



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

**CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN EL RÍO SAN PABLO POR EL
VERTIDO DE METALES TRAZA DE LOS RELAVES DEL
PASIVO AMBIENTAL DE LA MINA PAREDONES**

PRESENTADO POR:

Bachiller: Elvis Reyna Benites

ASESOR:

Ing. Alois Silva Ugaz

TRUJILLO - PERÚ

2017

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios Padre Todopoderoso quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la fe, la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy; en especial a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Elvis Reyna Benites

AGRADECIMIENTOS

Es oportuno agradecer a todos mis docentes, por sus enseñanzas y entregarnos sus conocimientos y experiencias que han enriquecido día a día nuestra formación profesional permitiendo tomar conciencia de la realidad que atraviesa actualmente nuestra biosfera y así proponer soluciones que permitan aliviar la insostenibilidad de nuestras acciones.

También quiero expresar mi agradecimiento a todos mis familiares, amigos y compañeros que de una u otra forma han contribuido a la realización del presente trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

Ítem	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	05
1.1 Descripción del problema	05
1.2 Delimitaciones y Definición del problema	07
1.3 Formulación del problema	09
1.4 Objetivos de la Investigación	09
1.5 Hipótesis de la investigación	10
1.6 Variables e Indicadores	10
1.7 Viabilidad de la investigación	12
1.8 Justificación e Importancia de la Investigación	13
1.9 Limitaciones de la Investigación	14
1.10 Tipo y Nivel de la Investigación	15
1.11 Método y Diseño de la investigación	15
1.12 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	16
1.13 Cobertura de Estudio	17
1.14 Cronograma y Presupuesto	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la Investigación	20
2.2. Marco conceptual	22

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis de Resultados

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

4.2. Recomendaciones

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

ANEXOS 53

GLOSARIO DE TÉRMINOS 54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. El Panorama Mundial del Riesgo 2016	1
Gráfico N° 02. Utilidad del Sistema - Campo de acción estratégico	60
Gráfico N° 03. Utilidad del Sistema - Integración de los procesos críticos	62
Gráfico N° 04. Versatilidad del Sistema - Estandarización y parametrización	64
Gráfico N° 05. Versatilidad del Sistema - Interrelación de datos	66
Gráfico N° 06. Productividad de la Gestión - Reducción de esfuerzo y tiempo	68
Gráfico N° 07. Productividad de la Gestión - Toma de decisiones	70
Gráfico N° 08. Gestión Participativa - Involucramiento de todas las áreas	70
Gráfico N° 09. Gestión Participativa - Gestión del Conocimiento	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Producción de Agua para Consumo Humano en Trujillo Metropolitano del año 2016	8
Tabla N° 02. Tipos de datos que se requieren en la gestión del agua subterránea	20
Tabla N° 03. Normatividad vinculante a los Recursos Hídricos	34
Tabla N° 04. LMP de Parámetros de Calidad Microbiológica y Parasitológica aplicado a Fuente de Agua Subterránea	37
Tabla N° 05. LMP de Parámetros de Calidad Organoléptica aplicados a la Fuente de Agua Subterránea	37
Tabla N° 06. LMP de Parámetros de Calidad Química Inorgánica y Orgánica aplicados a la Fuente de Agua Subterránea	38
Tabla N° 07. Información de Base del Sistema Georreferenciado	69
Tabla N° 08. Información Temática del Sistema Georreferenciado	69
Tabla N° 09. Lista de Modelos de Geoprocesamiento	69
Tabla N° 10. Análisis de la Utilidad del Sistema - Campo de acción estratégico	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está referido a la determinación del grado de contaminación del agua del río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones, con lo cual estamos contribuyendo a comprender mejor como es que los pasivos ambientales mineros pueden causar serios problemas en los diferentes ecosistemas y generar conciencia en las autoridades para poner en marcha planes de manejo ambiental tendientes a recuperar estos ecosistemas afectados.

Este trabajo de investigación plantea como objetivos: Determinar los niveles de concentración de metales traza como Fe, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg, Cr, Mn, Se y As; presentes en el agua del río San Pablo y establecer la influencia de los factores físico - químicos en la calidad del agua categoría 3 y 4 del mencionado río, contribuyendo así a una mejor gestión del agua en nuestra región.

El problema identificado para desarrollar el presente trabajo investigativo, es que existe la necesidad de conocer el grado de contaminación de este importante tributario del río Jequetepeque como lo es el río San Pablo, con lo cual en un futuro cercano seamos capaces de implementar un plan de recuperación de estos ecosistemas afectados por la minería, generando nuevas oportunidades para el desarrollo de otras actividades productivas que no afecten la calidad del agua y se garantice su sostenibilidad.

Con los resultados obtenidos seremos capaces de despertar el interés por la conservación de los ecosistemas acuáticos generando mejoras en el medio ambiente incrementando la calidad de vida de la población aledaña.

Palabras clave: Contaminación, metales traza, pasivos ambientales y relaves.

ABSTRACT

The present research work refers to the determination of the degree of contamination of the San Pablo River water caused by the discharge of trace metals from the tailings from the environmental liability of the Paredones mine, with which we are contributing to better understand how the mining environmental liabilities can cause serious problems in different ecosystems and generate awareness in the authorities to implement environmental management plans aimed at recovering these affected ecosystems.

This research work aims to: Determine the concentration levels of trace metals such as Fe, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg, Cr, Mn, Se and As; present in the water of the San Pablo river and establish the influence of the physical - chemical factors on the quality of water category 3 and 4 of the mentioned river, thus contributing to better water management in our region.

The problem identified to develop the present investigative work is that there is a need to know the degree of contamination of this important tributary of the Jequetepeque river, such as the San Pablo River, with which in the near future we are able to implement a plan of recovery of these ecosystems affected by mining, generating new opportunities for the development of other productive activities that do not affect water quality and guarantee their sustainability.

With the obtained results we will be able to awaken the interest for the conservation of the aquatic ecosystems generating improvements in the environment increasing the quality of life of the surrounding population.

Keywords: Pollution, trace metals, environmental liabilities and tailings.

INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas del país, en donde la actividad minera por sí misma afecta áreas relativamente pequeñas, pero pueden tener gran impacto local sobre el ambiente, puesto que la liberación de metales de los lugares mineros ocurre, principalmente, a través de drenaje ácido de mina y erosión de desechos en pilas y depósitos de relaves. Cuando estos depósitos contienen sulfuros (pirita) y hay acceso de oxígeno, se obtienen resultados de drenaje ácido de mina (DAM). Dependiendo de la naturaleza de los desechos de rocas y depósitos de relaves, este DAM contendrá elevados niveles de metales pesados.

Como se sabe, muchos pasivos ambientales se generaron en el pasado, puesto que, en la época de extracción de minerales, no existían leyes y normas ambientales vigentes que se encargaran de regularlos. Sin embargo, a pesar de ello, en la actualidad, estos pasivos ambientales no son controlados de manera adecuada debido al propio desinterés por parte de organismos reguladores y debido a la falta de conocimiento, experiencia y manejo de tecnologías que hagan reaprovechables dichos pasivos.

Es en ese sentido, que se produce la contaminación del medio físico, tal como: la contaminación del agua y del suelo.

Tal es así, que el objetivo principal de esta tesis es determinar el grado de contaminación del agua en el río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones. La investigación en la calidad del agua se desarrollará en una serie de tiempo, tomando como patrones de análisis a los iones metálicos de Fe, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg, Cr; Mn, Se,

As y al pH del agua; a los cuales se les realizará un análisis comparativo con la normativa ambiental como es los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECA) para la Categoría III y IV (Riego y Bebida de Animales, y Conservación del Ambiente Acuático), aprobados mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, siendo éste un referente legal ambiental decisivo para el análisis de la calidad del agua, ya que constituyen los valores óptimos que aseguran la calidad de los recursos hídricos superficiales en nuestro país.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción del problema

En los últimos años la puesta en operación de muchos proyectos mineros en el Perú, ha generado que las aguas contaminadas por relaves mineros se incrementen, porque los ríos, lagos, lagunas y el mar son los receptores finales de las evacuaciones residuales provocadas por el hombre (Real Instituto de Tecnología de Suecia, 1973; Southern Perú Cooper Corporation, 1986).

Chiang (1989) afirma que los metales pesados como el Pb, Fe, Cu, Zn, As, Cr, Cd, Mg, y algunos reactivos químicos utilizados en las plantas de tratamiento de minerales, en el corto plazo no se degradan, biológica ni químicamente en la naturaleza; por lo que son considerados tóxicos para la mayor parte de organismos. Campos (1990) sostiene que los compuestos que contienen metales pesados, se pueden alterar, pero los elementos metálicos permanecen en el ambiente, pudiendo ser acumulados como iones o como integrantes de compuestos orgánicos en los organismos por largos períodos de tiempo.

En el Departamento de La Libertad (Perú), muchos investigadores han realizado estudios sobre el impacto de los relaves mineros sobre las aguas, suelos y cultivos. Así, León (1992) evaluó los efectos de los metales pesados sobre la calidad del agua del río Moche. Por otra parte, Sotelo y Palomino (1995), al evaluar el deterioro del ecosistema del río Moche por

la actividad minera, determinaron que el metal de mayor acumulación fue el hierro, el cual alcanzó hasta 720 ppm, afectando la producción de los suelos agrícolas. Asimismo, Cisneros (1996), determinó los niveles de metales pesados en los ríos Pagash y Moche, reportando 113,2 ppm de hierro, el cual es un nivel elevado para agua de riego, ya que supera los límites máximos permisibles.

El área de estudio es una zona donde la actividad minera se ha desarrollado desde hace muchas décadas atrás aproximadamente desde los años 30, época en la cual no se tenían las actuales exigencias de la normativa ambiental legal y por tal motivo tenemos actualmente catalogados en la zona pasivos ambientales mineros entre bocaminas, relaveras e infraestructuras asentados a orillas de las aguas de los ríos, los cuáles son fuentes aportantes de metales traza a las aguas del río San Pablo, debido a que no están siendo manejados ni por la empresa privada ni por el estado. Ante esta realidad, se hace necesario determinar los niveles de contaminación actual por el vertido del relave minero de la Mina Paredones que afecta la calidad del agua del río San Pablo en la época de lluvia.

1.2. Delimitaciones y Definición del problema

1.2.1. Delimitaciones

A. Delimitación espacial

La presente investigación se desarrolló en el área correspondiente a la mina Paredones localizado en el Distrito de San Bernardino, Provincia de San Pablo, Departamento de Cajamarca.

- Distrito: San Bernardino.
- Provincia: San Pablo.
- Región: Cajamarca.
- Ubigeo: 061202.
- Latitud Sur: 79° 11' 18,3" S (-7.18842890000).
- Longitud Oeste: 78°49'23,3" W (-78.82312502000).
- Altitud: 944 msnm.

B. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación estuvo delimitado por el tiempo; y su duración fue de 04 meses desde febrero hasta mayo del año 2017, las pruebas, monitoreos y análisis de la calidad del agua se realizaron entre los meses de marzo y abril del presente año.

C. Delimitación social

El presente trabajo de investigación involucró a los pobladores ubicados dentro del área de influencia directa de la Mina Paredones puesto que se realizó la evaluación de parámetros que son dañinos para la salud de la población, lo cual contribuirá a tomar medidas preventivas y de decisión con el fin de disminuir la contaminación del río San Pablo.

D. Delimitación conceptual

Esta investigación abarca conceptos fundamentales para la satisfacción de necesidades como es mejor tratamiento y reúso de las aguas provenientes de los relaves mineros desde la fuente y los puntos

determinados para el muestreo y determinar los grados de contaminación que existe comparándolos con los Estándares de Calidad Ambiental para las aguas (ECA) y sus diferentes usos como la de tipo 3 (para bebida de animales y riego agrícola) y 4 (Conservación del Ambiente Acuático).

1.2.2. Definición del problema

El estudio permitió establecer, entre otros aspectos, la concentración de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones y la calidad del agua del río San Pablo para lo cual la información recabada nos dará a conocer el objetivo principal que viene a ser la concentración de metales disueltos y su grado de contaminación del agua en el río San Pablo.

El presente trabajo de investigación es importante porque contribuye a contrastar la realidad que se vive actualmente en este lugar, con otras empresas del medio que tienen el mismo problema con el objeto de disminuir los impactos ambientales mineros que aquejan a nuestra región y país.

1.3. Formulación del problema

¿En qué dimensión la contaminación del agua del río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones impacta de tal manera que se superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua tipo 3 y 4?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar el grado de contaminación del agua en el río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los niveles de concentración de metales traza como Fe, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg, Cr, Mn, Se y As; presentes en el agua del río San Pablo.
- Establecer la influencia de los factores físico - químicos en la calidad del agua categoría 3 y 4 del río San Pablo.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis

La contaminación del agua del río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones impacta de tal manera que se superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3 y 4.

1.6. Variables e Indicadores

1.6.1. Variable Independiente

a) Dimensiones

Metales traza de los relaves del pasivo ambiental. - Los metales traza son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptible de presentarse en el agua destacamos el mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo.

Para obtener la concentración de metales traza y valores de pH menores a 5 es necesario muestrear en la fuente del desecho minero donde se origina el DAM, los cuales en conjunto manifestaran su concentración y pH.

b) Indicadores

Concentración de parámetros físicos y químicos y medición del pH en la fuente del desecho de la Mina Paredones del agua del rio San Pablo.

c) Índices

- Concentración de Fe.
- Concentración de Cu.
- Concentración de Pb.
- Concentración de Cd.
- Concentración de Zn.
- Concentración de Hg.
- Concentración de Cr.

- Concentración de Mn.
- Concentración de Se.
- Concentración de As.
- pH del agua.

1.6.2. Variable Dependiente

a) Dimensiones

Contaminación del agua en el río San Pablo. - La contaminación del agua es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para su consumo, industria, agricultura, pesca y actividades recreativas; así como también para los animales

La contaminación del agua se comprueba con los resultados obtenidos del muestreo de aguas y del reporte de los análisis de laboratorio los cuales sirven para tomar decisiones y compararlos con los ECA agua para la categoría 3 y 4.

b) Indicadores

Concentración de parámetros físicos y químicos de calidad de agua del río San Pablo.

c) Índices

- Concentración de Fe.
- Concentración de Cu.
- Concentración de Pb.
- Concentración de Cd.
- Concentración de Zn.

- Concentración de Hg.
- Concentración de Cr.
- Concentración de Mn.
- Concentración de Se.
- Concentración de As.
- pH del agua.

1.7. Viabilidad de la investigación

1.7.1. Viabilidad técnica

El presente trabajo de tesis fue viable técnicamente en la medida que se aplicaron las técnicas e instrumentos de recolección de datos para obtener información relevante para el estudio, la que se procesó, analizó y luego se llegó a formular conclusiones las que en algún momento serán de interés técnico-científico de tal manera que estas sirvan para la buena toma de decisiones en la gestión del medio ambiente.

1.7.2. Viabilidad operativa

Este trabajo de investigación fue viable operativamente puesto que fue posible desarrollar operacionalmente dentro de los procesos propios del estudio de la tesis que se llevó a cabo. Dada la naturaleza experimental del trabajo de investigación, este es completamente viable.

1.7.3. Viabilidad económica

Este trabajo de tesis fue viable en la medida que los costos que se generaron en la ejecución de la misma fueron autofinanciados por el tesista; dadas las razones académicas, fue posible poner en práctica la

tesis con un costo bastante económico pues se tratara de realizar muestreos por propia iniciativa y se realizaron análisis en los laboratorios de la Universidad Nacional de Trujillo con el apoyo de su personal.

1.8. Justificación e Importancia de la Investigación

1.8.1. Justificación

a) Justificación teórica

El presente trabajo de investigación se justifica teóricamente; puesto que, fue posible obtener información sobre la determinación de metales traza además de contar con la normatividad correspondiente para calidad de las aguas en nuestro país y poder analizar y evaluar los grados de contaminación.

b) Justificación metodológica

El trabajo de investigación se justifica porque se usó la metodología de la investigación científica, por lo tanto, se cumplió con los procesos establecidos como la formulación del problema hasta las conclusiones o recomendaciones.

c) Justificación práctica

El presente trabajo de tesis permitió conocer cuál es la realidad por la que está atravesando el río San Pablo por la evacuación de relaves de los pasivos ambientales de la mina Paredones, lo que permitirá en el futuro tomar mejores decisiones al momento de gestionar el medio ambiente en el lugar.

d) Justificación social

El trabajo de tesis permitirá en un futuro mejorar las relaciones sociales, ambientales y económicas de la mina Paredones con la comunidad y con la sociedad en su conjunto, permitiendo el desarrollo sostenible de diversas actividades productivas en el ámbito de influencia de la mina.

e) Justificación Ambiental:

La presente tesis permitió conocer el grado de contaminación por los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones, la cual servirá para tomar medidas de prevención en la reducción de la concentración de los contaminantes traza presente en las aguas ubicadas dentro del área de influencia de la mina Paredones, mejorando sustancialmente la calidad de las aguas las cuales son utilizadas para riego, bebida de animales y para la conservación de la vida acuática del lugar.

1.8.2. Importancia

La presente tesis es de gran importancia para la sociedad porque mediante los resultados encontrados nos permite evaluar el grado de contaminación de las aguas del río San Pablo como consecuencia de la descarga de los relaves de los pasivos ambientales de la Mina Paredones realizando comparaciones con la Normativa legal existente y evaluar si estas cumplen con los estándares establecidos y con ello tomar las medidas y decisiones pertinentes para el correcto manejo y gestión del tratamiento de los metales traza presente en estos relaves, contribuyendo a solucionar los distintos problemas ambientales en la zona debido a esto pasivos ambientales.

1.9. Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones que se presentaron en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

- a) Escasa disponibilidad de laboratorios debidamente registrados en INACAL, escasos de reactivos y equipos de medición.
- b) Dificultad en el tiempo de obtención de datos.
- c) Dificultad en el acceso para la toma de muestras.

1.10. Tipo y Nivel de la Investigación

1.10.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada y recibe el nombre de “Investigación Práctica o Empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. (Murillo, W, 2008).

1.10.2. Nivel de investigación

Por la naturaleza del estudio de la presente tesis, corresponde a un nivel de Investigación Experimental – de acuerdo al grado de profundidad con el que se va a realizar la investigación (Sampieri, Fernández, Baptista, 2010).

1.11. Método y Diseño de la investigación

1.11.1. Método de la investigación

Para la presente tesis se aplicó el método Inductivo – deductivo, analítico - sintético e histórico - crítico; considerando la naturaleza del trabajo de investigación. Es más, para el recojo, procesamiento y análisis e interpretación se aplicará las herramientas y técnicas de la Estadística descriptiva e Inferencial.

1.11.2. Diseño de la investigación

El diseño empleado en la presente investigación es pre-experimental (pre-prueba / post-prueba), donde no se realizará la manipulación deliberada de variables, en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos y los datos serán recolectados en un tiempo único (Sampieri, Fernández, Baptista, 2014).

El esquema es el siguiente:

G O₁ X O₂

Donde:

- G:** Grupo de estudio.
- O₁:** Pre-prueba, se recolectan datos y se describe categoría, concepto y variable.
- O₂:** Post-prueba, se recolectan datos y se describe categoría, concepto y variable.
- X:** Tratamiento y/o estímulo.

1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

1.12.1. Técnicas

El muestreo se realizó en los puntos pre-establecidos sobre el río San Pablo, y los parámetros de análisis seleccionados son los mencionados a continuación: concentración de metales traza de Fe, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg, Cr; Mn, Se, As y pH del agua.

Las muestras de agua se colocaron en botellas plásticas previamente esterilizadas y etiquetadas, acondicionadas en un freezer, las cuales fueron inmediatamente enviadas al Laboratorio para su análisis respectivo con los equipos de espectrofotometría de absorción atómica visible pertenecientes al laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo.

1.12.2. Instrumentos

- pH-metro.
- Cámara fotográfica.
- Recipientes para tomar muestras de agua (botellas de plástico de 1 litro).
- Espectrofotómetro de absorción atómica.

1.13. Cobertura de Estudio

1.13.1. Universo

El universo estará constituido por todas las aguas que fluyen por el río San Pablo y los drenajes del pasivo ambiental de la mina Paredones.

1.13.2. Muestra

La muestra fue tomada en un sector del río San Pablo (Tramo del lugar donde estaban los campamentos hasta 100 metros aguas abajo de la unión del relave pasivo ambiental de la mina Paredones y el cuerpo receptor del río San Pablo) tal como se muestra en el mapa 1.

Muestreo: Para el presente estudio se establecieron 3 puntos de muestreo ubicados en zonas puntuales, debido a la influencia de la actividad y el entorno presente.

Tabla 1: Descripción y ubicación de puntos de monitoreo.

Código	Coordenadas UTM	Descripción de puntos
M – 1		Descarga del relave en el río.
M – 2		100 m aguas arriba del relave pasivo ambiental.
M - 3		100 m aguas abajo del relave pasivo ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

1.14. Informe Final

Este trabajo de investigación se desarrolló acorde a la estructura y a los estándares proporcionados por la Universidad Alas Peruanas Filial Trujillo.

1.15. Cronograma y Presupuesto

Tabla 2. Cronograma.

ITEMS	ACTIVIDADES	AÑO	2017															
		MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
		SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recojo de información preliminar		■	■														
2	Análisis de información preliminar				■	■												
3	Elaboración de plan de investigación						■	■										
4	Elaboración del marco teórico								■	■	■							
5	Desarrollo del trabajo								■	■	■	■						
6	Trabajo de Campo												■					
7	Procesamiento de Datos												■	■				
8	Análisis de Resultados														■			
9	Discusión de Resultados														■			
10	Elaboración del Informe Preliminar														■	■		
11	Presentación del Informe Final															■		
12	Presentación del Informe																■	
13	Sustentación																	■

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 3. Presupuesto.

Ítems	Cantidad	Días	Viajes	Meses	P. Unitario	P. Total
Pasajes	1		4		200,00	800,00
Laptop	1			4	50,00	200,00
Alimentación	1	4			30,00	120,00
Asesoramiento	1				700,00	700,00
análisis de laboratorio						800,00
GPS	1				50,00	50,00
papel A4	½ millar				12,00	12,00
Impresiones					50,00	50,00
Lapiceros	10				2,00	20,00
bolsas para recolección de muestras	1 Paquete				30,00	30,00
USB	1				20,00	20,00
botellas de plástico para muestras líquidas	10				2,00	20,00
etiquetas de identificación	1 Paquete				25,00	25,00
Ácido clorhídrico	1				10,00	10,00
Bolsa hielo	2 kg				4,00	8,00
caja de tecnopor para traslado (cooler)	1				20,00	20,00
cámara fotográfica	1				50,00	50,00
EPP	1				120,00	120,00
Picota, palana, barreta.	Varios				300,00	300,00
libreta de campo	2				5,00	10,00
fotocopias de documentos					20,00	20,00
Linterna	2				45,00	90,00
TOTAL						3 475,00

FUENTE: Elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Medina et al., (2006), determinaron la caracterización fisicoquímica y microbiológica del río Chicama, regiones La Libertad y Cajamarca, Perú. Ellos concluyen que las muestras de aguas superficiales, muestran rangos variables de perturbación por contaminación difusa, producto de la actividad agropecuaria de la zona de estudio, la temperatura del agua muestra cambios significativos durante el día; debido a la altitud y las épocas de muestreo, existen importantes concentraciones de nitrógeno en sus tres formas (nitrato, nitrito y nitrógeno amoniacal), en la mayoría de las estaciones y épocas de muestreo y cuyo enriquecimiento con nitrógeno afecta a las comunidades microbianas presentes en estas aguas. Las concentraciones más significativas de nitritos y nitratos se localizan en los puntos con mayor actividad agrícola. Los niveles más significativos de contaminación difusa se han registrado en las estaciones pertenecientes a los afluentes de los ríos Membrillo y Cospán, que se encuentran impactados por coliformes fecales provenientes de los poblados adyacentes que no disponen de alcantarillado y por coliformes totales provenientes de la actividad ganadera de la zona.

Balmaceda et al., (2009), realizaron un estudio sobre el potencial hidrobiológico del río Huancabamba sector presa Limón. Para el análisis de los parámetros físico-químicos concluyen que, para los valores encontrados de la alcalinidad total, turbiedad y temperatura, no se

encuentra valores de comparación en nuestra legislación, las concentraciones que se presentan son naturales y representativas del río Huancabamba y no representan o evidencian contaminación alguna.

Respecto a los bicarbonatos, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica, las concentraciones que se presentan son todos valores menores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua (DS 002-2008-MINAM). Y en general, la superficie de la cuenca drenada y la distancia al origen del río, provoca una mayor concentración de estas variables en las aguas, incrementándose progresivamente con el discurrir de las aguas hacia las partes más bajas.

Los cambios, en las concentraciones de los sólidos suspendidos totales y en el color aparente y real, se evidencian posteriormente a los aumentos de avenidas o precipitaciones esporádicas arriba de la cuenca, que traen como consecuencia procesos de erosión del substrato superficial, debido a la fuerte escorrentía generada, esto también afectó la concentración de oxígeno disuelto, pero sin llegar a afectar las condiciones de oxigenación en los cuerpos de agua evaluados.

Las concentraciones de cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, oxígeno disuelto y aceites y grasas cumplen con lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua (DS 002-2008-MINAM).

La presencia esporádica en una estación de muestreo de concentraciones por encima de los límites permisibles de fosfatos, evidenciaría contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos.

La concentración de nitrógeno amoniacal sobre los límites permisibles está íntimamente relacionada con descargas recientes de desagües de pequeños poblados y ganadería local, siendo un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas, común en zonas rurales como las evaluadas, aunque se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales, por su rápida depuración natural.

Garbagnati et al., (2005), determinaron las características fisicoquímicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina. Concluyendo que, luego de muestreos periódicos durante 3 años consecutivos, se pudo corroborar que el sistema es capaz de mantener su condición base evidenciando la no existencia de variaciones significativas en los parámetros analizados, salvo en la conductividad. Los parámetros en estudio pueden utilizarse para monitorear este sistema a través de la construcción de cartas de control.

Para su correcta utilización, se deberá observar cuando un valor experimental (muestreo aleatorio) cae dentro del área comprendida entre los límites de advertencia y de acción, y se deberá adoptar una actitud alerta. Esta actitud será realizar un muestreo con mayor frecuencia o buscando causales en el entorno. Si el valor encontrado supera cualquiera de los límites de acción se deberán tomar de inmediato medidas correctivas. La variabilidad en el tiempo de las características físicas y químicas de un sistema, que muestran los gráficos de control, puede deberse a causas naturales o pueden originarse en acciones antropogénicas. Por lo tanto, es de primordial importancia efectuar

simultáneamente con la adquisición de datos de acuerdo a un plan de monitoreo definido, una estrecha vigilancia de la zona en estudio para detectar tal tipo de causales.

En el periodo en el que se ejecutó este trabajo, y hasta el presente, no se ha observado influencia antropogénica significativa, por lo que las fluctuaciones que se ponen en evidencia en los gráficos de control se pueden considerar como totalmente naturales reflejando lo que se denomina como 'la condición ambiental base del curso de agua estudiado'. Los valores de los distintos parámetros evaluados y su comportamiento a través del tiempo muestran un agua de excelente calidad, que se ajusta a los parámetros estipulados por los distintos organismos internacionales para distintos usos.

En las actuales condiciones de la zona bajo estudio, la capacidad buffer del sistema carbonato/ bicarbonato/ácido carbónico es suficiente para mantener los valores de pH en un rango muy estrecho, a pesar de las variaciones naturales.

Los bajos valores encontrados del índice buffer y concentración del anión hidrógeno carbonato determinan un sistema hídrico con una vulnerabilidad intrínseca elevada, pudiendo sufrir variaciones o cambios de pH en respuesta a diferentes alteraciones. Estos cambios de pH pueden ocasionar desequilibrios físico-químicos-biológicos del sistema estudiado. Castillo (2001) en su trabajo de investigación, "Contaminación por Metales Pesados en Agua, Sedimento y Biota del Lago Junín, enero a diciembre del 2000", en la que llegó a determinar niveles de concentración por metales

pesados en agua, además reporta indicios de diferencias concentración de metales pesados en organismos, pero de una manera general.

Contaminación de Metales Pesados, La peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables, por lo que una vez emitidos pueden permanecer en el medio ambiente durante cientos de años. Los elementos que han experimentado mayores incrementos en su producción en los últimos años son: Al, Ni, Cr, Cd. La minería en sus actividades de transporte, transferencia y procesado de minerales, desarrollada desde hace miles de años. Durante toda la vida minera de Oruro, más de 120 minas estatales y privadas, han dejado concentraciones altas de metales pesados con daños irreversibles para los ecosistemas terrestres, acuáticos. Lagos Poopó y Uru Uru, para lo cual se establecerán mecanismos de alternativas de solución, mediante el gobierno para establecer normas y estándares de los límites permisibles para los efluentes industriales mineros con la finalidad de proteger y preservar el los ecosistemas acuáticos y terrestres de País. (Ríos C. 2001). Los metales pesados como el Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Se, As, Cd, Hg, etc.; y algunos reactivos químicos utilizados en las plantas de procesamiento de minerales, no se degradan biológica ni químicamente en la naturaleza; por lo que son considerados tóxicos para la mayor parte de organismos vivos (Chiang, 1989).

Un aspecto importante del estudio de la contaminación acuática, es la aplicación de programas de vigilancia y monitoreo, cuya actividad principal está destinada a mitigar la contaminación actual, eliminarla o impedirla en

el futuro; y debe estar dirigida a evaluar durante un tiempo determinado el estado de ciertos parámetros que se consideren indicativos del proceso de deterioro de las aguas por la contaminación (Millones, 1995).

Son muchos los ríos y lagunas del país, donde han ocurrido desastres por contaminación minera; el caso más notable es la contaminación del río Mantaro, donde el alto grado de polución química de sus aguas ha motivado la desaparición de flora y fauna de éste río, en la mayor parte de su recorrido (OSASA, 1984). Paredes (1984), hace un estudio sobre los efluentes líquidos de la minería y su comportamiento químico en la potabilización del agua; Corzo (1986), hace una evaluación del problema de los residuos mineros en el Perú; la Southern Perú Copper Corporation (1986), relaciona la ecología con la actividad minera en Cuajone; León (1992), evalúa algunos metales que afectan la calidad del agua del río Moche; asimismo, Millones (1995), sustenta el seguimiento y evaluación ambiental en el manejo de cuencas.

El crecimiento de la población humana y el desarrollo de las grandes ciudades y las diversas industrias, han ocasionado la descarga de enormes cantidades de aguas residuales y de desechos industriales en los lagos y mares, causando gran contaminación hasta el grado de no poder utilizarse para la bebida, el uso doméstico y la irrigación (Odum, 1986).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Contaminación del Agua

Se considera que se genera contaminación en el agua por la adición de cualquier sustancia en cantidad suficiente para que cause efectos dañinos mensurables en la flora, la fauna (incluido el humano).

El agua de los ríos ha sido usada tradicionalmente como medio de evacuación de los desperdicios humanos y los ciclos biológicos del agua. Pero actualmente, ya no son solamente estos desperdicios orgánicos los que son arrojados a los ríos sino cantidades mayores de productos químicos nocivos que destruyen la vida animal y vegetal del ecosistema acuático y anulan o exceden la acción de las bacterias y las algas en el proceso de biodegradación de los contaminantes orgánicos y químicos de las aguas.

Los contaminantes más frecuentes de las aguas son: materias orgánicas y bacterias, hidrocarburos, desperdicios industriales, productos pesticidas y otros utilizados en la agricultura, productos químicos domésticos y desechos radioactivos. Lo más grave es que una parte de los derivados del petróleo son arrojados a los ríos y el mar y son absorbidos por la fauna y flora acuática que los retransmiten a los consumidores de peces, crustáceos, moluscos, algas, etc.

Los contaminantes en forma líquida provienen de las descargas de desechos domésticos, agrícolas e industriales en las vías acuáticas, de terrenos de alimentación de animales, de terrenos de relleno sanitario, de drenajes de minas y de fugas de fosas sépticas. Estos líquidos contienen minerales disueltos, desechos humanos y de animales, compuestos químicos sintéticos y materia coloidal y en suspensión. Entre los contaminantes sólidos se encuentran arena, arcillas, tierra, cenizas, materia vegetal agrícola, grasas, brea, papel, hule, plásticos, madera y metales.

2.2.2. Clasificación de la contaminación

Según el origen la contaminación es de dos tipos:

- a.** La contaminación producida por causas naturales o geoquímicas y que generalmente no está influenciada por el hombre, y
- b.** La contaminación provocada por las actividades del hombre y se le llama contaminación antropogénica.

Entre los efectos nocivos para organismos, poblaciones y ecosistemas destacan los siguientes:

- i.** Perjuicios a la salud humana (intoxicaciones, enfermedades infecciosas y crónicas, muerte).
- ii.** Daños a la flora y fauna (eutrofización, enfermedad y muerte).
- iii.** Alteraciones de ecosistemas (erosión, eutrofización, acumulación de compuestos dañinos persistente, destrucción).

- iv. Molestias estéticas (malos olores, sabores y apariencia desagradable).

2.2.3. Tipos de contaminantes

A. Contaminantes físicos

Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica).

B. Contaminantes químicos

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Gran parte de estos

contaminantes son liberados directamente a la atmósfera y son arrastrados por la lluvia. Esta lluvia ácida, tiene efectos nocivos que pueden observarse tanto en la vegetación como en edificios y monumentos de las ciudades industrializadas.

C. Los contaminantes orgánicos

También son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática (eutrofización).

D. Contaminantes biológicos

Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua.

Ciertas bacterias descomponen sustancias inorgánicas. La eliminación de los virus que se transportan en el agua es un trabajo muy difícil y costoso. La contaminación de los suelos afecta principalmente a las zonas rurales agrícolas y es una consecuencia de la expansión de ciertas técnicas agrícolas. Los fertilizantes químicos aumentan el rendimiento de las tierras de cultivo, pero su uso repetido conduce a la contaminación de los suelos, aire y agua. Además, los fosfatos y nitratos son arrastrados por las aguas superficiales a los lagos y ríos donde producen eutrofización y también contaminan las corrientes freáticas. Los pesticidas minerales u orgánicos utilizados para proteger los cultivos generan contaminación a los suelos y a la biomasa. También los suelos están expuestos a ser contaminados a través de las lluvias que arrastran metales pesados como el plomo, cadmio, mercurio y molibdeno, así como, sulfatos y nitratos producidos por la lluvia ácida.

En relación a estos drenajes ácidos existen informes sobre la mortandad de peces y crustáceos de ríos, afecciones al ganado, y destrucción de cultivos y riberas; siempre asociado a una coloración ocre-amarillenta de los lechos de ríos y lagos afectados y un incremento de la turbiedad de las aguas.

2.2.4. Contaminación por metales traza o metales pesados

El término de metal traza refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Los ejemplos de metales pesados incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd) el arsénico (As), el cromo (Cr), el talio (Tl), y el plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de tierra. No pueden ser degradados o ser destruidos. En un grado pequeño se incorporan a nuestros cuerpos vía el alimento, el agua potable y el aire. Como elementos de rastro, algunos metales pesados (cobre, selenio, zinc) son esenciales mantener el metabolismo del cuerpo humano. Sin embargo, en concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento. El envenenamiento por metales traza podría resultar, por ejemplo, de la contaminación del agua potable (tuberías del plomo), las altas concentraciones en el aire cerca de fuentes de la emisión, o producto vía la cadena de alimento.

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse, la bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto plazo, comparada a la concentración del producto químico en el ambiente. Se analizan (metabolizado) o se excretan los compuestos acumulan en cosas vivas cualquier momento se toman y se almacenan más rápidamente que ellos. Los metales pesados pueden entrar un

abastecimiento de agua por medio de residuos industriales y de deposita corrientes, los lagos, los ríos, etc.

Efecto de la contaminación por metales traza

1) Efectos ambientales del Arsénico

El Arsénico puede ser encontrado de forma natural en la tierra en pequeñas concentraciones. Esto ocurre en el suelo y minerales y puede entrar en el aire, agua y tierra a través de las tormentas de polvo y las aguas de escorrentía.

En realidad, el Arsénico es específicamente un compuesto móvil, básicamente significa que grandes concentraciones no aparecen probablemente en un sitio específico. Esto es una buena cosa, pero el punto negativo es que la contaminación por Arsénico llega a ser un tema amplio debido al fácil esparcimiento de este. Debido a las actividades humanas, mayormente a través de la minería y la fundición, naturalmente el Arsénico inmóvil se ha movilizó también y puede ahora ser encontrado en muchos lugares donde ellos no existían de forma natural.

El Arsénico es mayoritariamente emitido por las industrias productoras de cobre, pero también durante la producción de plomo y zinc y en la agricultura. Este no puede ser destruido una vez que este ha entrado en el Ambiente, así que las cantidades que hemos

añadido pueden esparcirse y causar efectos sobre la salud de los humanos y los animales en muchas localizaciones sobre la tierra. Las plantas absorben Arsénico con bastante facilidad, así que alto rango de concentraciones pueden estar presentes en la comida. Las concentraciones del peligroso Arsénico inorgánico que está actualmente presente en las aguas superficiales aumentan las posibilidades de alterar el material genético de los peces. Esto es mayormente causado por la acumulación de Arsénico en los organismos de las aguas dulces consumidores de plantas. Las aves comen peces que contienen eminentes cantidades de Arsénico y morirán como resultado del envenenamiento por Arsénico como consecuencia de la descomposición de los peces en sus cuerpos.

2) Efectos ambientales del Cobre

El Cobre puede ser liberado en el medioambiente tanto por actividades humanas como por procesos naturales. Ejemplo de fuentes naturales son las tormentas de polvo, descomposición de la vegetación, incendios forestales y aerosoles marinos. Unos pocos de ejemplos de actividades humanas que contribuyen a la liberación del Cobre han sido ya nombrados. Otros ejemplos son la minería, la producción de metal, la producción de madera y la producción de fertilizantes fosfatados.

El Cobre no se rompe en el ambiente y por eso se puede acumular en plantas y animales cuando este es encontrado en suelos. En suelos ricos en Cobre sólo un número pequeño de plantas pueden vivir. Por esta razón no hay diversidad de plantas cerca de las fábricas de Cobres, debido al efecto del Cobre sobre las plantas, es una seria amenaza para la producción en las granjas. El Cobre puede seriamente influir en el proceso de ciertas tierras agrícolas, dependiendo de la acidez del suelo y la presencia de materia orgánica. A pesar de esto el estiércol que contiene Cobre es todavía usado.

3) Efectos ambientales del Cadmio

La mayor parte del cadmio que se emite a la atmósfera se deposita en la tierra y en las aguas de la región cercana a la fuente de emisión. A partir de ésta, el cadmio es ingerido por los organismos y transportado a todos los eslabones de las cadenas alimenticias. Esta vía de asimilación es la principal ruta del cadmio para los animales y el hombre.

En las aguas superficiales, el cadmio se presenta como ion libre y en su solubilidad influyen la dureza, el pH, los complejos solubles y los sulfuros coloidales de éstas; en este medio se une a la materia particulada. Cuando las aguas dulces llegan al mar, el ion Cd^{2+} al

igual que los iones de otros metales pesados, tiende a depositarse en los sedimentos y así queda limitado a las aguas de las costas y los estuarios. Esta inmovilización es potencialmente peligrosa, ya que pueden llegar a disolverse de nuevo si el pH disminuye.

Generalmente, las concentraciones de este elemento son inferiores a 1 mg/kg en suelos y se mantienen entre 0,01 a 0,5 mg/kg. Las principales variaciones en el contenido de cadmio en este tipo de suelo se deben a la composición de la roca madre y al suministro de metales que provienen de fertilizantes, abonos, agroquímicos y la contaminación atmosférica. Debido a que el cadmio es un metal relativamente volátil, no se puede evitar que durante los procesos de soldadura se libere en altas concentraciones hacia la atmósfera. Los valores promedio de este metal en el aire son de aproximadamente 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4) Efectos ambientales del Cromo

En los lugares cercanos a las industrias que trabajan con compuestos de cromo, se ha observado que los polvos de desecho en el proceso de la fabricación de cromatos, así como los polvos de las chimeneas producen corrosión en la pintura de casas, automóviles, etc.

5) Efectos ambientales del Mercurio

El mercurio inorgánico (mercurio metálico y compuestos de mercurio inorgánicos) pasa al aire durante la extracción de depósitos minerales, al quemar carbón y basura y de plantas industriales.

El mercurio pasa al agua o a la tierra de depósitos naturales, de basurales y de actividad volcánica. El metil-mercurio puede ser formado en el agua y el suelo por pequeños organismos llamados bacterias. El metil-mercurio se acumula en los tejidos de peces. Peces de mayor tamaño y de mayor edad tienden a tener niveles de mercurio más altos.

6) Efectos ambientales del Plomo.

Una vez que el plomo ha llegado al suelo permanece ahí indefinidamente y sólo una pequeña parte e, transportada por la lluvia. Por ello, se debe considerar al plomo como uno de los principales depósitos de este contaminante. Mientras que, en suelos de sitios urbanos, la concentración de plomo llega a ser extremadamente elevada. En algunas ocasiones, por ejemplo, el contenido medio de plomo en las calles de algunas, zonas residenciales y comerciales llega a ser de 1 600 a 2 400 µg/g. Esto

representa un serio problema para la salud, en especial para los niños.

Se sabe que el plomo afecta adversamente a todos los organismos, aunque todavía se carece de suficiente información al respecto. En concentraciones de 0,1 a 0,5 mg/mL, este elemento retarda la ruptura heterolítica de la materia orgánica.

Las plantas que crecen en suelos contaminados por este elemento tienden a concentrarlo sobre todo en su sistema radicular. La contaminación se ha atribuido principalmente al plomo atmosférico. Algunos animales, por ejemplo, las lombrices de tierra, tienden a acumular plomo y pueden ser una de las rutas por las que este elemento entra a las cadenas alimenticias. En este caso, los demás eslabones serán los principales afectados.

7) Efectos ambientales del Hierro

El hierro (III) -O-arsenito, pentahidratado puede ser peligroso para el medio ambiente; se debe prestar especial atención a las plantas, el aire y el agua. Se recomienda encarecidamente que no se permita que el producto entre en el medio ambiente porque persiste en éste.

2.2.5. Calidad del agua

En todas las minas del mundo se están formulando las mismas preguntas concernientes a la protección del medio ambiente ¿qué calidad de agua de efluente es necesaria para la protección ambiental? un programa de muestreo de calidad de aguas superficiales es ayudar a absolver tales preguntas. No obstante, debe reconocerse que el programa de monitoreo será específico por sitio y que los diferentes tipos de minas e instalaciones de procesamiento, etapa o nivel de desarrollo, geología, hidrología y topografía determinarán en conjunto el referido programa.

Las áreas mineras en el Perú se ubican a lo largo del país, en una variedad de regiones geológicas, topográficas y climatológicas. La precipitación pluvial mensual puede oscilar entre 2 mm en la región costera hasta 460 mm en las regiones selváticas. En la zona montañosa, las precipitaciones pueden variar entre “0” mm a más de 100 mm en un año. De ese modo, la ubicación de la mina determinara el balance de agua del sitio, lo que puede variar considerablemente de lugar a lugar.

La calidad de agua de los efluentes (por ejemplo, cualquier agua que se descarga de la mina o de la planta procesadora) que drenan de cada sitio minero se especifica de dicho sitio. Parece ser que los principales problemas que se someterán a monitoreo sobre calidad de agua en las minas, incluyen: drenaje ácido con elevadas

concentraciones de sulfatos y metales disueltos; sólidos en suspensión y contenido de metales totales asociados; drenaje casi neutro con elevadas concentraciones de metales disueltos y nutrientes; reactivos químicos de proceso, especialmente cianuro; y aguas negras o servidas.

Monitoreo de la calidad del agua

El término agua superficial, se utiliza en referencia a cualquier tipo de agua que se encuentre al nivel de la superficie o por encima de la misma (por ejemplo, un lago, río o corriente) o al agua que se dirige a un cuerpo de agua superficial (como agua bombeada de labores subterráneas a la superficie). En muchos casos, las aguas freáticas se vuelven aguas superficiales mediante patrones de flujos naturales. Se refiere a cualquier tipo de agua que pueda muestrearse sin usar un pozo artesiano o una instalación artesiana de monitoreo.

En cada área de influencia de una mina normalmente se encuentran capacitados para llevar a cabo los trabajos correspondientes a un programa de monitoreo. Para garantizar la obtención de resultados consistentes y confiables de un programa de monitoreo, es importante contar con un grupo homogéneo de personas, debidamente capacitadas, que tengan bajo su responsabilidad el monitoreo de calidad de agua.

A. Estaciones de muestreo

El área de influencia de una mina puede abarcar una gran superficie, combinando labores antiguas, abandonadas (y algunas veces olvidadas) con las operaciones actuales. Independientemente de la complejidad de la mina, existen características comunes para todas las minas que proporcionan la base para identificar donde efectuar el muestreo.

Alcance

El primer paso para decidir donde efectuar el muestreo por calidad de agua es identificar el balance de agua de la propiedad minera: de donde ingresa el agua y por donde sale de la propiedad minera. El segundo paso es identificar todas las fuentes posibles de contaminantes y seleccionar las estaciones que se encuentran aguas arriba y aguas abajo de cada fuente. Marque todos los cursos naturales de agua (ríos, corrientes, lagos) y la dirección y volumen del flujo (aproximadamente). En el plano, marque todas las corrientes de agua del proceso, relacionadas con la mina, incluyendo la dirección y volumen del flujo.

Ubique todos los principales componentes de la mina: tajo abierto, labores subterráneas, embalses de relaves, botaderos,

apilamientos de mineral de baja ley o desechos, instalaciones de procesamiento, poblados aledaños y/o campamentos.

Utilice las cartas hidrográficas estacionales, los registros de precipitaciones en el área minera y observaciones para identificar los flujos que se presentan todo el año y aquellos que solo son estacionales. Los flujos que se presentan todo el año deben monitorearse regularmente. Puede establecerse estaciones en los flujos estacionales. Debe muestrearse todas las aguas que fluyan en el área de influencia de toda la mina, incluyendo los efluentes del procesamiento que se descargan a los cursos naturales de agua.

Medio Ambiente Receptor

El motivo para realizar el muestreo y el monitoreo de la calidad del agua es garantizar la protección del medio ambiente natural local. El medio ambiente receptor de aguas superficiales en el área de influencia de una mina se refiere a todos los cursos naturales de agua que dicha mina afecta. Generalmente, estos son los ríos superficiales, corrientes, lagos o sierras pantanosas en el área. El flujo de aguas freáticas dará su aporte a los mencionados cursos de agua. En cada curso de agua importante debe existir una estación de muestro aguas arriba y aguas abajo con relación a la mina.

Lo anterior es decisivo para determinar: cuáles son las condiciones naturales o de base para el curso de agua; si la mina está aportando contaminantes a las aguas naturales: si existen otras fuentes de contaminantes, ya sea naturales o antropogénicas; y hasta qué nivel se necesita controlar la descarga de contaminante desde la mina.

Todos los parámetros que se miden en la(s) fuente(s) deben medirse en el medio ambiente receptor. Además, debe realizarse una serie completa de análisis en las muestras extraídas aguas arriba para caracterizar las condiciones de base.

B. Muestreo de efluentes

Los objetivos del muestreo de efluentes son: establecer los procedimientos para la selección de puntos de muestreo, toma de muestras en cuerpos de agua y efluentes, asegurando la calidad de datos y custodia de las muestras con la finalidad de determinar la calidad y composición de las mismas, en el marco del procedimiento de autorización sanitaria de vertimiento.

Su aplicación en el ámbito nacional, servirá como procedimiento para los muestreos previa y post a la autorización sanitaria de vertimiento, acatada por los profesionales de la Dirección General de Salud Ambiental.

Previo al trabajo de campo y como parte del plan de muestreo deberá determinarse los puntos de muestreo y parámetros de análisis según los siguientes criterios.

Selección de puntos de muestreo

a. En el vertimiento

Las tomas de muestra se realizarán para efluentes que serán descargados o cuyo destino final son los ríos y sus afluentes, arroyos, torrentes y manantiales, lagos, lagunas y embalses de formación natural o artificial en sus diversas dimensiones y estados físicos durante épocas de estiaje y/o lluvias dependiendo de la fecha de la inspección, incluyendo al mar y sus diversas formaciones hidrogeomorfológicas.

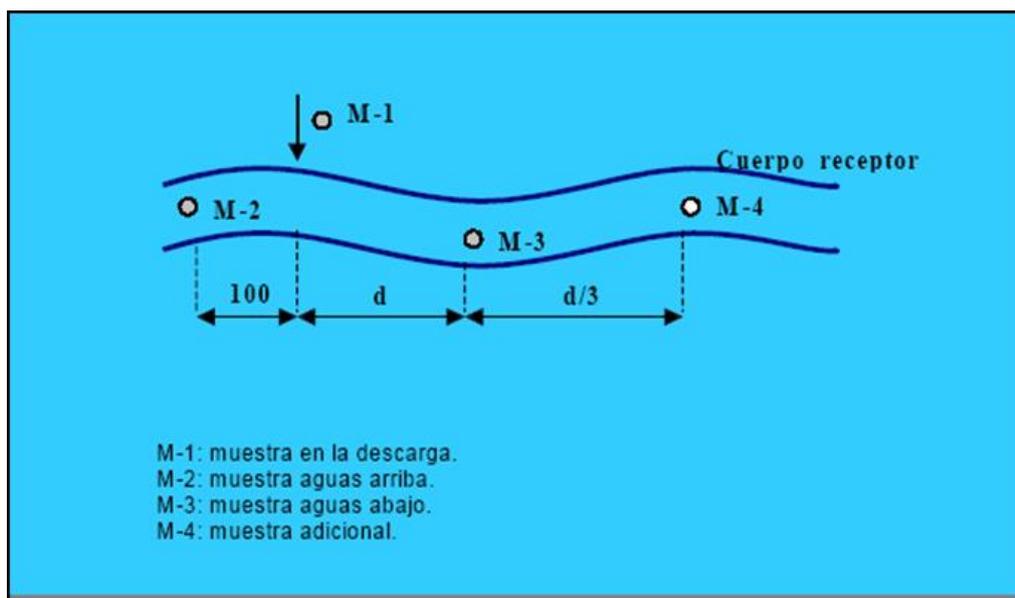
- 1) Para el caso de plantas de producción que cuenten con línea de emisión subacuática, la muestra y mediciones de caudal se tomará en la caja de registro o su equivalente.
- 2) De existir sistema de tratamiento de aguas residuales industriales y/o domésticas, se colectará muestras en el ingreso y salida de la planta, a fin de verificar la eficiencia de tratamiento.
- 3) Se tendrá la identificación y localización satelital del punto de muestreo, estableciendo en el equipo del sistema posicionamiento global (GPS), los datos de: DATUN DE MAPA.

b. En el recurso hídrico de descarga de cada vertimiento

1) En caso de ríos

- Elija una sección en donde el río esté lo más regular, accesible y uniforme en profundidad, por lo menos 100 metros aguas arriba de una confluencia, y cerca de un punto de referencia tal como un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial, etc.
- Se tendrá la identificación y localización satelital del punto de muestreo y de referencia (Ejemplo: puente, desagüe, aforo, etc.) en un mapa con un esquema y fotografías, estableciendo en el equipo del sistema de posicionamiento global (GPS), los datos de: DATUN DE MAPA.

Grafico 1: Puntos de monitoreo en un río.



Fuente: Elaboración propia.

- De existir efluentes (vertimientos) en el curso de agua, la toma de muestra en el cuerpo receptor será aguas abajo de la descarga y en el punto que asegure la mezcla completa. Se recomienda seguir los criterios siguientes para determinar las distancias aguas abajo:
- Además de la muestra tomada aguas abajo de la descarga, se recomienda tomar una muestra adicional más abajo de manera que se confirme la mezcla total de la descarga con el cuerpo receptor, a una distancia equivalente a la tercera parte de la muestra inicial (la distancia mínima será de 50 m), tal como se indica en el Gráfico. Esta muestra adicional se efectuará solo de verificarse que no existe ninguna descarga adicional en el tramo.
- Para el caso de vertimiento próximos; al contar con efluentes próximos entre sí, debiéndose tomar la distancia media entre el punto de descarga del efluente a evaluar y el punto de descarga del efluente aguas abajo.
- Para la toma de muestra del blanco, se considerará un punto que se encuentre fuera del área de influencia de cualquier efluente aguas arriba, en el caso que dicha distancia sea menor a 200 metros.
- De haber más de una descarga en un tramo corto del río, de manera tal, se tomará la muestra aguas abajo de la descarga, inmediatamente antes de la siguiente (de preferencia 50 metros antes).

Análisis de la calidad del agua

Los parámetros típicos de monitoreo para determinar la calidad del agua pueden describirse en dos grupos principales:

- Parámetros orgánicos
- Parámetros inorgánicos.

Con frecuencia dichos parámetros se describen en los siguientes términos:

A. Tipos de parámetros

- **Parámetros Inorgánicos**

Incluyen los sólidos totales en suspensión (o turbidez), temperatura, flujo, color, olor y sabor. Por conveniencia, el pH, Eh, conductividad, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto algunas veces se reportan con los parámetros físicos; iones principales, incluyendo sulfato, alcalinidad, acidez, cianuro y nutrientes tales como las especies de nitrógeno y fosfatos; metales disueltos que incluyen todos los iones metálicos cuyo tamaño de partícula sea menor de 0,45 μm y metales totales que incluyen todos los iones metálicos en una muestra no filtrada

- **Parámetros orgánicos**

Incluyen componentes de reactivos de procesamiento, fenol, petróleo y grasa, etc. Algunos parámetros se usan directamente para evaluar el impacto ambiental o la toxicidad del agua, ya sea para la salud humana, recursos acuáticos o para uso agrícola. Estos parámetros incluyen principalmente metales totales y disueltos, cianuro y iones principales como el amoníaco.

Algunos parámetros determinados deben medirse en todos los lugares de muestreo y para la mayoría de muestras. Estos se denominan parámetros básicos.

Los parámetros básicos pueden incluir pH, Eh, temperatura, conductividad, alcalinidad/acidez y sólidos totales disueltos (TDS) y sólidos totales en suspensión (TSS). Dependiendo de la geología de la mina y de los reactivos que se usan en el procesamiento, algunas mediciones son más apropiadas que otras. Estos parámetros específicos por lugar se seleccionan de una lista completa de metales, iones principales y orgánicos.

Es importante reconocer que no todos los parámetros deben medirse en cada muestra – la selección dependerá de la variabilidad del parámetro en la muestra de agua (la variabilidad más alta generalmente requiere de un análisis más frecuente), el nivel del problema asociado con los parámetros y el componente que se somete a muestreo.

B. Frecuencia

El cronograma de muestreo y análisis en cada área de influencia de una mina depende de las cartas hidrográficas de dicho lugar y del programa de manejo de aguas, así como de la etapa de operación. No obstante, todas las descargas de la mina al medio ambiente receptor debe someterse regularmente a muestreo y análisis; el muestreo debe ser más frecuente durante e inmediatamente después de un evento fuera de control, por ejemplo, derrame de reactivo, derrame de relaves, falla en la presa, etc. el muestreo debe ser más frecuente antes, durante e inmediatamente después de un cambio en el procesamiento, manejo de agua o de desechos si es que existe un impacto en la calidad del agua receptora.

Identifique los componentes para los que se producen cambios en el balance de agua y carga de contaminantes durante el año, en relación con otros, mostraran un mayor cambio con las influencias estacionales. Está directamente relacionada con el régimen climático.

C. Tipos de muestras

El tipo de muestra a tomarse de un cuerpo superficial de agua se determinará considerando las características de la estación de

muestreo y el flujo de agua; asimismo, la velocidad de flujo, tamaño o área de la masa de agua, homogeneidad, clima, flujo discreto o distribuido y los requisitos de precisión. Además, deberá considerarse el tipo de equipo que está disponible y la seguridad del técnico durante la toma de muestras.

- **Muestras tomadas al azar (puntuales)**

El tipo de muestra más común para el monitoreo regular de las aguas superficiales en la mina es una muestra "tomada al azar o puntual". La muestra se colecta en determinado momento y lugar en el recorrido del flujo de agua. Las muestras tomadas al azar en un río o poza también pueden tomarse en puntos separados sobre la profundidad en la columna de agua.

- **Muestras compuestas**

Se puede preparar muestras compuestas en un intervalo de tiempo discreto, extraídas de un lugar de muestreo seleccionado, a fin de determinar las condiciones "promedio". Puede obtenerse una muestra compuesta, ya sea por recolección continua, en un intervalo de tiempo, de una corriente de flujo bajo (muestra compuesta de una ida de un rezumadero de bajo flujo) o mezclando volúmenes recolectados a intervalos mayores sobre un período de

tiempo de un flujo de descarga elevado (muestra compuesta de 24 horas colectada a partir de muestras individuales, cada hora, desde una tubería de relaves).

No es aceptable juntar muestras compuestas de dos lugares diferentes debido a los cambios potenciales en la química del agua resultantes del mezclado de dichas muestras. Para calcular la composición promedio de agua a lo largo de una gran área, las muestras individuales deben analizarse y promediarse matemáticamente o usando un modelo geoquímico de mezcla.

D. Toma de Muestras

La topografía, lugar de colección, tipo de muestra y las condiciones determinaran los procedimientos específicos para cada estación en general:

- En un cuerpo de agua con más de una estación de muestreo, inicie éste en el punto más lejano aguas abajo, particularmente si alguna alteración física en un área pudiera influir en una estación aguas abajo; siempre muestre aguas arriba en cualquier camino, cruce o puente, a menos que la influencia de la estructura sea el objetivo del muestreo;
- Siempre muestree en el mismo lugar;
- Asegúrese de que la muestra pueda colectarse de manera segura, sin representar un riesgo para el técnico. Si existiera un

riesgo bajo ciertas condiciones, la estación de muestreo deberá reubicarse.

Al momento de tomar las muestras:

- Ubíquese de frente aguas arriba mientras muestrea para evitar la contaminación del agua por sedimentos en suspensión;
- Si se tiene que tomar varias botellas de muestra en el mismo lugar, ello deberá hacerse al mismo tiempo. Si fuera posible, es mejor recolectar una gran muestra y dividirla en sub muestras;
- Recolecte muestras para someter a QA/QC;
- Enjuague tres veces con agua destilada (sondas para los medidores) o con la solución a muestrear (ya sea la muestra original de la botella de 1L o la muestra filtrada de la botella de metales disueltos) el equipo de muestreo y filtración, equipo de análisis y botellas de muestreo de plástico; manipule los papeles de filtro únicamente con pinzas limpias. No toque con las manos el interior de las botellas, tapes o equipo de filtración;
- Complete las mediciones de campo en una sub muestra y registre estos datos en las hojas de campo (casillero B de la hoja de datos);
- Preserve las muestras. Rotule las muestras y registre el número de estas y los requerimientos analíticos en la hoja de datos. Almacene las muestras en un enfriador (alejado de la luz solar).

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis de Resultados

3.1.1. Resultados de la medición de las aguas del Rio San Pablo

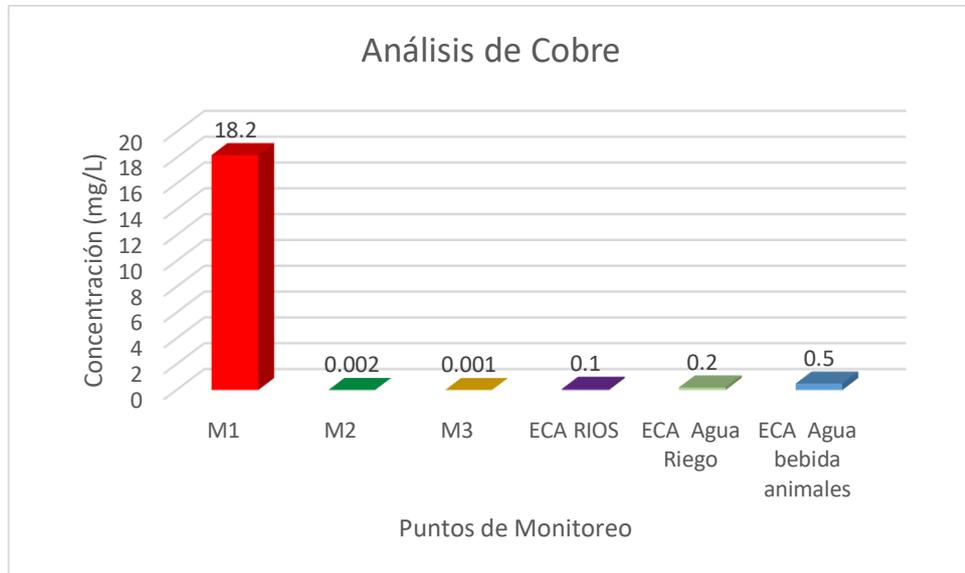
Para determinar la calidad de agua del Rio San Pablo en los puntos establecidos en el presente proyecto se procedió con el respectivo muestreo de acuerdo a los protocolos y la determinación de parámetros analizados en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo

Tabla N° 04: Resultados de los análisis de laboratorio de los Metales traza de los puntos de muestreo de los Relaves de La Compañía Minera Paredones SA.

PARAMETROS	UNID.	M1	M2	M3	ECA AGUA TIPO (4)	ECA AGUA TIPO 3	
						RIEGO	BEBIDA ANIMALES
Cobre	mg/L	18.20	0.002	0.001	0.1	0.2	0.5
Plomo	mg/L	21.20	0.010	0.04	0.0025	0.05	0.05
Cadmio	mg/L	3.33	0.001	0.001	0.00025	0.01	0.05
Zinc	mg/L	158.10	0.088	0.031	0.12	2	24
Cromo	mg/L	0.436	0.003	0.005	0.011	0.1	1
Manganeso	mg/L	100.60	0.11	0.087		0.2	02
Selenio	mg/L	0.068	0.005	0.004	0.005	0.02	0.05
Arsénico	mg/L	59.38	0.030	0.017	0.15	0.1	0.2

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 01: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Cobre

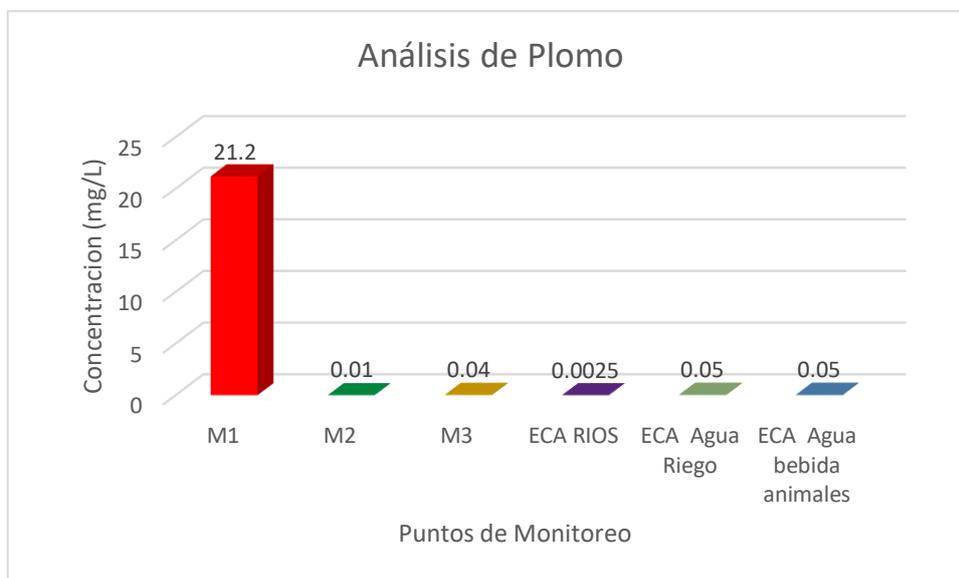


Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

En grafico 01, se muestra los valores de análisis de cobre en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración del arsénico es de 18.2 mg/L, la misma que se encuentra por encima de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 es de 0.002 mg/L y en el punto M3 es de 0.001 mg/L que se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental. Como podemos analizar del gráfico la contaminación de los relaves existe solamente en el punto de descarga de los efluentes.

Grafico N° 02: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Plomo.

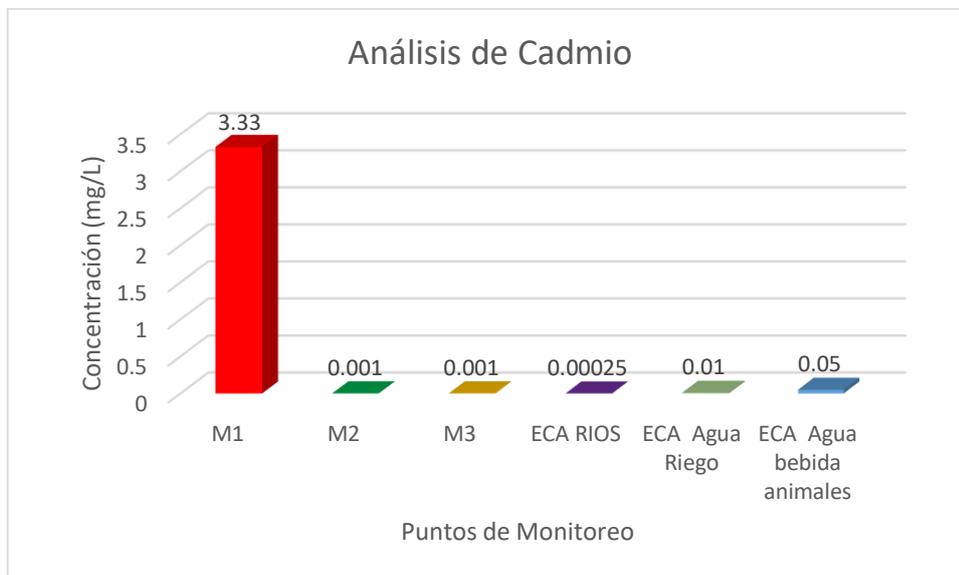


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

En grafico 02, se muestra los valores de análisis de plomo en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 21.2 mg/L la misma que es mayor de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 es de 0.01 mg/L está por encima del valor establecido en los ECA tipo 4 (ECA RIOS) pero está por debajo del valor establecido en la norma de Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3. En el punto M3 es de 0.04 mg/L que también es mayor que los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 4 pero es menor que los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3.

Gráfico N° 03: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Cadmio

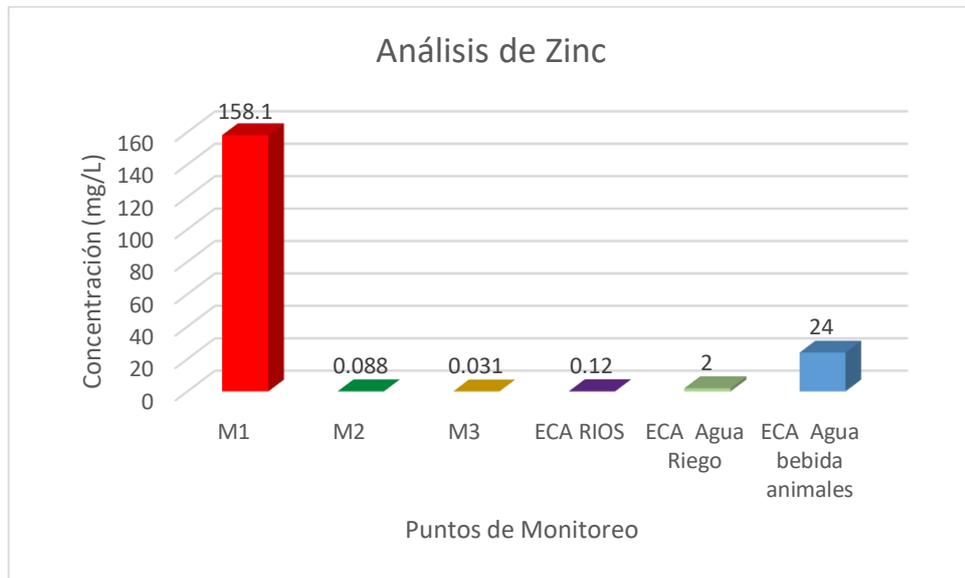


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En grafico 03, se muestra los valores de análisis de cadmio en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 3.33 mg/L la misma que es mayor de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 es de 0.001 mg/L está por encima del valor establecido en los ECA tipo 4 (ECA RIOS) pero está por debajo del valor establecido en la norma de Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3. En el punto M3 es de 0.001 mg/L está por encima del valor establecido en los ECA tipo 4 (ECA RIOS) pero está por debajo del valor establecido en la norma de Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3.

Grafico N° 04: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Zinc

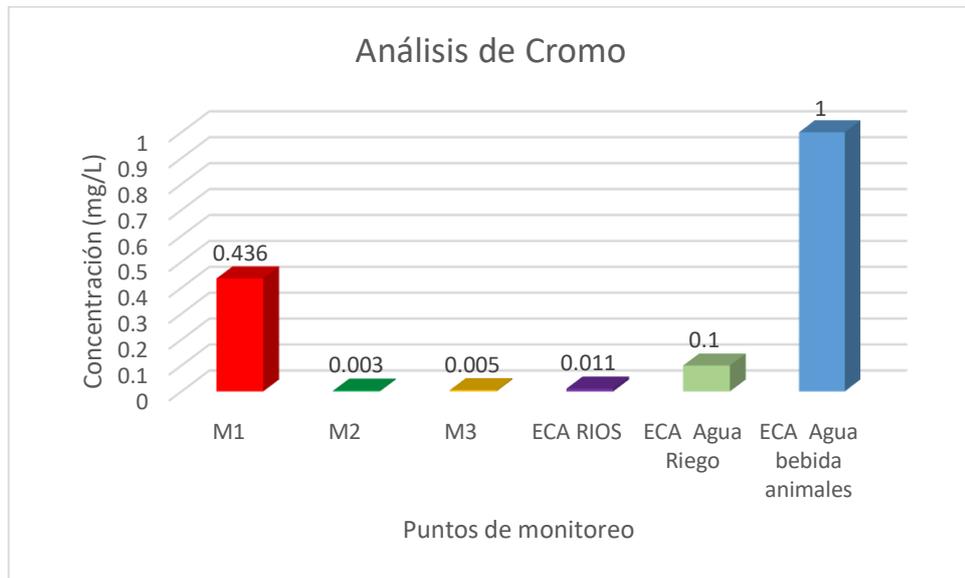


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

En grafico 04, se muestra los valores de análisis de zinc en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 158.1 mg/L la misma que es mayor de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 es de 0.088 mg/L y en el punto M3 es de 0.031 que están por debajo de lo establecido en la norma de los Estándares de Calidad Ambiental para estas aguas tanto del tipo 3 (riego y bebidas de animales) como de tipo 4 (aguas de ríos).

Grafico N° 05: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Cromo.

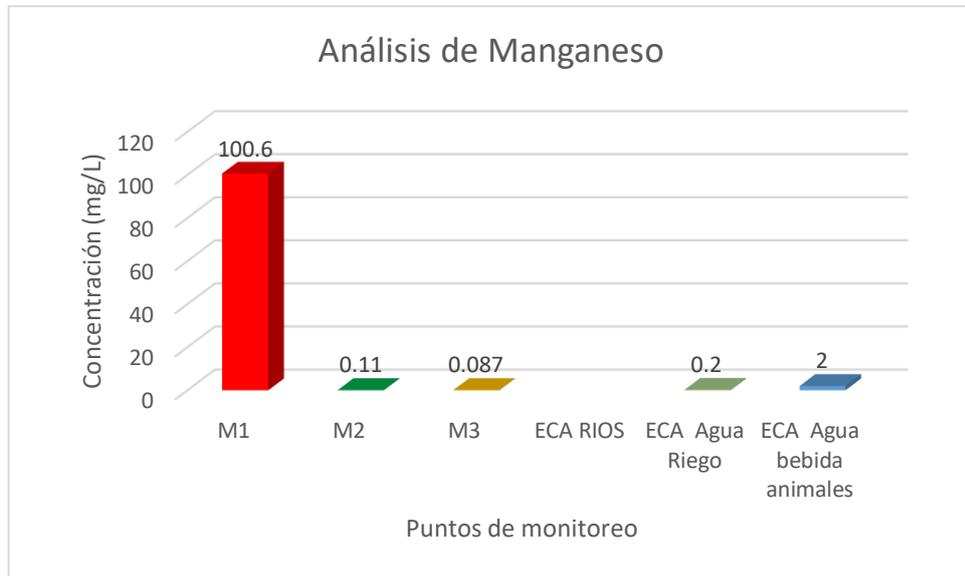


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En grafico 05, se muestra los valores de análisis de cromo en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 0.436 mg/L la misma que es mayor de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 la concentración es de 0.003 mg/L y que es menor del valor establecido en la norma de Estándares de Calidad Ambiental para estas aguas tipo 3 y tipo 4 y en el punto M3 la concentración es de 0.005 mg/L que también es menor del valor establecido en la norma de Estándares de Calidad Ambiental para aguas tipo 3 y tipo 4.

Grafico N° 06: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Manganeso.

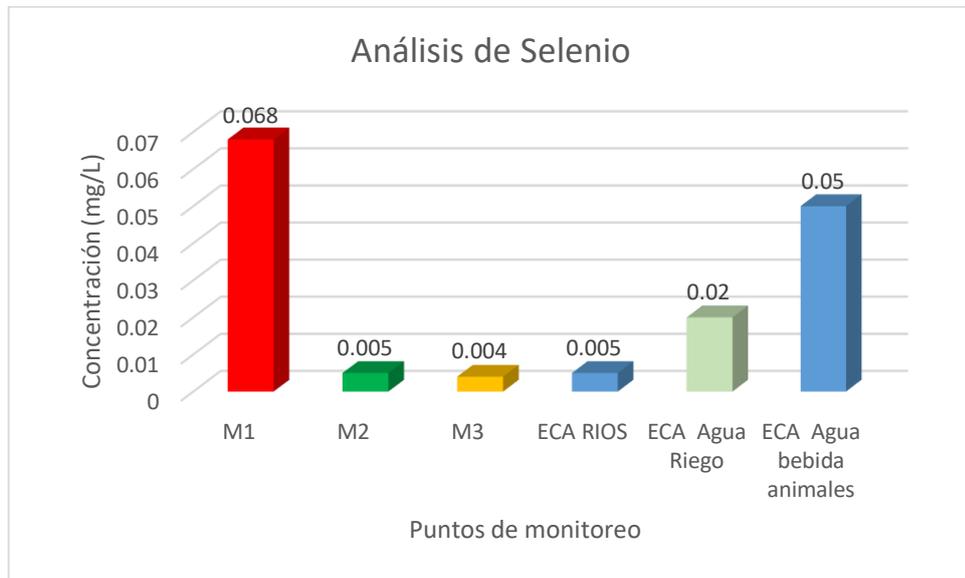


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En gráfico 06, se muestra los valores de análisis de manganeso en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 100.6 mg/L la misma que se encuentra muy por encima de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 la concentración es de 0.11 mg/L y en el punto M3 la concentración es de 0.087 que está por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3, sin embargo la norma no establece valores para los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 4 (ECA RIOS) para este compuesto.

Grafico N° 07: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Selenio.

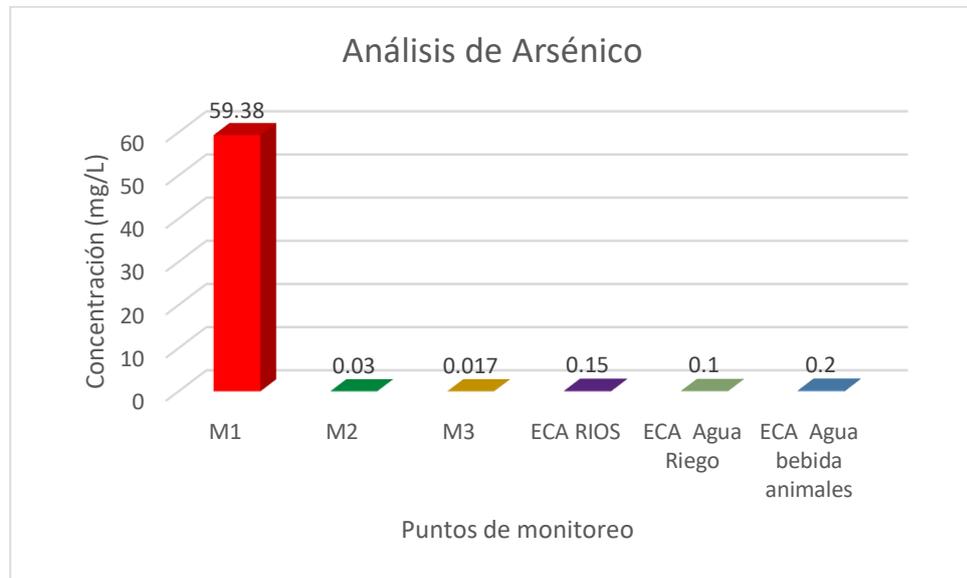


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En grafico 07, se muestra los valores de análisis de selenio en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 0.068 mg/L la misma que se encuentra por encima de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 4 y tipo 3 de acuerdo al DS 004 – 2017 – MINAM. Asimismo en el punto M2 la concentración es de 0.005 mg/L y cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas tipo 3 y tipo 4. En el punto de muestreo M3 es de 0.004 mg/L y también cumple con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua de tipo 3 y tipo 4.

Grafico N° 08: Resultados de los Análisis de Laboratorio de Arsénico.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En grafico 08, se muestra los valores de análisis de Arsénico en las cuales en el punto M1, que es en donde llegan los relaves; la concentración es de 59.38 mg/L la misma que se encuentra por encima del valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental establecido en la norma del DS 004 – 2017 – MINAM para aguas tipo 3 y tipo 4. Asimismo en el punto M2 la concentración es de 0.03 mg/L y cumple con los estándares de Calidad Ambiental para aguas tipo 3 y tipo 4 según la norma. En el punto de muestre M3 es de 0.017 mg/L y también cumple con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- 4.1.1.** Se determinó que la concentración de los metales traza en el punto de monitoreo M1 que es donde llegan los vertidos de los relaves del pasivo ambiental de la compañía minera Paredones SA no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de tipo 3 (riego y bebida de animales) y tipo 4 (ríos) según el DS 004 – 2017 – MINAM para todos los elementos analizados (Cobre, plomo, cadmio, zinc, cromo, manganeso, selenio, arsénico).
- 4.1.2.** Se determinó que en el punto de monitoreo M2 que es 100 m aguas arriba de donde llegan los vertidos de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la compañía minera Paredones SA se cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3 en todos los elementos analizados (Cobre, plomo, cadmio, zinc, cromo, manganeso, selenio, arsénico).
- 4.1.3.** Se determinó que en el punto de monitoreo M2 que es 100 m aguas arriba de donde llegan los vertidos de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la compañía minera Poderosa SA se cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 4 para los elementos cobre, zinc, cromo, selenio y arsénico pero no cumple para el plomo, cadmio.

4.1.4. Se determinó que en el punto de monitoreo M3 que es 100 m aguas abajo de donde llegan los vertidos de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la compañía minera Paredones SA se cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 3 en todos los elementos analizados (Cobre, plomo, cadmio, zinc, cromo, manganeso, selenio, arsénico).

4.1.5. Se determinó que en el punto de monitoreo M3 que es 100 m aguas abajo de donde llegan los vertidos de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la compañía minera Paredones SA se cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua tipo 4 para los elementos cobre, zinc, cromo, selenio y arsénico pero no cumple para los elementos plomo y cadmio.

4.1.6. Se determinó que debido a la presencia de los metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la Compañía Minera Paredones SA. Influye en la calidad del agua de la cuenca del Rio San Pablo a tal punto que en el punto M1 que es donde llegan los relaves mineros existe elevada contaminación y en los otros dos puntos existe una ligera contaminación por la presencia de plomo y cadmio para agua de tipo 4 que es para la conservación de ambientes acuáticos.

4.2. RECOMENDACIONES

4.2.1. Que autoridades de competencia ambiental en este rubro (Ministerio de Ambiente, Ministerio de Energía y minas y otros) realicen monitoreos de las aguas de la cuenta del Rio San Pablo a fin de poder controlar y mitigar los efectos de contaminación Ambiental.

4.2.2. Se debe realizar estudios de caracterización de metales traza de relaves de mineras que se encuentran aguas arriba de los relaves del pasivo ambiental de la Compañía Minera Paredones SA para determinar la contaminación por la presencia de plomo y cadmio encontrados aguas arriba de la descarga de los relaves mineros

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adame, A. y D. Salín. 1996. Contaminación Ambiental. Primera Edición. Editorial Trilla, S.A. de C.V. México. 65 pp.
- Anderson Marcelo Manrique 2005. "Concentración de Metales Pesados en la Flora del Lago Junín, 2005" C de P - PERU. 69 pp.
- Aquino, R.; M. Camacho y G. Llanos. 1989. Métodos para Análisis de Agua, Suelos y Residuos Sólidos. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA). Consejo de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima - Perú. 106 pp.
- Balmaceda, J.; W. Zelada; C. Medina; F. Pelaez. 2009. Estudio del potencial hidrobiológico del río Huancabamba sector presa Limón. Estudio Preparado para el Proyecto Olmos-Tinajones. Lambayeque.
- Chiang, A. 1989. Niveles de los Metales Pesados en Organismos, Agua y Sedimentos Marinos Recolectados en la V Región de Chile. Memorias del Simposio Internacional sobre Recursos Vivos. Santiago. pp. 205 – 215.
- Corzo, R. 1986. El Problema de los Residuos Mineros en el Perú. Encuentro Latinoamericano sobre Residuos Peligrosos y Residuos Mineros. Ministerio de Salud. Dirección Técnica de Saneamiento Ambiental. Lima - Perú. 15 pp.
- Garbagnati, M., P. Gonzáles; R. Antón y M. Mallea. 2005. Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina. Ecología Austral 15:59-71. junio 2005 Asociación Argentina de Ecología.

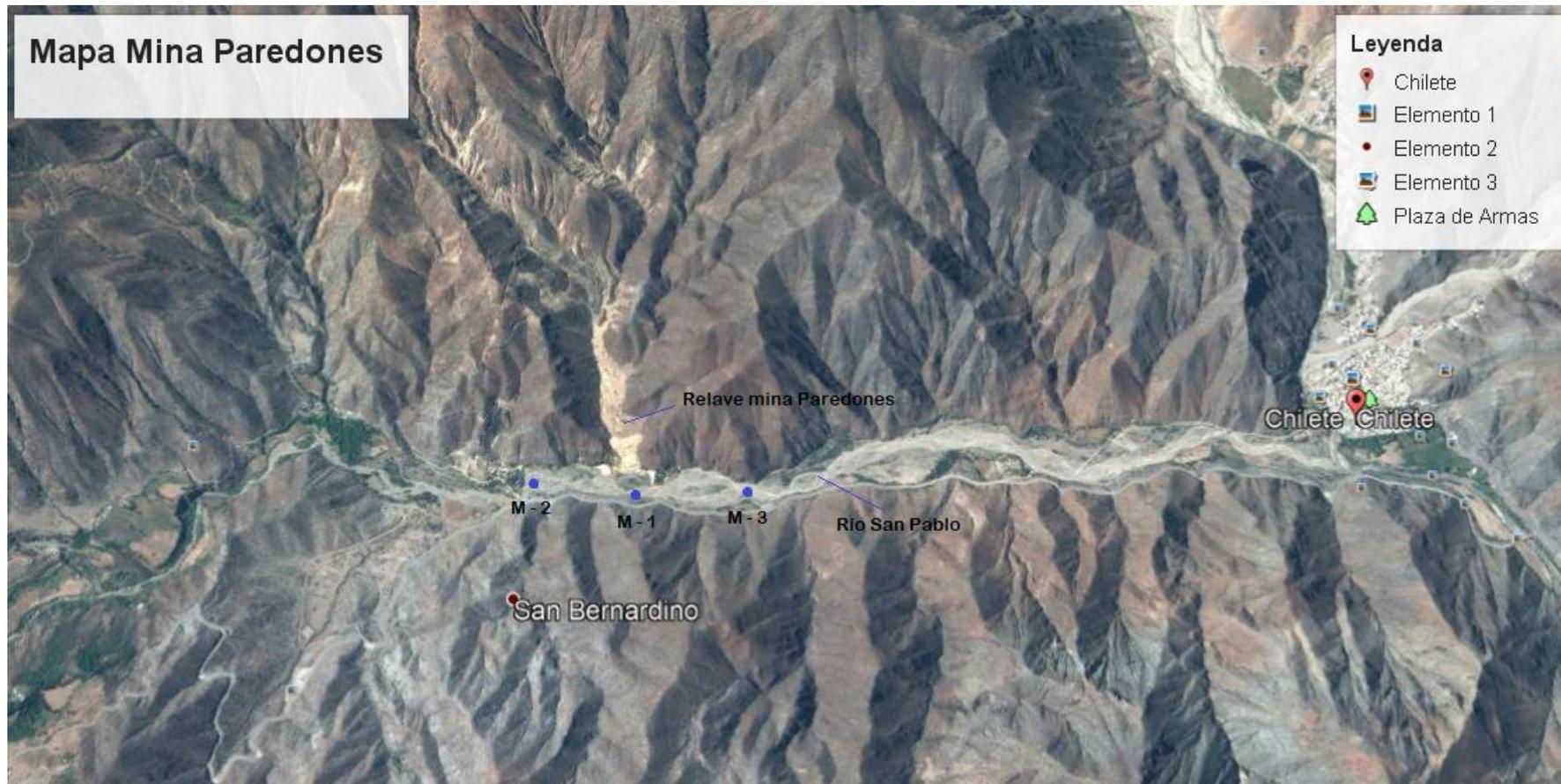
- León, M. 1992. Evaluación de Algunos Metales que Afectan la Calidad del Río Moche. Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Perú. 97 pp.
- Medina, C., J. Balmaceda y J. Puhe. 2006. caracterización físico-química y microbiológica del río Chicama. Regiones La Libertad y Cajamarca. Perú. Revista Sciendo, 10(2): 41-52.
- Millones, E. 1995. Seguimiento y Evaluación Ambiental en el Manejo de Cuencas, III Encuentro de la Real Nacional de Cuencas de Cajamarca - Perú. pp 107 - 119.
- Ministerio de Energía y Minas del Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo. 1998. Cuenca del Río Mantaro, Control Ambiental de las Actividades Mineras. Lima - Perú. pp 31.
- Ministerio de Energía y Minas. 1993. Minería y Medio Ambiente. Un Enfoque Técnico – Legal de la Minería en el Perú. Lima – Perú. 181 pp.
- Paredes, H. 1984. Efluentes Líquidos de la Minería y su Comportamiento Químico en la Potabilización del Agua. XVII Convención de Minería. Huaraz - Perú. VI - 5:1- 6 pp.
- Real Instituto de Tecnología de Suecia. 1973. Las Aguas Residuales de la Industria de Minería Metálica. Misión Minera Sueca del Perú. Tomo I. Estocolmo - Suecia. Pp. 1- 12.
- Ríos, C. 2001. Estudio de la Contaminación Ambiental por las Descargas Mineras de Comsur en la Represa Milluni. Universidad Mayor de San Andrés. Fac. Ingeniería. Carrera. Ing. Civil. Bolivia. 50 pp.

ANEXOS

Tabla 4. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<i>Problema Principal</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Hipótesis General</i>						
¿En qué dimensión la contaminación del agua del río San Pablo, causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones impacta de tal manera que se superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 3 y 4?	Determinar el grado de contaminación del agua en el río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones	La contaminación del agua del río San Pablo causado por el vertido de metales traza de los relaves del pasivo ambiental de la mina Paredones impacta de tal manera que se superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3 y 4.	<p>Variable Independiente:</p> <p>Metales traza de los relaves del pasivo ambiental</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Contaminación del agua en el río San Pablo</p>	<p>Concentración de parámetros físicos y químicos y medición del pH en la fuente del desecho de la Mina Paredones del agua del río San Pablo.</p> <p>Concentración de parámetros físicos y químicos de calidad de agua del río San Pablo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de Fe. • Concentración de Cu. • Concentración de Pb. • Concentración de Cd. • Concentración de Zn. • Concentración de Hg. • Concentración de Cr. • Concentración de Mn. • Concentración de Se. • Concentración de As. • pH del agua. 	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Cuantitativa y Aplicada</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Pre experimental, con pre-prueba / post-prueba</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recolección de muestras en los puntos establecidos M₁, M₂, M₃ que son en la zona de descarga, 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del relave del pasivo ambiental. - Evaluación: que permite obtener información sobre la contaminación en el Pre y del Post test, de los análisis de los indicadores de los relaves mineros 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de laboratorio, que se realizara en Universidad Nacional de Trujillo. - Medición de parámetros físico Químicos de los metales traza en los puntos establecidos - Comparación de los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas categoría 3 y 4.

Grafico 2: Mapa de ubicacion de los puntos de muestreo en el río San Pablo.



Mapa Mina Paredones

Leyenda

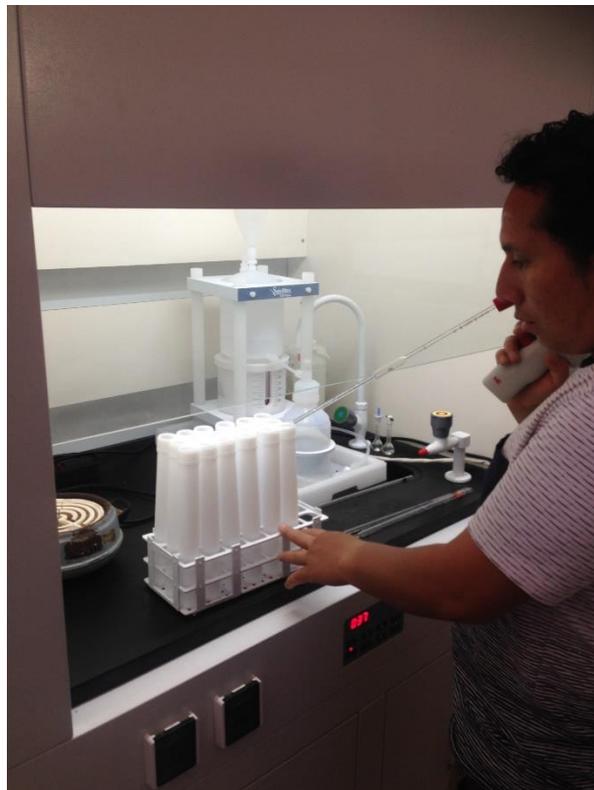
- San Bernardino



MANIPULANDO LAS MUESTRAS PARA SUS ANALISIS



AGREGANDO REACTIVOS PARA DIGESTAR MUESTRAS



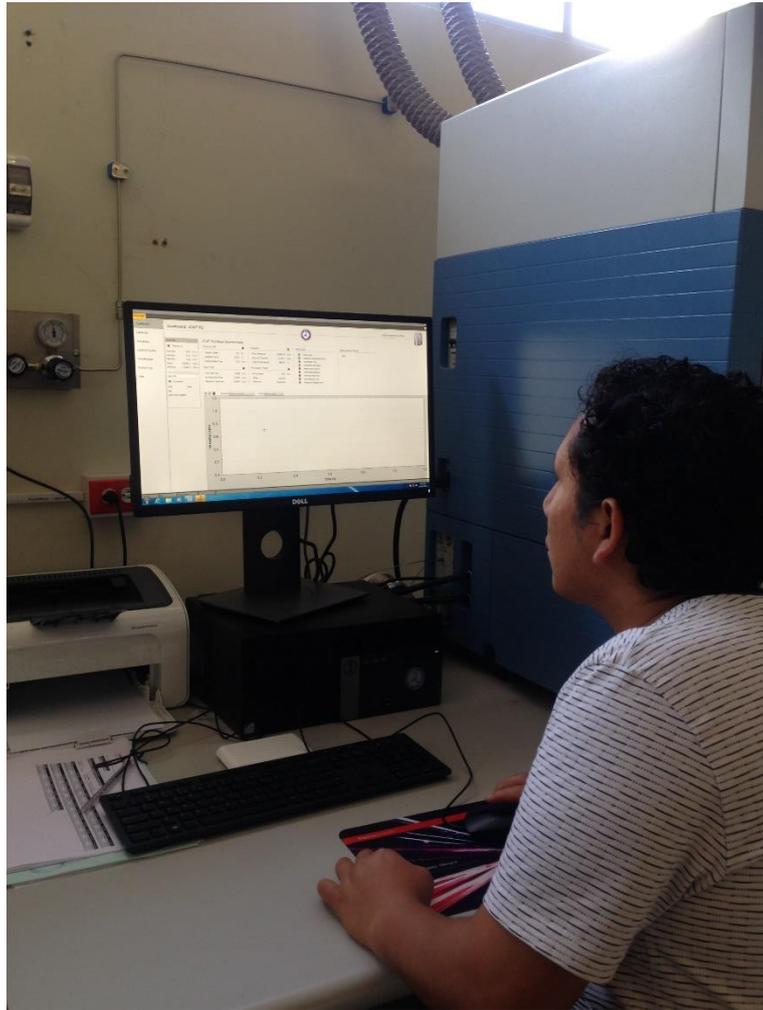
COLOCANDO MUESTRAS EN BIODIGESTOS



PREPARANDO MUESTRAS PARA ANALISIS DE METALES EN ICP



SACANDO LOS REPORTES DE LOS ANALISIS DE LOS METALES TRAZA



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ácido: En "sistema acuoso", sustancia que puede formar iones de hidrógenos H^+ (protones) cuando se disuelven en el agua. Una sustancia no puede manifestar propiedades "ácidas" si no es en un disolvente que acepte protones.

Alcalinidad del agua: Propiedad del agua que depende de la cantidad de dióxido de carbono, carbonato ácido, carbonato, hidróxido y otras sustancias en menor cantidad, disueltas en ella. La especie química dominante es el ión bicarbonato. Las aguas limpias deben tener normalmente una alcalinidad no mayor de 8,4 unidades de pH.

Biodiversidad: Se entiende como la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, y la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los complejos ecológicos que forman parte.

Concentración: Cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de disolución.

Contaminación del agua: Incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Cuerpo de agua: Curso de agua natural o artificial tales como ríos, lagos, manantiales, reservorios, lechos subterráneos ú océanos; en los cuales son vertidas las aguas residuales con o sin tratamiento.

Contaminación de la muestra: Es la alteración involuntaria de la muestra, causada por agentes físicos, químicos o biológicos y climatológicos, que la invalidan para los fines analíticos a que se destina.

Ecosistema: Los ecosistemas son sistemas complejos como el bosque, el río o el lago, formados por una trama de elementos físicos (el biotopo) y biológicos (la biocenosis o comunidad de organismos).

Efluente: Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores. Comúnmente se habla de efluentes refiriéndose a los desechos líquidos.

Flora: Conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica, la flora atiende al número de especies mientras que la vegetación hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia relativa.

Metal traza o metal pesado: Metal de masa atómica relativa elevada, por ejemplo el plomo. En la literatura sobre la contaminación del aire, el término ha sido utilizado de manera más amplia para incluir en él metales como el cobre y el zinc e incluso elementos, como el arsénico y que no son metales.

Muestra: Es una o más porciones de un volumen o masa representativa definida, colectadas en cuerpos receptores de efluentes industriales, efluentes domésticos, redes de abastecimiento público, estaciones de tratamiento de aguas, etc., con el fin de determinar sus características físicas, químicas y/o biológicas.

Muestreo: Es la actividad que consiste en coleccionar una muestra representativa, para fines de análisis y/o medición. Punto o estación de muestreo: Es el lugar predeterminado en un cuerpo receptor donde se colecciona una muestra.

Muestra simple o puntual: Es aquella muestra que representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en

las que se realizó su colección. En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples.

Muestra compuesta: Se refiere a una mezcla de muestras simples o puntuales tomadas en el mismo punto en distintos momentos. Para estos propósitos, se considera como estándar una muestra compuesta que representa un período de 24 horas.

Muestra integrada: La muestra integrada es la mezcla de muestras puntuales, colectadas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible. Un ejemplo de la necesidad de las mismas es el de los ríos o corrientes cuya composición varía según el ancho y profundidad.

Pasivo ambiental: En la contabilidad de una empresa se llama Activo a lo que la empresa tiene y Pasivo a lo que debe. Por tanto Pasivos Ambientales son las deudas que una empresa tiene por daños ambientales aunque estas no suelen incluirse en la contabilidad a menos que sean reclamadas social o judicialmente.

pH: Es el logaritmo de la recíproca de la concentración de ión hidrógeno en una sustancia o medio y que puede ser medida en un rango de 1-14, si su valor se encuentra entre 1-6 el pH es Ácido, si se encuentra entre 8-14, su pH es Básico. La concentración del hidrógeno puede ser medida con un pH metro o papeles tornasol.

Plan de muestreo: Es el procedimiento que se requiere para obtener una muestra representativa, cuyas características conserven las condiciones del cuerpo de agua original.

Relave: Es un conjunto de desechos tóxicos subatómicos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas. Los relaves contienen altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en «tanques o pozas de relaves» donde lentamente los contaminantes se van decantando en el fondo y el agua es recuperada o evaporada. El material queda dispuesto como un depósito estratificado de materiales sólidos finos.

Reserva: Zona o grupo de recursos cuya explotación o uso se impide o regula por ley, pues se la considera de importancia en cuanto a necesidades futuras, para mantener la biodiversidad y como zonas de protección de Parques Nacionales.