76° 15' 1"

Altitud : 4260

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2018	13.4	-.8	2.4	12	4.2	1.4	8.4	3.4	0	1	NE	3
02-Feb-2018	13.5	.8	3.4	13	4	2.2	9.4	3.2	10	0	C	
03-Feb-2018	13.5	1.2	5	12.6	5.4	3.4	9.4	4	0	0	NE	3
04-Feb-2018	12	1.4	4.2	9	5	3.4	6.4	4	0	3	NE	2
05-Feb-2018	11	3.2	4.4	11	5.6	3.6	8.4	4.4	3	2.6	NE	2
06-Feb-2018	11	4	5.4	10	5	4.4	7.4	4	0	0	NE	3
07-Feb-2018	12.1	1	3	11	6	2	8	5	0	1.8	NW	2
08-Feb-2018	12.5	3.4	4.6	12	3.4	3.6	9	2.2	0	4.1	SW	2
09-Feb-2018	12.1	3.4	4.2	8.4	4.2	3.6	6.4	3.4	.5	11	NW	2
10-Feb-2018	10.5	3	4	9	4.4	3.2	7.2	3.2	0	0	NE	3
11-Feb-2018	10.6	2	3.6	10	4	2.4	7.6	3	0	5	NE	2
12-Feb-2018	11.1	1.8	3.8	10.4	5.4	2.6	8	4.2	0	0	C	
13-Feb-2018	11.2	3	5	8.4	5.4	4	6	4.2	0	4.5	SE	3
14-Feb-2018	10.5	3.4	5	9	5.2	4	7	4.4	2.7	2.4	NW	3
15-Feb-2018	11	3	4.2	10.8	5	3.4	8	4	1	.6	NE	4
16-Feb-2018	10	2	2.6	7.4	4.6	2	5.4	3.4	2.7	1.6	NE	4
17-Feb-2018	12	2.8	5	11	5.2	4	8	4	0	1.7	NE	2
18-Feb-2018	11.5	3.2	5	6	4	4.2	4.6	3	1.7	5	C	
19-Feb-2018	9.5	2.8	4.2	5	3	3.4	3.8	2.2	2.5	3.2	NW	3
20-Feb-2018	10.9	.8	3.4	8.2	3.4	2.2	6.4	2.4	0	6.7	NE	3
21-Feb-2018	14		2.4	12	5.2	1.2	9	4	0	5	SW	3
22-Feb-2018	12.8	1.2	3.4	9	4.2	2.2	7	3.4	0	3	NE	3
23-Feb-2018	11	2.2	3	11	4.6	2.4	8	3.4	0	3.7	NE	2
24-Feb-2018	10	1.4	2.8	9.5	4.4	2	7.4	3.4	0	0	C	
25-Feb-2018	10.5	.6	3	10	4	2.2	8	3	3	0	NE	3
26-Feb-2018	10.2	2.6	3.8	10	5	3	7.4	4	0	0	NE	2
27-Feb-2018	11.2	1.8	2.6	9.4	5	2	7	4	0	0	NE	3
28-Feb-2018	11.7	2	4.2	9.4	3	3.4	7	2.2	0	5	NE	3

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad

DIRECCIÓN DE VIENTO JULIO 2018

Estación : CERRO DE PASCO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : PASCO

Provincia : PASCO

Distrito : CHAUPIMARCA

Ir : 2018-07 ▼

Latitud : 10° 41' 37"

Longitud : 76° 15' 1"

Altitud : 4260

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jul-2018	11.5	-4.4	-3	11	3.4	-3.6	6.4	1.4	0	0	N	2
02-Jul-2018	12	-3.8	-2.4	11.2	3.6	-3	6	2	0	0	NE	2
03-Jul-2018	12.2	-3.6	-2.2	11.6	3.4	-3	6.2	2	0	0	NE	2
04-Jul-2018	12.5	-5.4	-3.6	10	3.2	-4.4	5	1.6	0	0	NW	3
05-Jul-2018	12.2	-2.4	.4	11.6	4	-2	7	3	0	0	NE	3
06-Jul-2018	13	-4	-8	12	4.2	-1.8	6.4	3	0	0	NE	2
07-Jul-2018	12.5	-4.2	-3	11.4	3.8	-3.6	5.2	2.6	0	0	NE	4
08-Jul-2018	12.3	-6.3	-5.4	11	3.6	-6	4	2	0	0	NW	3
09-Jul-2018	10	-2.2	-1	10	3	-1.6	6	2	0	0	NW	4
10-Jul-2018	9.6	.8	2	9	1.4	1.2	5.8	.4	0	3	NE	4
11-Jul-2018	8.6	1	1.6	8.4	3	1	4	1.4	0	1	NW	4
12-Jul-2018	6.5	.4	1.4	6.4	1.2	.6	3.6	.4	.5	0	NW	4
13-Jul-2018	7		.4	7	2		4	.6	0	0	NW	4
14-Jul-2018	10	-4	.8	8	3.6	.2	4.6	2.2	0	0	NW	5
15-Jul-2018	11	-2		10	4	-6	4.4	2.6	0	0	NE	3
16-Jul-2018	8.5	-4	-2.4	8	1.6	-3	4	.6	0	0	NE	4
17-Jul-2018	10	-3.6	-1.4	9	2	-2.2	5	1	0	0	NW	4
18-Jul-2018	7	.6	1.4	6	2.6	.8	4	1.4	1	0	NE	4
19-Jul-2018	9	1	1.4	8	3	1	4	1.6	.6	.5	NE	5
20-Jul-2018	8.7	-1.4	1	8.4	2.2		4.6	1	0	0	NE	5
21-Jul-2018	8	1	2	5	3.2	1.4	3.6	2	2	1	NE	3
22-Jul-2018	11		1	10	4	.4	5	2.6	6	.6	NE	4
23-Jul-2018	11.6	1	1.8	11.6	3.4	1.2	7	2	0	0	NE	4
24-Jul-2018	10.9	-1.2	.2	9.6	3	-6	5.4	1.8	0	0	NE	3
25-Jul-2018	11	-1.6		10	3.6	-8	4.6	1.8	0	0	NE	4
26-Jul-2018	11.5	-2.7	-1.6	11	4	-2.2	5	2.6	0	0	NE	4
27-Jul-2018	11.5	-5.2	-2.2	11	3.8	-3	4.6	1.4	0	0	NW	3
28-Jul-2018	12.7	-5	-2.4	12	3	-3.6	5	1.8	0	0	NE	4
29-Jul-2018	13	-4.8	-3	11	3.4	-4	5.4	2	0	0	NE	4
30-Jul-2018	13	-3.4	-8	10.6	4.6	-1.6	5	2.4	0	0	SW	3
31-Jul-2018	13.2	-8		13	5	-6	6	3.4	0	0	NE	4

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

DIRECCIÓN DE VIENTO DICIEMBRE 2018

Estación : CERRO DE PASCO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : PASCO

Provincia : PASCO

Distrito : CHAUPIMARCA

Ir : 2018-12 ▼

Latitud : 10° 41' 37"

Longitud : 76° 15' 1"

Altitud : 4260

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	0	-999	S/D	-999
02-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
03-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
04-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
05-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
06-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
07-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
08-Dic-2018	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	S/D	-999
09-Dic-2018	11.5		4	11	5	2.8	7.4	4	0	0	NE	2
10-Dic-2018	10.6	.2	2.6	10	3.8	1.4	7	2.6	0	0	NE	4
11-Dic-2018	11	1.4	3.4	10.2	4	2.4	7	3	3	0	NE	5
12-Dic-2018	10.7	1.6	3.6	10	4	2.4	8	2.8	0	0	NE	4
13-Dic-2018	11.6	-1	2.2	11	4	1.4	8	3	0	0	NE	2
14-Dic-2018	15	-1.2	2	14	5.6	1.2	11	4.4	0	0	NE	3
15-Dic-2018	10.4	1.4	3	9.6	4.2	2	6.4	3.4	6.2	0	NE	4
16-Dic-2018	9.5	2.8	4	7	4	3	5	3.2	0	2.4	NE	4
17-Dic-2018	12	2.2	4.6	9.4	1	3.4	6.2	.4	17	5	NE	5
18-Dic-2018	8.3	.6	3.2	5.4	1.2	2.2	4	.4	10.8	26.2	NE	4
19-Dic-2018	10.2	1	3.6	8	2.4	2.4	5.6	1.6	12	10	NE	3
20-Dic-2018	11.9	1.2	3.8	11	5	2.4	8	4	13.5	0	NE	3
21-Dic-2018	11	.2	1.4	11	1	.6	8.4	.4	20	4	C	
22-Dic-2018	11	1.6	3	10.6	1	2.2	7.4	.4	0	50	NE	3
23-Dic-2018	12.5		3	12	5	2	9	4	1	1	NE	3
24-Dic-2018	12.1	1.4	3	8.2	2	2.2	6	1	0	10	NE	4
25-Dic-2018	10.5	1.6	4	9	3.2	3	6.4	2.4	0	0	NE	2
26-Dic-2018	11.2	1.2	3.4	10	5	2.4	7.4	4	0	0	NE	2
27-Dic-2018	12.2	2.3	4	11.4	3	2.8	8	2.2	0	0	NE	4
28-Dic-2018	11	.4	3	10	4	2	8	3	3.5	2	NW	2
29-Dic-2018	11.4	1.6	3	8.6	.6	2.2	6		3	12	NE	3
30-Dic-2018	12	-4	1.6	11	3.4	.4	8	2.4	0	7	NE	2
31-Dic-2018	13	1	3.8	11	5.2	2.6	8.4	4	0	3	NE	3

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad