

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Evaluación de la contaminación físico-química y
microbiológica de las aguas superficiales del río San Juan
afectadas por la empresa minera El Brocal S.A. - 2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Rusbeth Mercedes CARHUAS MAURICIO

Asesor: Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE

Cerro de Pasco – Perú – 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Evaluación de la contaminación físico-química y
microbiológica de las aguas superficiales del río San Juan
afectadas por la empresa minera El Brocal S.A. - 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
PRESIDENTE

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por guiar y estar a mi lado todos los días hasta concluir mis estudios. A mis padres por todo su apoyo incondicional, que sin ellos no hubiese sido posible llegar hasta el final.

RECONOCIMIENTO

A Dios por permitirme con su apoyo conseguir mi sueño anhelado de ser profesional, a mi familia por apoyarme en cada momento, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es.

RESUMEN

Los recursos naturales como el agua se ven afectadas por las actividades antropogénicas. El agua puede verse contaminada por diferentes formas, aunque la más común en la actualidad es por descarga y filtraciones de contaminantes de las empresas minero metalúrgicas establecidas en las cercanías de este recurso, vital para el ser humano.

El estudio de investigación realizado es diagnosticar la contaminación que se está llevando sobre las aguas del río San Juan en la región Pasco, en la zona donde se encuentra ubicada la empresa El Bocal.

Los resultados obtenidos es que las aguas de este importante rieron están seriamente contaminadas con elementos metálicos como el Fe y el Pb y con coliformes totales y fecales, haciendo que las aguas de este río se tornen inservibles para la fauna y flora.

Si se tiene en cuenta que este río es el principal tributario del lago Chinchaycocha o Lago Junín, podemos afirmar que este lago está fuertemente contaminado y que la flora y fauna que se lo habitan es un constante peligro para los humanos.

Por otro lado, el río Mantaro nace en el río San Juan lo que significa que ya nace contaminado y sus aguas no sirven para la agricultura ni para el ganado, teniendo en cuenta que el valle del Mantaro es una zona agrícola y ganadera.

Palabras clave: Río San Juan, aguas superficiales, contaminación físico-química, contaminación microbiológica, Límites Máximos Permisibles.

ABSTRACT

Natural resources such as water are affected by anthropogenic activities. Water can be contaminated by different forms, although the most common at present is by discharge and filtration of pollutants from metallurgical mining companies established in the vicinity of this resource, vital for the human being.

The research study carried out is to diagnose the contamination that is being carried on the waters of the San Juan river in the Pasco region, in the area where the El Brocal company is located.

The results obtained are that the waters of this important river are seriously contaminated with metallic elements such as Fe and Pb and with total and faecal coliforms, making the waters of this river become unusable for fauna and flora.

If one considers that this river is the main tributary of Lake Chinchaycocha or Lake Junin, we can affirm that this lake is heavily polluted and that the flora and fauna that inhabit it is a constant danger to humans.

On the other hand, the Mantaro River is born in the San Juan River, which means that it is born contaminated and its waters are not used for agriculture or livestock, taking into account that the Mantaro Valley is an agricultural and livestock area.

Keywords: San Juan River, surface waters, physical-chemical contamination, microbiological contamination, Maximum Permissible Limits.

INTRODUCCIÓN

Si bien la minería es una actividad humana importante y generadora de recursos económicos para un país, es necesario tener presente que una minería irresponsable acarrea problemas ambientales serios como es la contaminación ambiental sobre todo en los recursos hídricos ya sea por drenajes o filtraciones a los torrentes hídricos. El río San Juan en Pasco no se escapa a este problema de allí se tomó como tema de estudio de investigación en la zona donde realiza sus actividades metalúrgicas la empresa El Brocal en la región Pasco.

Hay cuatro tipos de impactos ambientales de la actividad minera que afectan directamente alterando las características naturales del agua.

Metales pesados y lixiviación. - Este tipo de contaminación es causada cuando metales como el arsénico, el cobalto, el cobre, el cadmio, el plomo, el oro, la plata y el zinc, que forman parte de las rocas, entran directamente en contacto con el agua.

Contaminación química. - Esta contaminación sucede cuando algunas especies químicas como cianuro y ácido sulfúrico, se derraman, sobre los recursos hídricos cercanos contaminándolos severamente.

Erosión y sedimentación. - La actividad minera también impacta sobre el suelo y rocas durante la construcción y mantenimiento de caminos, basureros. La erosión de la tierra expuesta puede contener sedimentos que afecten arroyos, ríos y lagos especialmente en sus riberas.

Basura peligrosa en las escombreras. - Las escombreras contienen los mismos contaminantes que produce el desecho de roca y agentes químicos

usados para el procesamiento del mineral en bruto, tales como cianuro o ácido sulfúrico. Los contaminantes de los desechos mineros pueden lixiviar y contaminar las aguas de los ríos y lagunas.

El Drenaje ácido. - El ácido añadido al agua disuelve químicamente las rocas. De esta manera, los sulfatos formados mediante reacciones químicas, serán extraídos completamente. El ácido se conduce desde la mina hasta los estanques de agua, arroyos, ríos, lagos y mantos acuíferos. Este drenaje ácido degrada la calidad del agua y puede desaparecer la fauna y flora acuática.

LA TESISTA

INDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

CAPITULO I

PROLEMA DE INVESTIGACION

1.1	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
	1.3.1 Problema general	3
	1.3.2 Problemas específicos.....	4
1.4	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	4
	1.4.1 Objetivo General.....	4
	1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.6	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	7
2.2	BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS	16
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	22
2.4	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	25
	2.4.1 Hipótesis General	25

2.4.2	Hipótesis específicas	25
2.5	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	26
2.6	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	26

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
3.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	27
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	29
3.7	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	29
3.8	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.9	ORIENTACIÓN ÉTICA.....	30

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	32
4.2	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	56
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA

Las principales cuencas hidrográficas del Perú han sufrido efectos de la contaminación a consecuencia de la explotación minera, por más de 50 años. Muchas de estas cuencas están siendo afectadas por descargas de aguas residuales domésticas de la población urbana, debido a la falta de tratamiento de aguas residuales como medida de mitigación. Las descargas de aguas residuales de las minas, son fundamentales de las Empresas Mineras: Cerro Sac. El Brocal, al río San Juan.

Entre estas 2 empresas se encuentra El Brocal la cual es motivo del presente estudio. El Brocal explota minerales de plata, plomo y zinc en su mina a tajo abierto denominado Tajo Norte y minerales de cobre en su mina subterránea denominada Marca punta Norte.

El mineral extraído se procesa en una planta de concentración de minerales, con una capacidad de tratamiento de 18 000 toneladas métricas por día y cuenta con toda la infraestructura asociada como centrales

hidroeléctricas, sub estaciones, talleres, almacenes, canchas de relaves, planta de tratamiento de aguas acidas, viviendas y oficinas administrativas.

La Sociedad Minera El Brocal S.A.C. en su unidad minera Colquijirca, Tinyahuarco – Cerro de Pasco, realiza sus operaciones de explotación bajo el método de tajo abierto en la mina denominada Tajo Norte y subterránea en la mina Marca punta Norte.

Así mismo, las minas Marca punta Oeste y San Gregorio constituyen los proyectos de exploración más importantes.

El rio San Juan debido a que, un tramo de este recurso pasa por la Planta concentradora de Huaraucaca, es necesario determinar la influencia de este centro minero en la contaminación de las aguas del rio San Juan; así mismo, la influencia de la ex fundición de Tinyahuarco, así como los desechos de la población cercana al rio.

1.2 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

Este estudio comprende determinar el problema de contaminación producidos por alteraciones ambientales a lo largo de la ruta especificadas, debido a los relaves mineros, filtraciones y desechos residuales o domésticos.

Las alteraciones ambientales provocan un severo desequilibrio en las aguas del cuerpo hídrico rio San Juan cuyas aguas originan al río Mantaro y también desembocan en el lago Chinchaycocha o Lago Junín. Entonces, la evaluación

del grado de contaminación del recurso hídrico del rio San Juan, permitirá conocer el estado actual de este recurso afectada por las actividades de la empresa El Brocal establecida en la zona de estudio.

Causa mucha preocupación debido a los niveles de contaminación que presenta el río San Juan en el trayecto de la zona indicada, por los desechos que diariamente se le arroja por la presencia de centros poblados y comunidades como Huaraucaca produciendo un envenenamiento de las aguas por coliformes totales y fecales.

La investigación se llevó a cabo en la región Pasco, a 24 km de la capital Cerro de Pasco, lugar de ubicación de la zona donde está ubicada el centro minero El Brocal y la comunidad de Huaraucaca junto a los puntos de los monitoreos para la investigación.

La investigación consiste en monitorear las aguas de esta zona a fin de determinar la contaminación sobre el río San Juan de la empresa minera El Brocal establecida en la comunidad de Huaraucaca y la contaminación microbiológica doméstica de la población cercana al río.

La empresa El Brocal se encuentra a 285 kilómetros al este de la ciudad de Lima y a 10 kilómetros al sur de la ciudad de Cerro de Pasco a una altitud de 4 200 m.s.n.m. y temperatura promedio de 10 °C.

Su actividad minera es la extracción de minerales de plomo, cobre y plata en forma de sulfuros, motivando filtraciones y derrames de material minero- metalúrgico a las aguas del río San Juan que pasa cerca a este centro de producción.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema general

- ¿La calidad microbiológica y la concentración de metales del río San Juan incrementara la contaminación físico-química y microbiológica de las aguas de este río?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Qué concentraciones de metales se encontrará en las aguas del río San Juan provenientes de la explotación minera de la empresa El Brocal?
- ¿Las aguas del río San Juan tendrá contenido de coliformes fecales y totales provenientes de la explotación minera de la empresa El Brocal y la población?

1.4 FORMULACION DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el contenido microbiológico y metales pesados del agua del río San Juan producto de la actividad minero- metalúrgica de la empresa El Brocal.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar que concentraciones de metales: plata, cobre y zinc están presentes en las aguas del río San Juan provenientes de la actividad minero-metalúrgica de la empresa El Brocal.
- Determinar la presencia de coliformes fecales y totales en el agua de la microcuenca del río San Juan provenientes de la población cercana al río San Juan.

1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Toda actividad humana genera contaminación al ambiente y con más razón cuando se trata de una actividad industrial como la minero-metalúrgica que desarrolla la empresa El Brocal; propiedad de Minas Buenaventura (de la familia Benavides, la más poderosa compañía minera

de Perú), en esta parte del país.

Es cierto hace 12 años existe un informe del Centro de Cultura Labor en donde se reportaba que no sobrepasaba los LMPs de la Ley General de Aguas, vigente en ese entonces; el día de hoy con LMPs para la industria minero metalúrgica, es propicio hacer una nueva evaluación; como único medio para tener un sustento técnico de la calidad ambiental del recurso agua en esta zona. De la misma manera, es importante conocer el estado de conservación del río San Juan; para informar, sugerir o tomar decisiones técnicas sobre asuntos relacionados al uso del recurso agua y su impacto en el ambiente.

Todo esto motivó para que la Autoridad Nacional del Agua (ANA) reportara el año 2016 los tipos de fuentes contaminantes al río San Juan, lo que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tipo de fuente contaminante sin tratamiento	Nº
Vertimientos de aguas residuales industriales	03
Vertimiento de aguas residuales domesticas municipales	12
Pasivos ambientales	04
Botaderos de residuos solidos	01
Desmonteras	02
TOTAL	22

Fuente: ANA

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Sólo se presentó el inconveniente económico para los análisis FQ y microbiológicos que demandan grandes presupuestos ya que se hubieran hecho más análisis.

La Universidad Daniel Alcides Carrión no cuenta con laboratorios con

qu coastos de análisis viéndose obligado el tesista a recurrir a los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y los laboratorios de Diresa Pasco.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. Estudios locales

- Estudio 1. Realizados por las empresas Volcan y Brocal, presentaron en sus respectivos PAMAs, son dos informes donde evidenciaban una serie de alteraciones en las aguas del rio San Juan.
- Estudio 2. La DIGESA a través de la Diresa Pasco, siendo el ente encargado de hacer los monitoreos correspondientes anualmente, ha evidenciado la presencia de algunos componentes contaminantes en algunos tramos del rio San Juan, sobre todo en aquellas involucradas en la actividad minera.
- Estudio 3. Un estudio acerca de la cuenca del rio Mantaro, donde se incluye una gran parte al estado del rio San Juan, que también asume la existencia de agentes contaminantes, este estudio fue

realizado en el año 1998, por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo).

- Informe Técnico N°003-2012-ANA-DGCRH/EMR/DICP, se informa sobre la actividad de Identificación de fuentes contaminantes en la subcuenca del río San Juan – Pasco, realizada del 09 al 21 de junio del 2012.
- Informe Técnico N°004-2012-ANA-DGCRH/EMR, se informa sobre el resultado del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la subcuenca del río San Juan, realizado del 12 al 16 de agosto del 2012.
- Informe Técnico N°020-2013-ANA-DGCRH/EMR. de fecha 19 de diciembre del 2013, se señalan las actividades referentes a la Evaluación del estado de la calidad del agua en la subcuenca del río San Juan, tributario de la cuenca del río Mantaro – Provincia de Pasco
– Pasco (Monitoreo Participativo, realizada).
- Informe Técnico N°014-2014-ANA-DGCRH-VIG de fecha abril del 2014, se informa sobre la Evaluación del estado de la calidad del agua en la subcuenca del río San Juan, tributario de la cuenca del río Mantaro – Pasco.
- Informe Técnico N°012-2014-2014-ANA-DGCRH/GOCRH. se informa sobre la identificación de fuentes contaminantes en la cuenca del río Mantaro – 2014.

- Monitoreo participativo de la calidad del agua en la subcuenca del río San Juan – Pasco. Con fecha 13 al 16 de octubre del 2015.

2.1.2. Estudios nacionales

- Helen Jesús Calla Llontop (2010). Caracterización, calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras; Lima. Perú 2010.

La tesis de investigación aborda los efectos que ha presentado la calidad del agua del río Rímac frente al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo de Huanchor ubicado en la provincia de Huarochirí del departamento de Lima. El área de estudio es una zona donde la actividad minera polimetálica se ha desarrollado desde 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 21 pasivos ambientales mineros entre bocaminas, relaveras e infraestructuras asentados a orillas de las aguas del río Rímac y de sus tributarios principales como son el río Blanco y el río Aruri, los cuales actualmente son fuentes aportantes de lixiviados a las aguas del río Rímac, debido a que no están siendo manejados ni por la empresa privada ni por el Estado.

La investigación en la calidad del agua ha sido desarrollada en una serie de tiempo de diez años tomando como patrones de análisis a los iones metálicos; los cuales han tenido un análisis

comparativo con las normativas legales ambientales tanto nacionales como internacionales tales como los Estándares de la Organización Mundial de la Salud, los Estándares de Canadá para Agua de Irrigación, la Ley General de Aguas y los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECAS) para la Categoría III aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM, siendo estos últimos el referente legal ambiental decisivo para el análisis de la calidad del agua del año 2008, ya que constituyen los valores óptimos que aseguran la calidad de los recursos hídricos superficiales del país. Del análisis se obtuvo que el Cadmio, Plomo, Manganeso, Arsénico y Fierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo ya que sus concentraciones en las aguas del río Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua. Luego de obtener estos resultados se seleccionó la fuente aportante a tratar y se eligió como caso de estudio el efluente final de Compañía Minera San Juan S.A, por ser la empresa minera con mayor trayectoria histórica en la zona y la que tiene mayor capacidad de producción en el distrito de San Mateo; así mismo porque se observó que había un mayor incremento en las concentraciones de los iones metálicos en las aguas del río Rímac luego de recibir el vertimiento final de la mencionada empresa, en comparación con otros puntos de muestreo que presentaban concentraciones menores; para lo cual se presentó

una propuesta técnica económica basada en la aplicación de la tecnología HDS – Lodos de Alta Densidad para el tratamiento del efluente final de Compañía Minera San Juan por ser la mejor tecnología usada en todo el mundo para el tratamiento de efluentes mineros con contenido de plomo, cadmio, arsénico, manganeso y fierro, y porque presenta un nivel de eficiencia que permite obtener efluentes con las mínimas concentraciones de metales permitiendo que su descarga al cuerpo receptor no ocasione ningún efecto adverso en los componentes del ecosistema, permitiendo así cumplir con los estándares fijados por las actuales exigencias de la normativa ambiental. Con lo cual se tuvo como objetivo reducir las concentraciones de los elementos metálicos en las aguas del río Rímac del distrito de San Mateo y mejorar el actual sistema de tratamiento de efluentes mineros de Compañía Minera San Juan, poniendo en práctica una tecnología que ofrece los más altos estándares de calidad ambiental; beneficiando así el equilibrio ecológico y la calidad de las aguas del río Rímac.

- Ing. Raúl Mendívil Riveros (2002) Gestión del Agua en la Cuenca del Rio Huatanay y la Concertación para el Tratamiento de Problemas Ambientales. Cusco, Perú.

El río Huatanay y sus afluentes Huancaro, Chocco, Cachimayo, Pumamarca constituyen un factor de contaminación y riesgo para la población urbana de la ciudad del Cusco (asentada en ambas márgenes de estos ríos), produciendo un deterioro acelerado de

la calidad ambiental y la calidad de vida de la población. El indicador más notorio de alteración ambiental y de riesgo en la zona urbana es el alto grado de contaminación de las aguas de escorrentía y los desbordes e inundaciones que producen el río Huatanay y sus afluentes en la zona urbana de la ciudad del Cusco. La contaminación de las aguas se da como efecto del vertido de aguas residuales, el arrojo de basura y desmonte al cauce de los ríos, el crecimiento urbano descontrolado, el desarrollo inapropiado de actividades económicas productivas y la actitud irresponsable de la población. Por otro lado, se producen desbordes de los ríos e inundaciones en las viviendas debido a una ocupación inadecuada de las áreas ribereñas de los ríos y la insuficiente infraestructura para un manejo de las aguas de escorrentía.

En cuanto a contaminación, el río Huatanay reporta un número de coliformes fecales y totales por encima de los niveles máximos permisibles (con tasas superiores a los 1100/100 ml). Junto a ello, en relación a los residuos sólidos, en la ciudad del Cusco se ha calculado que cada habitante produce 0.7 Kg. De residuos sólidos, dando un total general de más de 200 TM/día. De todo esto, solo se recolecta alrededor del 70%, quedando un 30 % que se arroja al cauce de los ríos y a las vías públicas. Esto contribuye, claramente, a la contaminación de las aguas del río Huatanay y aguas abajo al río Vilcanota, influyendo también en las inundaciones que se presentan por efecto de las lluvias

(especialmente en los asentamientos urbanos de los distritos de Wanchaq, Santiago y San Sebastián, por cuyo territorio discurren las aguas de los ríos Huatanay y Cachimayo). Más específicamente, la micro cuenca Cachimayo, afluente del Huatanay, mostraba dos aspectos básicos de deterioro ambiental antes de la intervención, alto grado de contaminación de las aguas del río (registrándose niveles que superan los límites máximos permisibles), y deslizamientos por procesos geodinámicos, los que podían producir embalsamientos en la zona media de la micro cuenca, poniendo en riesgo a la población urbana de los distritos de San Sebastián y Wanchaq. A la fecha, en la región Cusco se tiene poca experiencia para el tratamiento de este tipo de problemas ambientales en cuencas urbanas, en las que se haya propiciado la participación de la población y generados procesos de concertación interinstitucional (como componentes principales para que los esfuerzos que se realicen tengan resultados sostenibles).

Al buscar promover la participación interinstitucional y de la población, de manera concertada, para mitigar algunos problemas relacionados con la gestión del agua, el IMA ha buscado llenar un vacío. Centrada en la cuenca del río Huatanay y en la microcuenca Cachimayo, se buscó de esta forma contribuir a la gestión del agua que garantice el manejo racional de los recursos naturales. En la tarea de recoger conocimientos producto de la experiencia desarrollada, el tema

central de este documento es rescatar la experiencia de intervención del IMA en ámbitos urbanos de la subcuenca del río Huatanay y de la micro cuenca Cachimayo, en el ámbito de los distritos de Cusco, Wanchaq, Santiago y San Sebastián, dentro del área de la sub cuenca del río Huatanay, proceso que se ha desarrollado entre 1997 y el 2001. Los ámbitos de intervención específicos han sido los asentamientos humanos de dos zonas identificadas, (Huatanay y Cachimayo) cuya población se caracteriza por una heterogeneidad social, económica y cultural.

- Determinación de parámetros físicos y químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto, 2016. Luz Elena Sotil Rivera, Horacio Igor Flores Vásquez, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Química, Iquitos- 2016

En la Amazonía Peruana, se presentan cuerpos de agua, de diferentes orígenes, sean ellos andinos o amazónicos. Los andinos, se originan por el deshielo de los nevados, en las altas cordilleras peruanas y ecuatorianas y toman las coloraciones marrones clara o blancas como las tipifica SIOLI – 1969, a medida que discurren al manto verde, hasta desembocar en el Océano Atlántico. Las aguas negras, provienen de las filtraciones, esorrentías, aguajales y humedales, formados en las plataformas boscosas de la espesura vegetal, provocando dicha coloración, por la carga tánica y descomposición del lecho leñoso.

El río Mazán, ofrece esta última característica, de tener agua de origen amazónico, supeditado a la hidrología e hidrografía, propias de la región: cálida, húmeda y lluviosa, durante todo el año; con esporádicas apariciones de friaje y días largos de sol, llamado veranillo. El río Mazán, principal afluente del Napo, por la margen derecha, en territorio peruano, es navegable, en todas las épocas del año y se observa un concurrido tránsito fluvial, debido a las poblaciones asentadas en sus orillas; quienes se dedican a la explotación de la madera, la caza, pesca, pequeña agricultura y ganadería.

De tal manera, el Río Mazán presenta parámetros, como el pH, que debería mantener su límite natural, ligeramente ácido; siendo alterado a un pH, casi neutro o mayor que ello: 6,70 a 7,30. Concordando con resultados de estudios realizados por otros trabajos, en ríos similares (río Itaya, ríos del lote 8 – Trompeteros, río Morona): BURGA – 2005 (5,32 y 6,01); RUÍZ – 2004 (6,58 y 6,75); SÁENZ – 2008 (6,78 y 7,02).

Todos los Parámetros, se encuentran dentro de LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos son: temperatura 26.70°C, transparencia 93.78 cm, conductividad 16.77 μ S/cm, TDS 9.36 mg/L, pH 7.05, oxígeno disuelto

6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, coliformes totales 4.66 UFC/100mL, coliformes fecales 1.66 UFC/100 mL, cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L,

dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, A/G 1.29mg/L, los metales pesados como cadmio, bario y plomo no fueron detectados por nuestro equipo de medición. Considerándose, que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación; no obstante, aquello, se recomienda tomarla, previo tratamiento químico. El trabajo nos indica, que las aguas del río Mazán, están sanas, presentan contaminación antrópica, dentro los Límites Máximos permisibles. Sin embargo, tanto la población de sus riberas, como las autoridades mismas, deben estar alertas a las amenazas actuales de contaminación, para mantenerla en el tiempo, su naturaleza viva, su biomasa y su ecosistema.

2.2 BASES TEORICAS – CIENTIFICAS

2.2.1. El agua

El agua es la sustancia química más abundante en el planeta Tierra y es la única que se encuentra en nuestra atmósfera en los 3 estados de agregación de la materia: estado líquido, sólido y gaseoso.

La mayor cantidad de agua del planeta se encuentra en los océanos, éstos contienen el 97,5 % del agua que existe en la Tierra. Se trata de agua salada, que sólo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales. El agua dulce útil solo es el 0,24 % del agua del planeta (Fig.1).

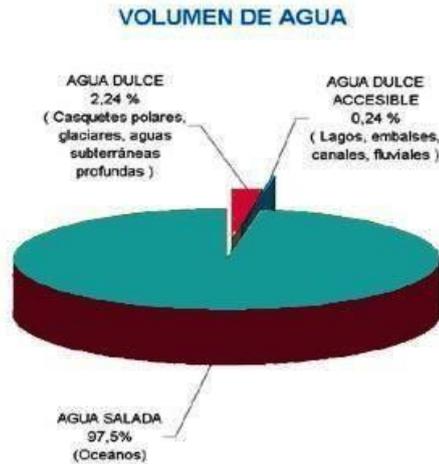


Fig.1. Distribución del agua en el mundo

El agua también se encuentra en la parte superior del suelo, en donde por capilaridad se adhiere a las partículas formando lo que se denomina agua ligada con características diferentes al agua libre. Debido a la gravedad terrestre, el agua se suele acumular en los intersticios de las rocas de las capas del suelo formando depósitos de agua subterráneas que abastecen a pozos y manantiales, y mantienen el flujo de algunos arroyos durante los periodos de sequía. Actualmente el agua está considerada como un recurso natural finito y muy vulnerable a la contaminación por lo que obligatoriamente debe preservarse.

2.2.2. El agua y la actividad humana

El agua dulce útil es imprescindible para la vida animal y vegetal, pero la cantidad disponible es escasa y se empeora con la explosión demográfica, problema que exige mayor cantidad de agua.

La mayor cantidad de agua es requerida en la agricultura, el consumo industrial y doméstico. En los últimos años, se han abierto gran cantidad de áreas agrícolas dependientes del riego para y

satisfacer la producción de alimentos.

Las industrias y actividades mineras requieren grandes cantidades de agua para el procesamiento de sus materias primas, etc. El Perú se consume el 5,3 % del agua dulce útil en actividades industriales.

El agua es indispensable para la vida vegetal en la agricultura. Sin embargo, las lluvias no son uniformes en todas las regiones o zonas agrícolas, de tal manera, que el agricultor se ve en la necesidad de recurrir a técnicas sofisticadas de riego, cuando el agua es escasa.

Las técnicas modernas de riego permiten una mejor distribución y aprovechamiento del agua, pero el agricultor tiene que emplear más presupuestos para construir sus instalaciones de riego aparte que los gobiernos se preocupan construyendo diques y embalses almacenar agua para los meses secos. Otra alternativa es construir pozos que puedan extraer agua subterránea.

En el Perú se consume el 89,2 % del agua dulce superficial en la agricultura.

CONSUMO ESTIMADO DE AGUA EN EL PERU		
Tabla 2		
CONSUMO	DEMANDA (m³/s)	PORCENTAJE DEL TOTAL
AGRICULTURA	620	89,2
DOMÉSTICO	38	5,5
MINERO - INDUSTRIAL	37	5,3
TOTAL	695	100



Fig. 2. Actividad agrícola consume agua superficial y subterránea

2.2.3. Contaminación del agua por la actividad minera-metalúrgica

El estado peruano garantiza gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida consignado en el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú. Para lo cual, el Estado ejecuta políticas públicas de prevención y conservación de los recursos naturales como es el agua, y de fiscalización de las obligaciones ambientales de todas las empresas constituidas dentro del suelo patrio; también de remediación de los impactos ambientales negativos que puedan presentarse. Por otro lado, el derecho a la preservación de un ambiente sano y equilibrado exige que las autoridades asuman la responsabilidad de mantener los bienes ambientales en condiciones adecuadas.

Estas obligaciones expresadas también indican que las empresas que están involucradas con la minería, deben asumir la responsabilidad de mantener los potenciales de los impactos en el

ambiente.

Sin embargo, estas empresas, sin una fiscalización adecuada o incentivos tributarios atractivos, no se preocupan en el tratamiento adecuado de sus residuos líquidos y sólidos. Por el contrario, los liberan tal cual, al ambiente, ahorrándose el gasto de tratarlos o limpiarlos, el cual trasladan directamente a la sociedad. Bajo Esto significa que los que explotan el mineral se benefician económicamente, mientras que los costos ambientales los transfieren a las poblaciones. Por lo cual es la sociedad que termina subsidiando la actividad minera en lo que a ambiente se refiere.

Sin embargo, para que un proceso de remediación del problema tenga éxito deben modificarse los aspectos legales y normativos sobre el control y fiscalización de la actividad minera sobre la responsabilidad en la reparación de los daños ambientales generados por las empresas.

2.2.4. Contaminación de los ríos en el Perú

La contaminación de los ríos es uno de los problemas graves que está afectando al planeta en general, porque estos son una reserva de agua dulce útil y se acentúa más el problema de escases debido al calentamiento global y la explosión demográfica.

El Perú no está exceptuado de este problema, la contaminación de los ríos, que es uno de los más graves que se presenta. Las aguas son contaminadas por descargas domésticas con un contenido de parásitos y organismos patógenos.

La contaminación por relaves mineros que arrojan directamente a los ríos metales como cobre, plomo, zinc, fierro y plata, o también los procesos industriales que arrojan sustancias tóxicas que luego son descargados en el cauce de los ríos o quebradas alterando considerablemente el equilibrio de los ecosistemas.

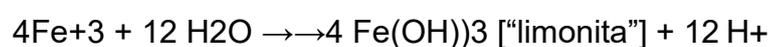
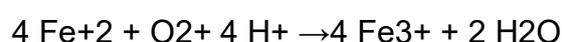
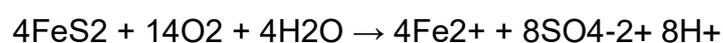
La contaminación, es la destrucción de los ecosistemas que conlleva a la desaparición de las especies naturales (flora y fauna).

Aunque en el Perú existan leyes para la protección del recurso hídrico, no se hace nada o es insuficiente los medios para la aplicación de estas.

Todo esto sucede en las aguas del río en estudio. El Ministerio del Ambiente se muestra indiferente frente a la contaminación de los recursos hídricos y no se escapa de esto el río San Juan.

2.2.5. Contaminación del agua por metales pesados y metaloide As en minería

- Esta contaminación se puede producir por la incorporación de los metales a la fase sólida por adsorción o por coprecipitación sobre los sedimentos en las descargas líquidas.
- Variaciones del pH por el drenaje ácido de mina, Se produce por la hidrólisis y oxidación de sulfuros, en especial la pirita:



- Se suelen obtener aguas de pH muy bajo de valores 2 a 3 cargadas en aniones en las que generalmente son todo sulfatos, en las que generalmente son más solubles los metales pesados como Pb, Zn, Cu, As, Cd, etc. (a excepción del Hg).
- En condiciones de fuerte acidez, se forman sulfatos de hierro (jarosita).

2.2.6. Aspectos legales

- Ley N°29338 – “Ley de Recursos Hídricos”.
- Decreto Supremo N°002-2008-MINAM, aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Decreto Supremo N°023-2009-MINAM, aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- Decreto Supremo N°001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 – Ley de Recursos Hídricos.
- Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino – costeros.
- Resolución Jefatural N°182-2011-ANA, aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial.

2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- **Acidez.** - Llamada así cuando se encuentre el líquido entre valores de 1 a 6,9 de potencial de hidrogeno.

- **Acuífero.** - Formación geológica de la corteza terrestre en la que se acumulan las aguas infiltradas, de afluencia o de condensación.
- **Afluente.** - Agua que llega a un río.
- **Agua natural.** - Agua que proviene de fuentes naturales como: ríos, lagunas, acuíferos, etc.
- **Agua de mina.** - Agua que proviene de las labores de mina
- **Aspecto ambiental.** - Elemento de las instalaciones, actividades, productos o servicios que puede interactuar con el medio ambiente.
- **Basicidad.** - Es considerada un líquido en estado alcalino cuando su potencial de hidrogeno varié de 8 a 14.
- **Basura.** - Sinónimo de residuos sólidos municipales y de desechos sólidos.
- **Calidad del agua.** - El termino calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Como tal, es un término neutral que no pueda ser clasificado como bueno o malo, sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada. De acuerdo a lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variaran dependiendo si se trata de agua para consumo humano, para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.
- **Contaminación del agua.** - Liberación de sustancias que, de manera directa o indirecta, causan efectos adversos sobre el medio ambiente y los seres vivos. El agua es un recurso renovable, sin embargo, puede

llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino nociva, de calidad deficiente.

- **Efluente.** - La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque de oxidación, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua, etc.
- **Impacto Ambiental.** - Cualquier cambio que se produzca en el medio, positivo o negativo, como consecuencia de los aspectos ambientales.
- **Inertes.** - Son productos o residuos que no experimentan transformaciones físico-químicas ni biológicas, y por lo tanto sin riesgos para la salud. Vidrio (envases y plano), papel y cartón, tejidos (lana, trapos y ropa), metales (férricos y no férricos), plásticos, maderas, gomas, cueros, loza y cerámica, tierras, escorias, cenizas y otros. A pesar de que pueden fermentar el papel y cartón, así como la madera y en mucha menor medida ciertos tejidos naturales y el cuero, se consideran inertes por su gran estabilidad en comparación con la materia orgánica.
- **Inorgánicos.** - Dícese de todos aquellos elementos en los que su estructura, no está compuesta por elementos orgánicos.
- **Lixiviado.** - Líquidos generados en el vertedero y que proceden de los propios residuos o por las aguas de lluvia que los proceden de los propios residuos o por las aguas de lluvia que los empapan y se escurren.
- **Materia orgánica.** - Materia de la que están compuestos los seres vivos o productos provenientes de los mismos.

- **Medio Ambiente.** - Entorno en el cual opera la empresa incluyendo el aire, suelo, los recursos naturales, flora, fauna y el ser humano.
- **Metales pesados.** - Elementos que se encuentran en pequeñas cantidades en las basuras pero que, debido a sus características químicas, son difíciles de eliminar, muy contaminantes y tóxicos.
- **Neutro.** - Cuando el potencial de hidrogeno (pH) se encuentra en estado neutro.
- **pH.** - Potencial de Hidrogeno. Mide la acidez de un líquido.
- **Rio tributario.** - Es un afluente a un río principal.
- **Rocas.** - Material inorgánico que posee sales y metales que tienden a diluirse en un recurso hídrico.
- **Vertido.** - Deposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la contaminación producida.

2.4 FORMULACION DE HIPOTESIS

2.4.1. Hipótesis general

- La empresa El Brocal contamina las aguas del rio San Juan con componentes metálicos y la población con componentes microbiológicos.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La empresa El Brocal contamina las aguas del rio San Juan con elementos metálicos: Ag, Fe, As, Cu y Zn.
- La población cercana al rio San Juan contamina las aguas con

coliformes fecales y totales.

2.5 IDENTIFICACION DE VARIABLES

2.5.1. Variable dependiente (Y)

Calidad de agua.

2.5.2. Variables independientes (X)

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Relación de variables: $Y = f(X)$

2.6 DEFINICION OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

En las mediciones de las variables de investigación se empleó el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Agua de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), según este protocolo se monitorearon las aguas en diferentes puntos del río San Juan a fin de determinar la calidad de sus aguas.

- Para los parámetros fisicoquímicos en mg/L o ppm.
- Para los parámetros microbiológicos en NMP/100 mL.
- Las variables a medir son:

Fisicoquímicos: Temperatura, Acidez, Conductividad, As, Cu, Fe, Zn y Pb. Microbiológicos: Coliformes totales y fecales.

Equipos empleados:

- ✓ Para medir los parámetros fisicoquímicos: Multiparámetro (Equipos de la UNDAC) y Absorción Atómica (equipo Specktra AA de la UNAS- Tingo María)
- ✓ Para los parámetros microbiológicos: Tubos múltiples (en DIRESA-Pasco)

Cada variable de investigación está definida por las lecturas en las unidades respectivas que reporten los instrumentos de mediación.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

El presente trabajo es una investigación observacional, descriptiva, y explorativo; porque se estudia la calidad del agua del rio San Juan, y los factores ambientales fisicoquímicos y microbiológicos que influyen en la calidad de sus aguas. Expost Facto porque no se altera ninguna variable.

3.2. METODOS DE INVESTIGACION

El presente estudio emplea el método cuantitativo dado a que se evalúa las cantidades de parámetros que determinan los grados de contaminación empleando equipos de monitoreo como son los instrumentos de medición.

El método analítico es empleado para buscar la causa y el efecto del problema.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La investigación se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Se acudió a los servicios de internet, bibliografía física, boletines y visitas a la comunidad de Huaraucaca y zona aledaña para recolectar

información.

- 2) Se realizaron monitoreos en los puntos de muestreo seleccionados empleando el Protocolo de la ANA para luego enviar las muestras a los laboratorios de la UNAS Tingo María y la Diresa Pasco.
- 3) Obtenidos los resultados de monitoreo, se elaboraron tablas y gráficos para cada elemento contaminante.
- 4) Con los resultados del tratamiento estadístico y la discusión analítica correspondiente, se obtienen las conclusiones del problema y las recomendaciones necesarias presentadas.

3.4. POBLACION Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población de esta investigación lo constituye las aguas del río San Juan en zona de El Brocal.

3.4.2. Muestra

Son porciones de agua tomadas en cada punto de monitoreo.

3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

En el tema fisicoquímico teniendo en cuenta los metales pesados; el proceso de toma de muestra se realiza empleando el Protocolo de Monitoreo de la ANA, en el cual asegura que las muestras mantengan sus propiedades físicas, químicas y biológicas tal como están en el río San Juan.

Para el análisis fisicoquímico “insitu” se emplea el multiparámetro el cual proporciona mediciones de:

- pH

- Conductividad
- Temperatura
- Oxígeno Disuelto
- Sólidos disueltos

Las determinaciones fisicoquímicas de metales pesados se llevan a cabo en el equipo de Absorción atómica Specktra AA del Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María (UNAS).

Las muestras para el análisis microbiológico en los puntos de monitoreo del río San Juan, se examinan en el menor tiempo posible y son llevadas a Diresa Pasco para los análisis correspondientes. Los análisis se hicieron al día siguiente de la toma de muestra.

3.6. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Para la investigación se ha considerado el análisis de coliformes fecales y coliformes totales y los reportes se hicieron en UFC/100 mL de muestra.

La logística necesaria para llevar a cabo el estudio se resume:

- Bibliografía selecta relacionada con el tema.
- Gps marca Garmin para determinar las coordenadas respectivas.
- Material de muestreo de agua previamente esterilizado.
- Computadora con procesador Intel I-7.
- Software Office 2016 con soporte Windows 10.
- Material de escritorio adicional.
- Wincha de 100 m, Cámara Fotográfica, etc.

3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO

Los resultados de los análisis obtenidos en los laboratorios de todos los monitoreos en las fechas indicadas son tabulados en forma ordenada. En

las mismas tablas se consignan los valores límites máximos permisibles para la industria minero-metalúrgica. Se contrastan los valores monitoreados con los normados y se determina el grado de contaminación del agua en estudio.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACION Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

3.8.1. Selección de instrumentos

Se emplean instrumentos homologados para analizar aguas:

- Multiparámetro Hanna
- Equipo de Absorción Atómica Specktra AA.
- Equipo de filtro de membrana Hanna.

3.8.2. Validación y confiabilidad de los instrumentos

Todos los instrumentos empleados para realizar el estudio de investigación se encuentran validados por sus respectivas instituciones y gozan de gran confiabilidad y garantía por entidades que gozan de prestigio y experiencia ganada por muchos años de servicio como es la DIRESA Pasco y la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

3.9. ORIENTACION ETICA

La ética esta aplicada para reflexionar sobre los deberes y responsabilidades del ser humano con la naturaleza, los seres vivos y las generaciones futuras. El trabajo de investigación está orientado en la del rio San Juan, se debe porque es el principal tributario de sus aguas al Lago Chinchaycocha y da inicio al Rio Mantaro. Esto conlleva a la contaminación del rio San Juan por causa de la empresa minera El Brocal

ubicado en la comunidad de Huaraucaca, distrito de Tinyahuarco; ahí es donde se encuentra ubicado la planta concentradora de la empresa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

La zona de estudio está ubicada en el Distrito Fundición de Tinyahuarco.



Fig. 3. El rio San Juan y la empresa El Brocal

4.1.1. La zona de estudio

- Cuenca: Rio Mantaro
- Sub cuenca: Rio San Juan – Lago Junín.
- Micro Cuenca: Rio San Juan.

4.1.2. Limites

- Sur: Distrito de Vico.
- Norte: Distrito de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha.
- Este: Distrito de Ninacaca.
- Oeste: Distrito de Simón Bolívar.

4.1.3. Coordenadas

La zona de estudio está ubicada en el paralelo 10°45'55" de latitud sur y a 76°14'54" de longitud oeste.

4.1.4. Hidrografía

El Distrito Fundición de Tinyahuarco en el aspecto físico y geográficamente, se presenta como un asentamiento humano rural, que este enclavado en la sierra, los principales afluentes del San Juan son los ríos Gashan, que tiene sus nacientes en la laguna de Acucocha, el Huarapampa y el Racuragra, todos ellos drenando en dirección oeste- este. Existen otras quebradas cuyas aguas discurren en la misma dirección.

Un afluente importante es el rio Blanco, que nace en la laguna Punrún a una altitud de 4325 m.s.n.m. Y cuenta con un caudal aproximado de 3,34 m³/s.

Estos tributarios permiten tener un régimen de drenaje permanente, con un caudal promedio de aproximadamente 10,9 m³/s. Esta

cuenca limita por el norte con la de los ríos Huallaga, Perené y Huaura, nace en la laguna de Alcacocha sobre los 4 350 m.s.n.m. alcanzando hasta el punto donde se une con el río Blanco, una superficie aproximada de 1 139 km². Se calcula que, aproximadamente el 85% del área de la misma está comprendida entre los 4 150 y los 4 400 m.s.n.m., mientras que el 15 % restante alcanza altitudes de hasta 4 600 m.s.n.m. En la cuenca, el periodo de crecidas o venidas se inicia en octubre y concluye en marzo, alcanzando su nivel máximo en los meses de enero y febrero. El de vaciante o estiaje comienza en abril y concluye en setiembre, llegando a su mínimo en los meses de julio y agosto.

La margen derecha del río San Juan recibe aguas frescas de diversos tributarios de régimen permanente o temporal, mientras que, en su margen izquierda, de donde provienen los efluentes de determinadas unidades mineras, la situación es diferente.

El área de desarrollo presenta puquiales u “ojos de agua” cristalina que afloran a la superficie, los cuales son usados como abrevaderos para el ganado y las zonas por donde discurre genera oconales.

En los límites de la cuenca del río San Juan se ubican las lagunas de Carpacancha, Tunshupayco, Pampacancha y Shiushua, mientras que sobre su margen izquierda se encuentran las lagunas de Angascancha, Huayhuacocha y Cuchis que drenan sus aguas hacia él.

4.1.5. Clima y temperatura

El clima en el Distrito Fundición de Tinyahuarco y las condiciones

atmosféricas que se presentan típicamente en el área a lo largo de los años, corresponde al de tundra seca de alta montaña (ETH) Schroeder (1969).

La temperatura del aire, típica de la región alto-andina, es en general frígida con oscilaciones diarias y ligeras variaciones estacionales. Durante el periodo 1996-2007, la máxima temperatura promedio anual, 16,1 °C, se registró en el año 1998, y la mínima promedio anual, - 5.2°C, en los años 2000 y 2001. Los periodos más fríos se dan durante los meses de junio a setiembre, y los más cálidos en noviembre y diciembre. En cuanto a la precipitación a lo largo del año, se puede distinguir una temporada de lluvias comprendida entre los meses de octubre y abril, seguida por una época de estiaje que se extiende entre los meses de mayo y setiembre. En lo referido al viento, la velocidad media anual con que sopla el viento fluctúa entre 2,2 y 7,0 kilómetros por hora (km/h) durante el periodo de registro.

Según el departamento de Medio Ambiente de la Sociedad Minera “El Brocal” esta varía entre los – 8 °C hasta los 10° C, con una temperatura media anual de 0 °C a 7° C.

La humedad relativa, o cantidad de vapor de agua contenida en el aire, oscila entre los promedios anuales de 60,0 %, registrado en el año 2005, y 84,1 %, registrado en el año 1999.

4.1.6. Flora y fauna

Las principales plantas que crecen en el distrito son: Quisual, Rayan o Sauco, Huiru, Tubera, Almohadilla, Retama, Pastos sembrados

(gras, alfalfa, alcacer, etc.)

La fauna, conformada por los siguientes recursos animales: Ganado vacuno, ovino, caprino, mular, caballo, porcino, aves de corral, etc.

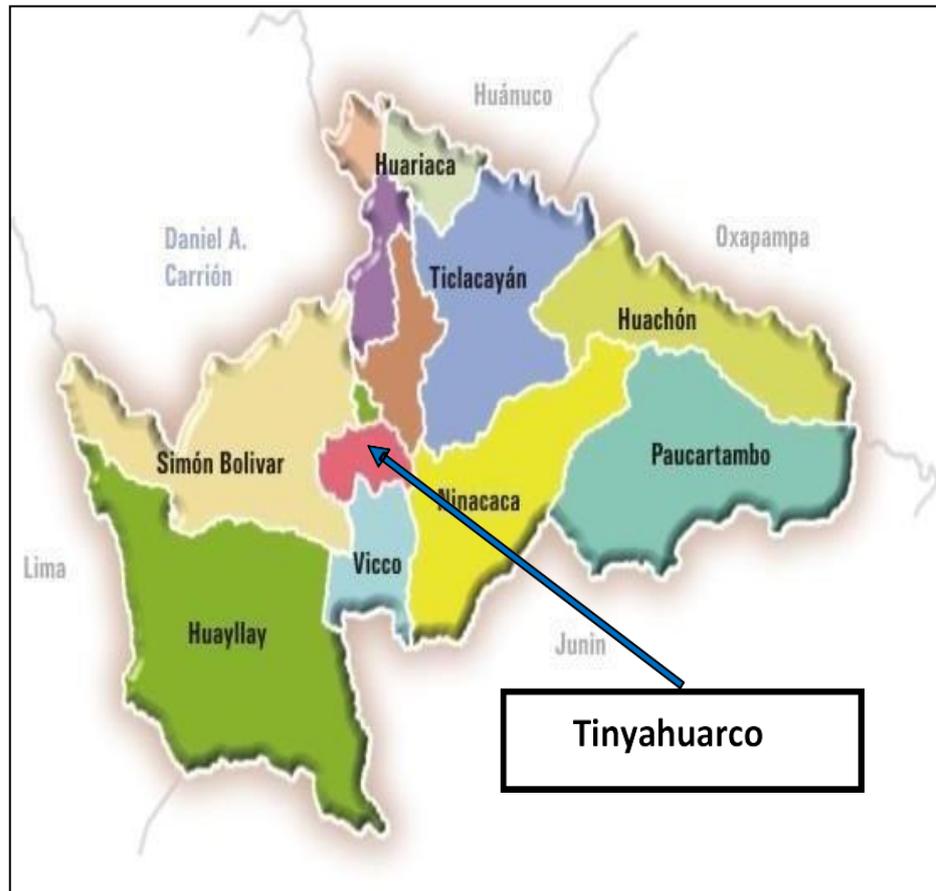


Fig. 4. Mapa de los distritos de la Provincia de Pasco

4.2. PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.2.1. Fechas de monitoreos

Para el estudio, se realizaron diferentes monitoreos en las aguas del río San Juan en las fechas siguientes:

Tabla 3. FECHAS DE MONITOREO
15 - 03 - 19
15 - 04 - 19
15 - 05 - 19
15 - 06 - 19
15 - 07 - 19

4.2.2. Puntos de monitoreo

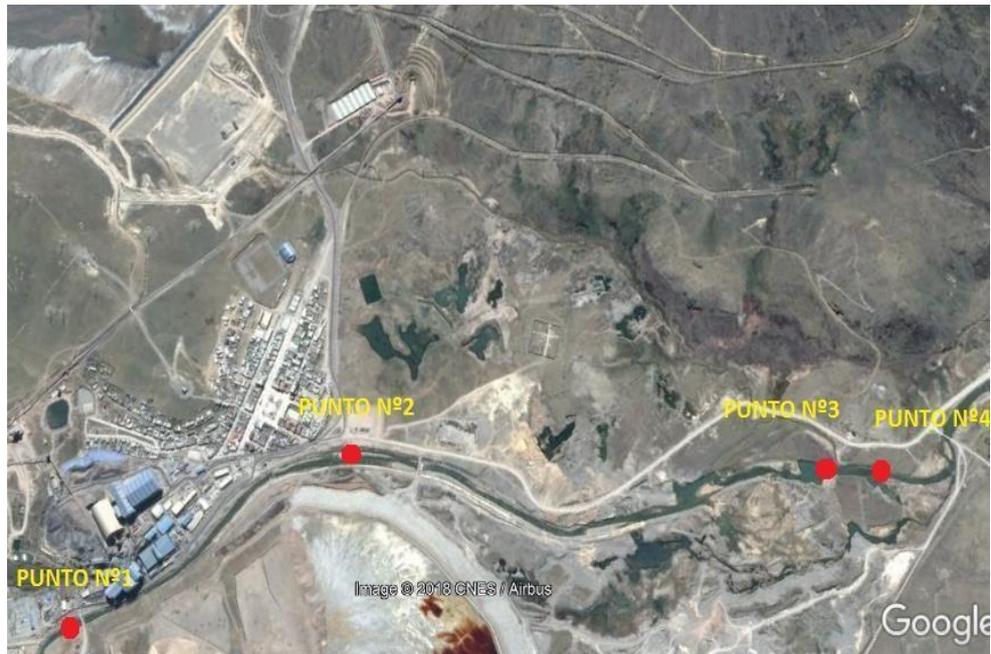
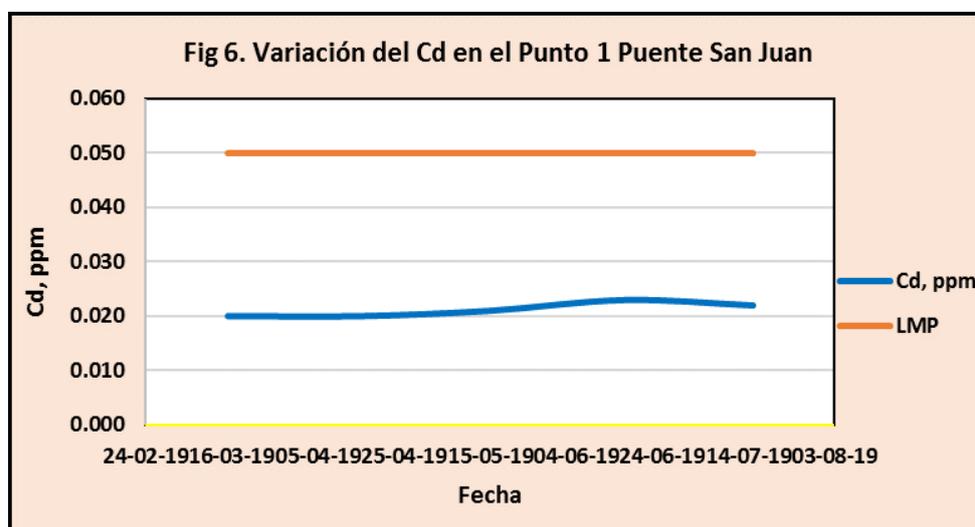


Fig. 5. Mapa indicando los 4 puntos de monitoreo

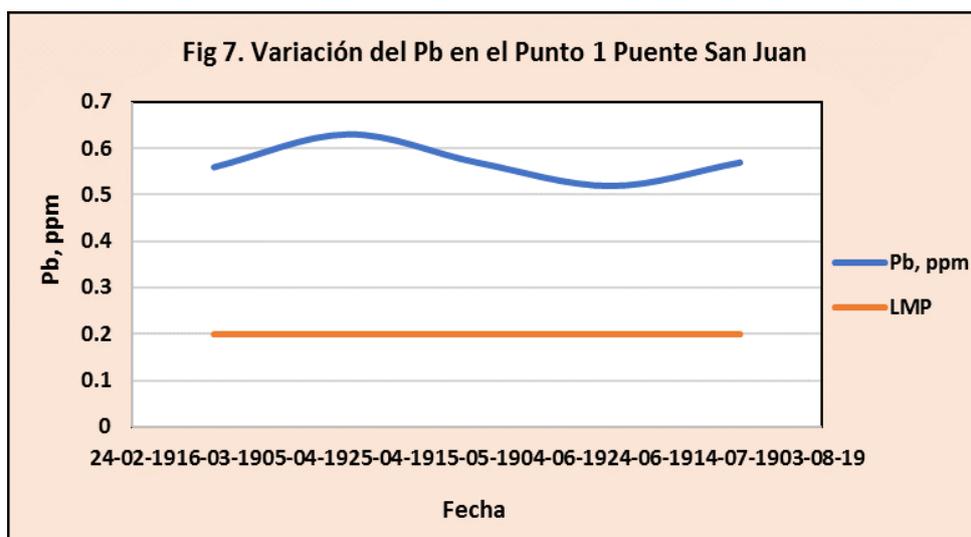
Se seleccionaron 4 puntos de monitoreo:

Tabla 4. Puntos de monitoreo			
N° Punto	Descripción	Coordenadas	Altitud
Punto 1	Puente San Juan	8806418.234N, 358054.279E	4186 msnm
Punto 2	Salida de Huaraucaca	8806329.837N, 358890.348E	4183 msnm
Punto 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	8805446.872N, 359986.622E	4179 msnm
Punto 4	Unión de la relavera con interior mina	8805399.603N 360090.343E	4178 msnm

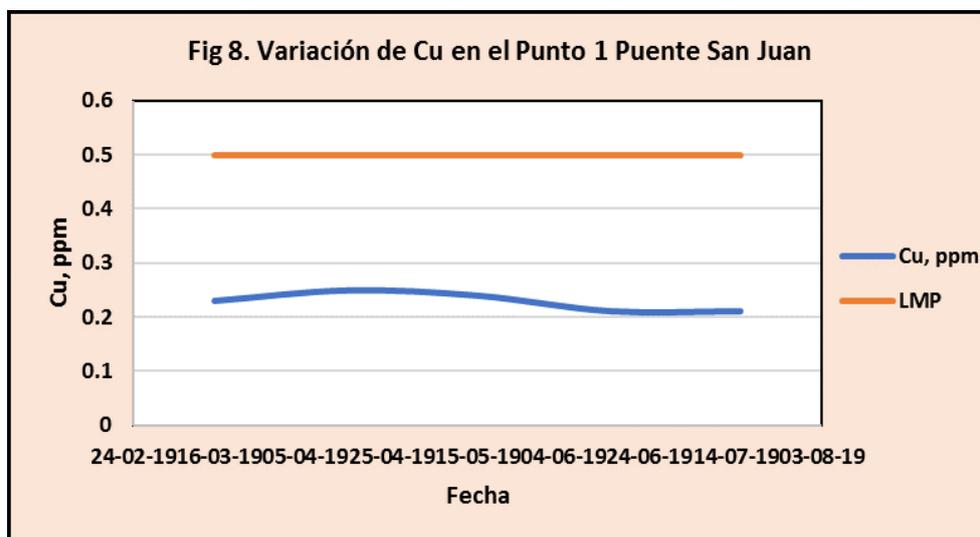
4.2.3. Análisis fisicoquímicos Diagnostico) En el Punto de monitoreo N°1



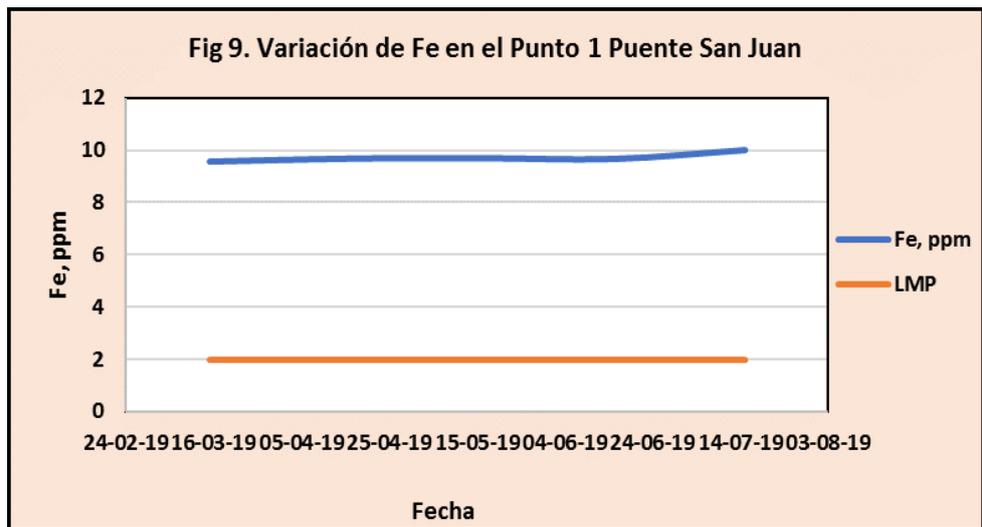
El cadmio, en este punto no supera el LMP.



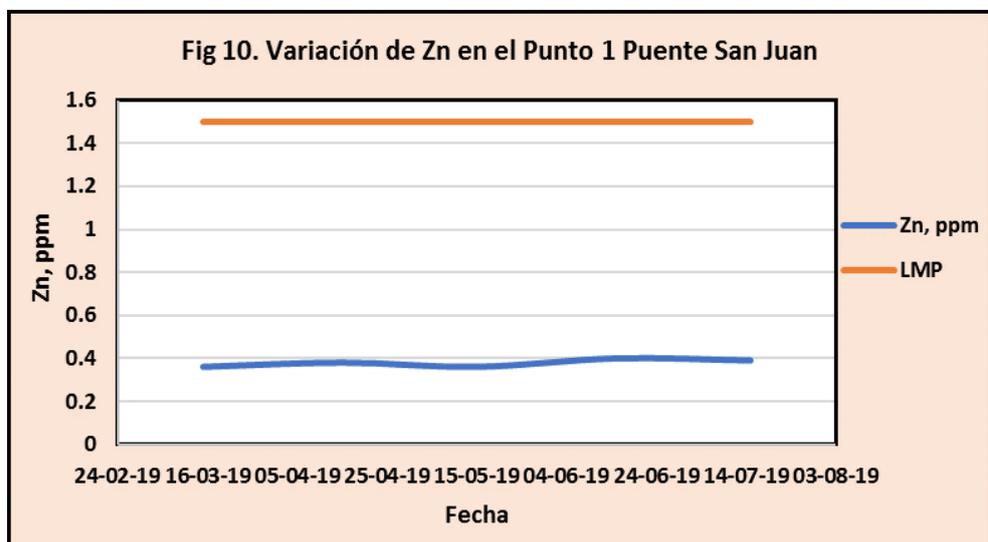
El plomo presenta elevados valores en todas las fechas de monitoreos superando los LMPs.



El cobre, de igual forma que el plomo, supera los valores LMPs verificándose una severa contaminación por este metal pesado en las diferentes fechas de monitoreo.

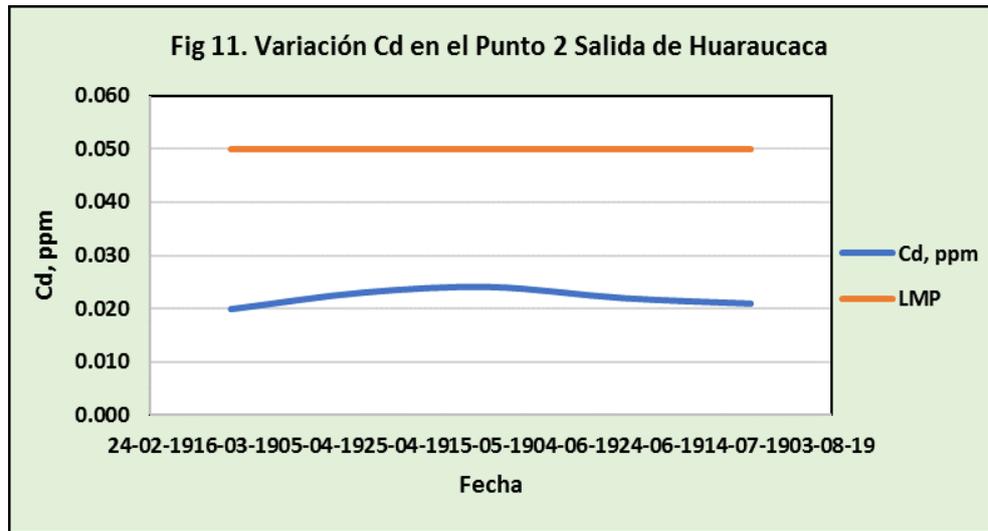


Otro elemento altamente contaminante por su elevada concentración es el hierro ya que llega alcanzar valores de 10 ppm cuando el LMP es 2 ppm.

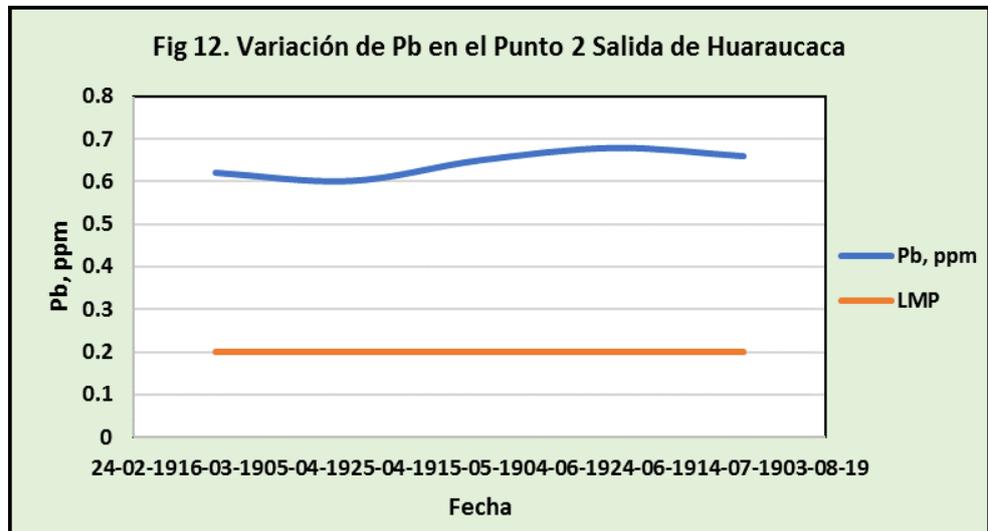


En cuanto al elemento metálico zinc, no hay problema porque los reportes dan valores bajos muy menores al LMP.

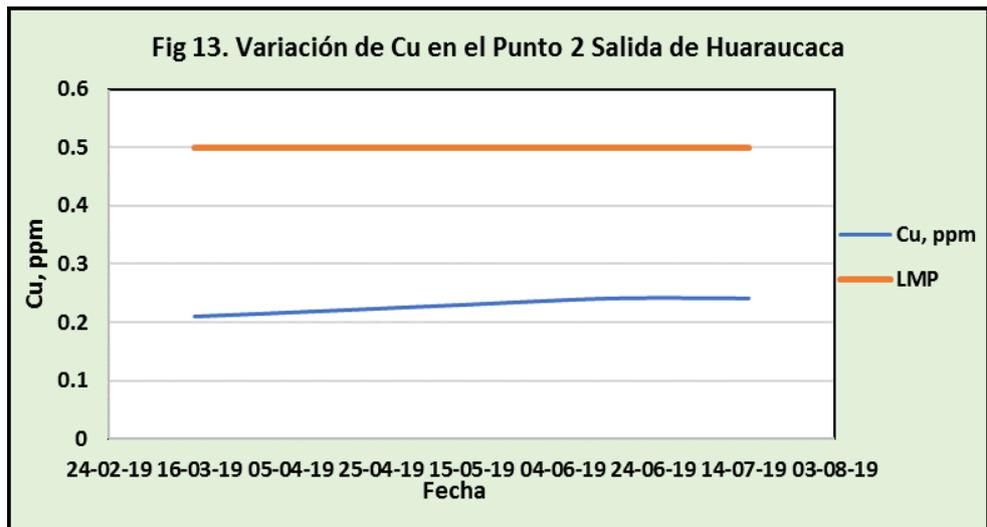
En el Punto de monitoreo N° 2



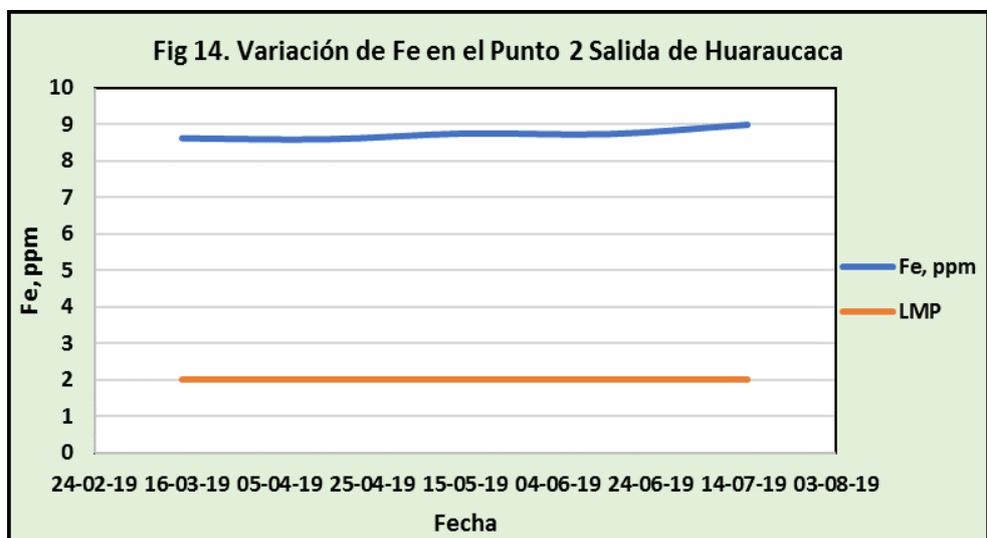
En este punto N°2 el cadmio nuevamente logra alcanzar valores bajos en los monitoreos lo que indica la baja concentración de este elemento.



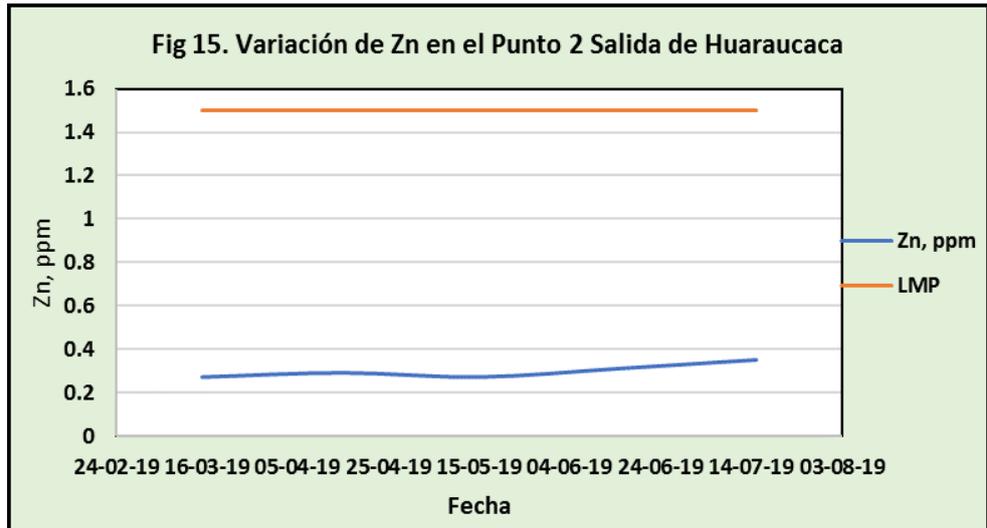
El plomo nuevamente se manifiesta como elemento altamente contaminador en los diferentes monitoreos.



Al igual que el caso anterior, el cobre no presenta mayores resultados que los dados en el LMP, lo que indica que la contaminación por cobre no es severa en este punto.

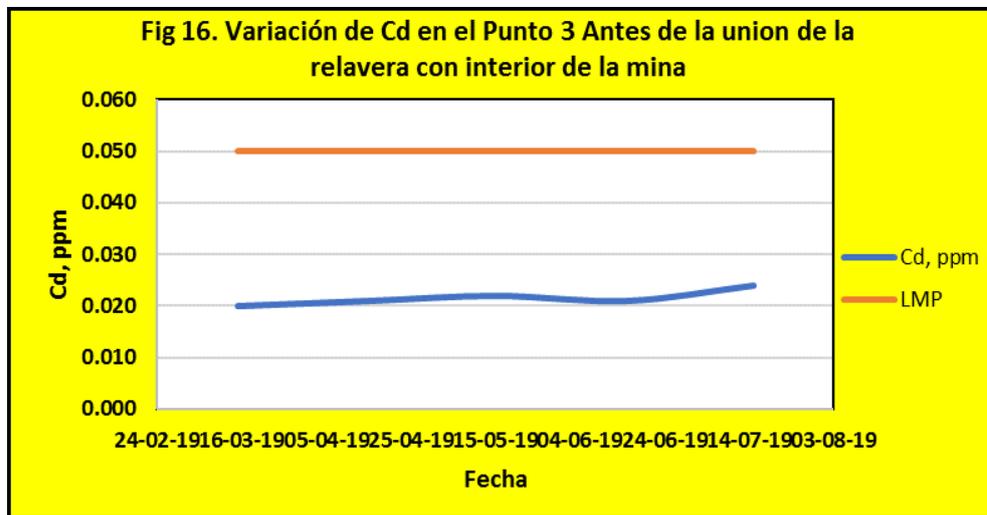


En este punto, nuevamente se presenta una alta contaminación por Fe superando enormemente el LMP en todas las fechas de monitoreo.

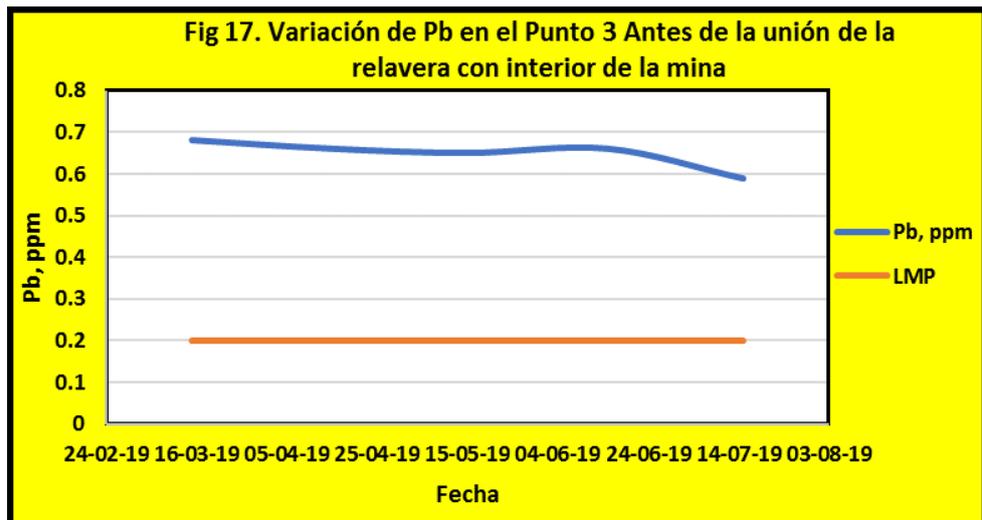


En el punto N°2 nuevamente el zinc presenta valores muy bajos respecto al valor LMP y la contaminación por tanto es mínima.

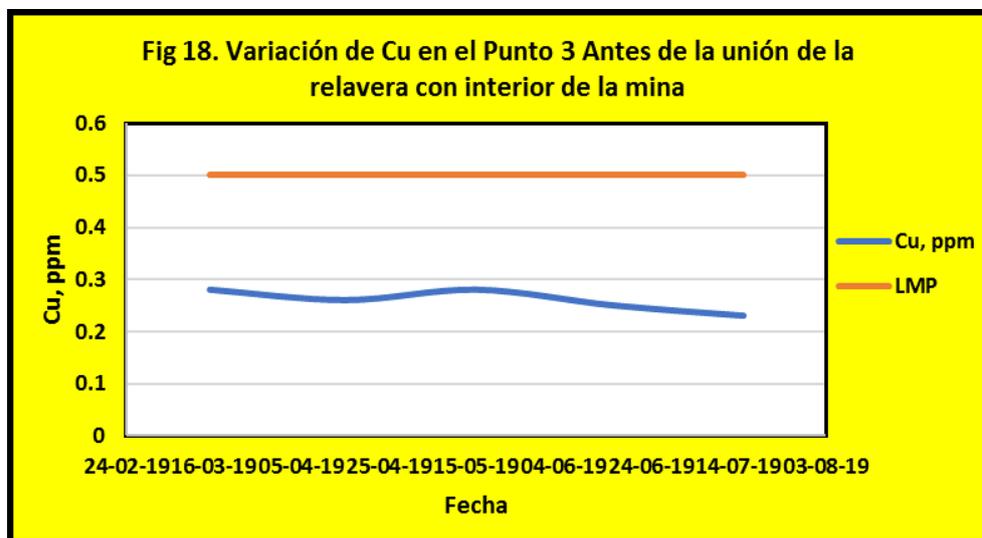
En el Punto de monitoreo N° 3



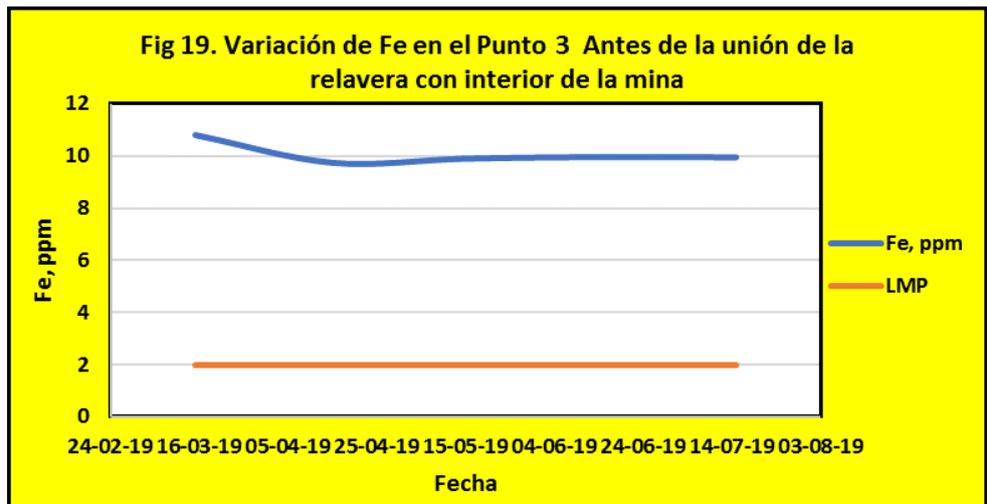
En este punto N°3 el cadmio tiene una concentración muy inferior al dado por el LMP lo que indica que también es un valor tolerante para este tipo de contaminante.



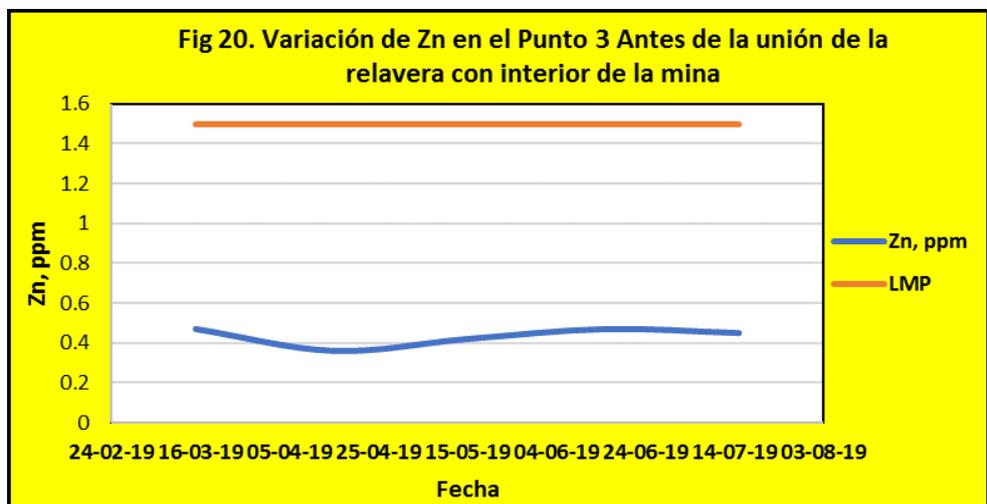
El plomo nuevamente muestra valores altos en este punto de muestreo. Significa la severa contaminación de este elemento pesado en las aguas del rio San Juan en esta zona.



El cobre igualmente no presenta valores que sobrepasen el LMP lo que indica la mínima contaminación relativa de este elemento en las aguas del rio San Juan.

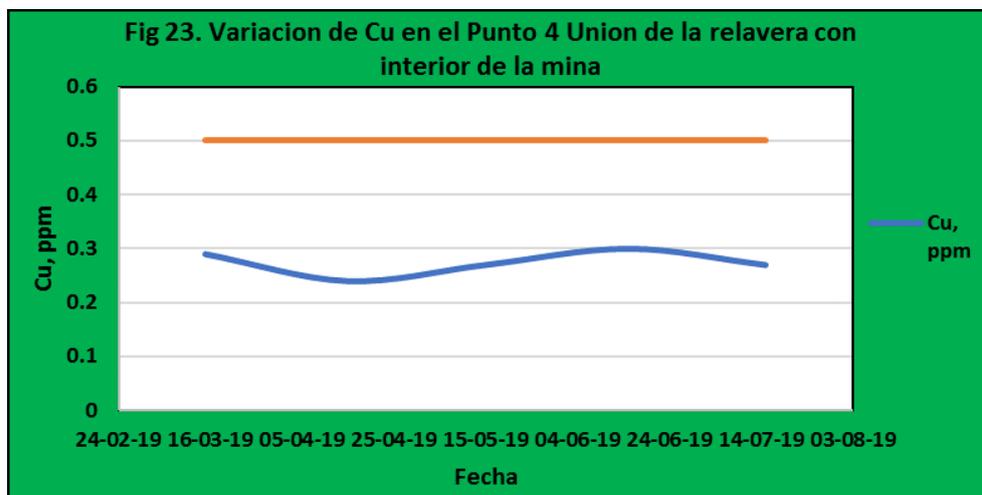
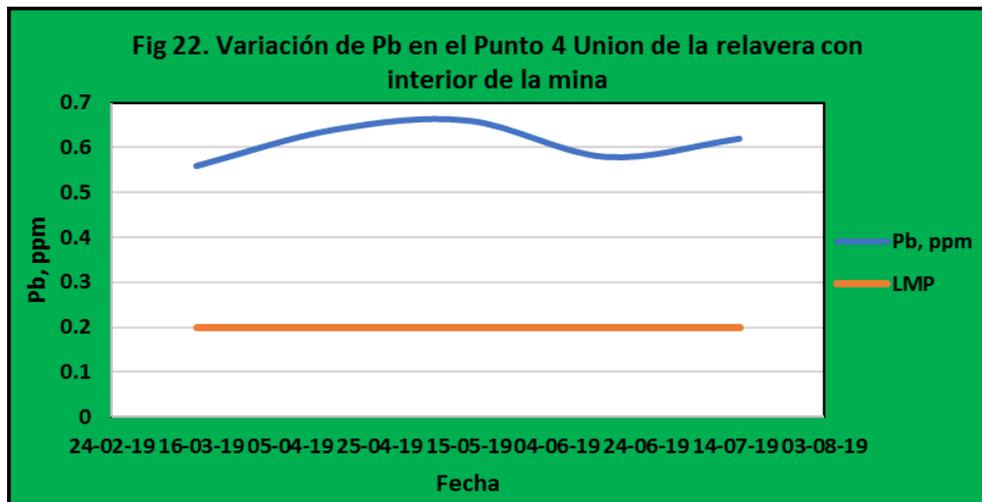
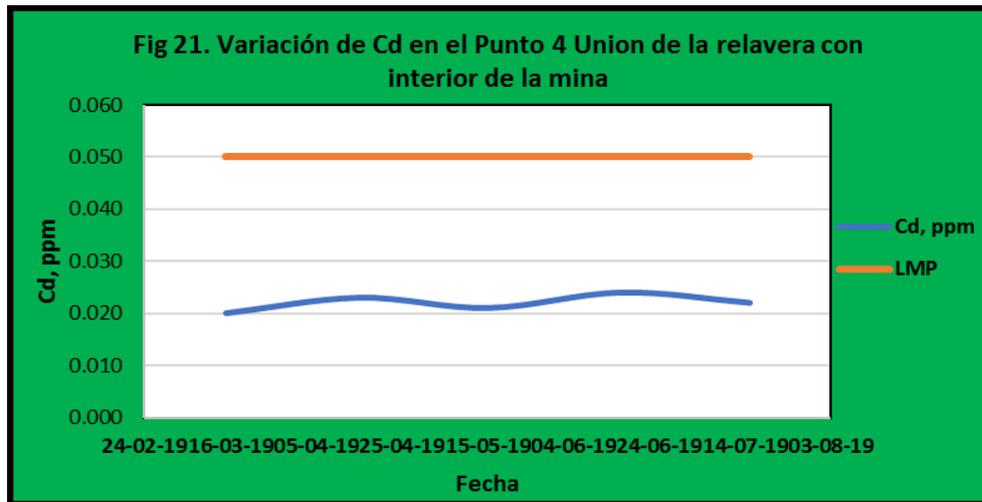


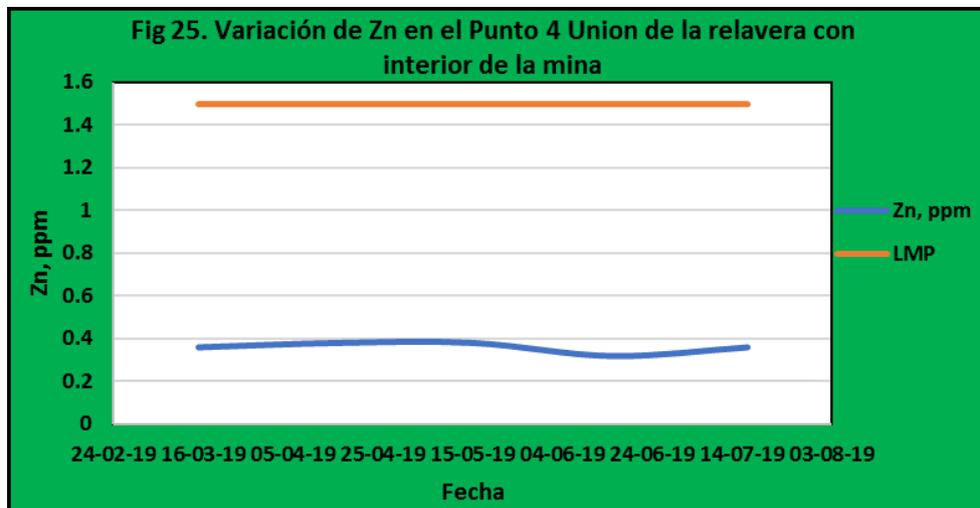
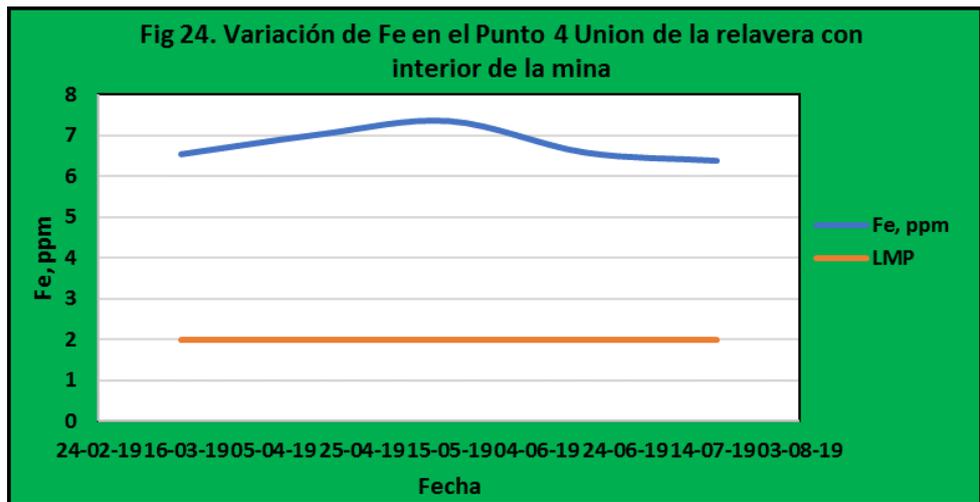
El hierro demuestra nuevamente su presencia elevada en el monitoreo de este punto muy por encima del LMP indicando que hay una fuerte concentración contaminante de este elemento en esta zona del río San Juan.



Una vez más el zinc no presenta grandes problemas en este punto de monitoreo, lo que indica la poca contaminación relativa de este elemento metálico en las aguas del río san Juan.

En el Punto de monitoreo N° 4





Resumen de los análisis físico químicos en el punto de monitoreo 4 respecto a los LMPs:

- El cadmio no sobrepasa
- El plomo sobrepasa
- El cobre no sobrepasa
- El hierro sobrepasa
- El zinc no sobrepasa

4.2.4. Análisis microbiológico

Tabla 5. Análisis microbiológico el 15-03-2019 en los puntos 1 y 4 de la zona

Fecha	Punto monitoreo	Coliformes, UFC/100 mL	
		Totales	Fecales
15-03-2019 8 a.m.	N° 1	370	30
15-03-2019 5 p.m.	N° 4	420	45

- Variación de coliformes totales: $420 - 370 = 50$ UFC/100 mL es lo que aportó la zona en estudio del río San Juan.
- Variación de coliformes totales: $45 - 30 = 15$ UFC/100 mL es lo que aportó la zona en estudio del río San Juan.

A esta variación se debe el incremento de coliformes totales y fecales en esta zona de estudio del río San Juan.

Tabla 6. Análisis microbiológico el 15-07-2019 en los puntos 1 y 4 de la zona

Fecha	Punto monitoreo	Coliformes, UFC/100 mL	
		Totales	Fecales
15-07-2019 8 a.m.	N° 1	392	50
15-07-2019 5 p.m.	N° 4	480	51

- Variación de coliformes totales: $480 - 392 = 88$ UFC/100 mL es lo que aportó la zona en estudio del río San Juan.
- Variación de coliformes fecales: $51 - 50 = 1$ UFC/100 mL es lo que aportó la zona en estudio del río San Juan.

A esta variación se debe el incremento de coliformes totales y fecales en esta zona de estudio del río San Juan. Esto indica que hay contaminación no tan severa por coliformes en esta zona.

4.2.5. Análisis físico-químico

Tabla 7. Análisis FQ en los puntos Inicial y Final el 15-03-2019

Punto de Monitoreo	Metales Pesados, ppm				
	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
Punto 1	0.020	0.56	0.23	9.58	0.36
Punto 4	0.020	0.56	0.29	6.54	0.36
Diferencia = Pto 4-Pto 1	0.000	0.00	0.06	-3.04	0.00

Tabla 8. Análisis FQ en los puntos Inicial y Final el 15-04-2019

Punto de Monitoreo	Metales Pesados, ppm				
	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
Punto 1	0.020	0.63	0.25	9.69	0.38
Punto 4	0.023	0.64	0.24	7.01	0.38
Diferencia = Pto 4-Pto 1	0.003	0.01	-0.01	-2.68	0.00

Tabla 9. Análisis FQ en los puntos Inicial y Final el 15-05-2019

Punto de Monitoreo	Metales Pesados, ppm				
	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
Punto 1	0.021	0.57	0.24	9.71	0.36
Punto 4	0.021	0.66	0.27	7.34	0.38
Diferencia = Pto 4-Pto 1	0.000	0.09	0.03	-2.37	0.02

Tabla 10. Análisis FQ en los puntos Inicial y Final el 15-06-2019

Punto de Monitoreo	Metales Pesados, ppm				
	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
Punto 1	0.023	0.52	0.21	9.68	0.40
Punto 4	0.024	0.58	0.30	6.58	0.32
Diferencia = Pto 4-Pto 1	0.001	0.06	0.09	-3.10	-0.08

Tabla 11. Análisis FQ en los puntos Inicial y Final el 15-07-2019

Punto de Monitoreo	Metales Pesados, ppm				
	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
Punto 1	0.022	0.57	0.21	10.01	0.39
Punto 4	0.022	0.62	0.27	6.38	0.36
Diferencia = Pto 4-Pto 1	0.000	0.05	0.06	-3.63	-0.03

Las concentraciones de Fe se muestran como valores negativos debido a las precipitaciones de este elemento en forma de óxido férrico y esto se puede observar en la coloración amarillenta del suelo y las rocas en las orillas del río.

En el caso de los demás elementos los que están con verde, la zona

de estudio no proporciona contaminación de estos elementos. Y los que están con valores positivos de color rojo si proporcionan contaminación.

4.2.6. Análisis “in situ” con el multiparámetro

El multiparámetro Hanna de la UNDAC reporta los siguientes resultados de análisis “in situ”:

Tabla 12. Determinación de la temperatura 15-03-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	TEMPERATURA, °C
PUNTO 1	Puente San Juan	10
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	9
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	11
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	10

Tabla 13. Determinación de la temperatura 15-04-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	TEMPERATURA, °C
PUNTO 1	Puente San Juan	12
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	11
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	12
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	9

Tabla 14. Determinación de la temperatura 15-05-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	TEMPERATURA, °C
PUNTO 1	Puente San Juan	11
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	11
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	13
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	10

Tabla 15. Determinación de la temperatura 15-06-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	TEMPERATURA, °C
PUNTO 1	Puente San Juan	12
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	10
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	11
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	11

Tabla 16. Determinación de la temperatura 15-07-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	TEMPERATURA, °C
PUNTO 1	Puente San Juan	9
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	10
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	12
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	11

Tabla 17. Determinación del pH 15-03-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	pH
PUNTO 1	Puente San Juan	6,5
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	6,1
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	7,6
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	7,9

Tabla 18. Determinación del pH 15-04-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	pH
PUNTO 1	Puente San Juan	6,9
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	5,8
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	7,1
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	6,8

Tabla 19. Determinación del pH 15-05-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	pH
PUNTO 1	Puente San Juan	7,2
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	5,9
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	6,8
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	6,0

Tabla 20. Determinación del pH 15-06-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	pH
PUNTO 1	Puente San Juan	6,1
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	6,3
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	6,1
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	6,9

Tabla 21. Determinación del pH 15-07-2019		
PUNTO MONITOREO	DESCRIPCION	pH
PUNTO 1	Puente San Juan	7,1
PUNTO 2	Salida de Huaraucaca	6,3
PUNTO 3	Antes de la unión de la relavera con interior de la mina	5,7
PUNTO 4	Unión de la relavera con interior de la mina	5,8

- En lo referente a la temperatura, esta varía entre 9 a 13 °C característica de las aguas de zonas altas como la de estudio. El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases y aumenta la de las sales.
- Respecto a la acidez, los análisis reportan valores ácidos cuyo valor mínimo es 5,7 en el punto de monitoreo N°3 antes de la unión de la relavera con interior de la mina el 15 de julio del 2019.

4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS

En la presente investigación del río San Juan se formuló la siguiente Hipótesis General:

La empresa El Brocal contamina las aguas del río San Juan con componentes metálicos y la población con componentes microbiológicos.

Después de concluir con el estudio, se observa que la calidad del agua se

ve afectada seriamente con contenidos metálicos especialmente Fe y Pb y ligeramente por contaminantes microbiológicos que proviene de la población. La contaminación metálica se debe por disolución de material rocoso y preferentemente por la operación de la planta de procesamiento de minerales de El Brocal, Por tanto, la Hipótesis planteada es válida.

4.4. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados de esta investigación indican que las aguas del río San Juan en la zona de estudio planteada están contaminadas tanto por material metálico proveniente mayormente por la operatividad de la planta de tratamiento de minerales El Brocal y la comunidad de Huaraucaca.

Los contaminantes metálicos más severos son el Hierro y el Plomo al reportar valores altos muy por encima de los LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO METALÚRGICAS dados por el Ministerio de Energía y Minas del Perú.

CONCLUSIONES

- Con los análisis fisicoquímicos llevados a cabo en el Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de la Selva de Tingo María se determinó una severa contaminación de metales pesados especialmente de Hierro y Plomo, indicando que esta zona de estudio proporciona un aporte contaminante en las aguas del río San Juan especialmente de contenido de Hierro y Plomo.
- Siendo el río San Juan principal tributario del Lago Junín, es por tanto el principal responsable de la contaminación de este importante lago.
- De igual manera, el río San Juan origina el nacimiento del río Mantaro, por tanto, este último ya nace contaminado.
- En lo referente a los coliformes hay presencia baja en el aporte de esta zona de estudio debido a la cierta acidez que presenta estas aguas permitiendo desaparición de este tipo de contaminación especialmente de los totales que son más sensibles a la acidez.

RECOMENDACIONES

- Siendo el Ministerio del Ambiente el responsable de velar por las buenas condiciones ambiental en los recursos naturales, es necesario mayor control tanto en descargas como filtraciones de contenidos metálicos.
- El estado peruano debe otorgar mayores presupuestos al MINAM para que pueda cumplir con su trabajo de control del ambiente incluyendo los cursos hídricos.
- Otros responsables son el Ministerio de Energía y Minas, los gobiernos regionales, las municipalidades y centros de estudio superiores como las universidades.

BIBLIOGRAFIA

1. Albert Lilia, 1998. "toxicología Ambiental". Publicación del Centro
2. Arboleda, Valencia Jorge. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Editorial Cepis, 1993.
3. Casas, José Vicente. Coagulación-Floculación. Publicaciones Universidad Nacional. Bogotá 1998.
4. Delgadillo, Liliana. Estudio del Tratamiento de Aguas Residuales por Electrocoagulación (Sistema AP). Febrero, 1998.
5. Estudio de los impactos urbanos y sociales generados por la expansión minera en Cerro de Pasco 1996 Centro de Investigaciones Sociológicas, Económicas, Políticas y Antropológicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (CISEPA-PUCP) Lima.
6. Fisher, Andréu. Sistema AP de Descontaminación de las Aguas, Folleto, diciembre 1993.
7. Quillatupa I. Y Col 1993 "Contaminación de Ecosistemas Acuáticos en la Región Andrés A. Cáceres Teoría y Praxis. Revista del Inst. de Investigación de la UNDAC.
8. Raja Gopalan, Shifman 1980 "Guías de medidas sanitarias simples para el control de enfermedades entéricas" Serie Técnica Ginebra – Cepis O.P.S. de Salud Ambiental, Ministerio de Salud, Lima – Perú, 2011.
9. Rigola, Lapeña Miguel. Tratamiento de Aguas Industriales. Editorial Alfa-Omega. México DF, 1999.

10. Romero, R. Jairo A. Ecuquímica. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá, 1996.
11. Régimen Legal del Medio Ambiente. Artículo 72, Decreto 1594 de 1984. Legis 2001

PAGINAS WEB CONSULTADAS

- <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/medioambiente.html>
- http://www.inrena.gob.pe/irh/blegal/ds/ds_929-73-ag.pdf
- <http://www.minag.gob.pe/cuencas-e-hidrograf-a/problem-tica.html>
- <http://www.conam.gob.pe/geo/ii31b.htm>
- http://www.peruecologico.com.pe/lib_c23_t01.htm
- bp0.blogger.com/.../uE63gmgGfhs/s400/mantaro.jpg
- <http://water.usgs.gov/gotita/phdiagram.html>
- <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/17%20Anexo%204%20y%205%20-%20LMP%20y%20ECA.pdf>
- <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s06.htm>
- <http://www.metasbicentenario.consortio.edu.pe/mineria-yambiente/extenso-danos-ambientales-de-la-mineria-en-el-peru-que-hacer-con-ellos/>
- http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/3_protocolo_nacional_de_monitoreo_af_0_2.pdf
- https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf
- <https://www.iagua.es/blogs/carlos-revilla-calcina/preocupados>

ANEXOS

**ANEXO 1: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES
LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO METALÚRGICAS**

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0,8
Arsénico Total	mg/L	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/L	0,05	0,04
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	mg/L	0,5	0,4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1,6
Plomo Total	mg/L	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/L	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2

fuente: D.S. N°010-2010-MINAM

AREA LABORATORIO DE CONTROL DE CONTROL AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIÓLOGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 085 – AC – 2019

Solicitante: Rusbeth Mercedes Carhuas Mauricio

Dirección: SAN JUAN – CERRO DE PASCO

DATOS DEL MUESTREO

CONTROL LABORATORIO

Proced. de las muestras: Rio San Juan

Fecha de recepción: 15/03/2019 15:20h

Localidad: Varios

Fecha de inicio de ensayo: 16/03/2019 6:10h

Distritos: Tinyahuarco

Cloro residual (mg/L):

Fecha/hora de muestreo 15/03/2019

Muestreado por: Interesado

RESULTADOS

CÓDIGO LABORATORIO	MUESTRA		ENSAYOS	
	TIPO	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales 35°C (UFC/100ml)	Coliformes fecales 44.5°C (UFC/100 ml)
M1	Agua de rio	Puente San Juan	370	30
M2	Agua de rio	Punto 4	420	45

Método de ensayo: Filtro de membrana basado en The Standard Method for the Examination of Water and wastewater 21th edition

UNIEDAD UFC (Unidades formadoras de Colonias) Cerro de Pasco, 16 de marzo del 2019

MINISTERIO DE SALUD
Dirección Regional de Salud - Pasco

RESP. DE LABORATORIO
LUIS A. GARCÍ MELGAREJO
TEC. LABORATORISTA

GOBIERNO REGIONAL PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO

Ing. SILVIA S. SALMADOR SERRANO
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

V°B° DIRECCION

AREA LABORATORIO DE CONTROL DE CONTROL AMBIENTAL

ANÁLISIS MICROBIÓLOGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° 097 – AC – 2019

Solicitante: Rusbeth Mercedes Carhuas Mauricio

Dirección: SAN JUAN – CERRO DE PASCO

DATOS DEL MUESTREO

CONTROL LABORATORIO

Proced. de las muestras: Rio San Juan Fecha de recepción: 15/07/2019 15:20 h

Localidad: Varios Fecha de inicio de ensayo: 16/07/2019 16:10 h

Distritos: Tinyahuarco

Cloro residual (mg/L):

Fecha/hora de muestreo 15/07/2019

Muestreado por: Interesado

RESULTADOS

CÓDIGO LABORATORIO	MUESTRA		ENSAYOS	
	TIPO	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales 35°C (UFC/100ml)	Coliformes fecales 44.5°C (UFC/100 ml)
M1	Agua de rio	Puente San Juan	392	50
M2	Agua de rio	Punto 4	480	51

Método de ensayo: Filtro de membrana basado en The Standard Method for the Examination of Water and wastewater 21th edition

UNIEDAD UFC (Unidades formadoras de Colonias) Cerro de Pasco, 16 de julio del 2019

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección Regional de Salud - Pasco
 RESP. DE LABORATORIO
LUIS A. GARDI MELGAREJO
 TEC. LABORATORISTA


 GOBIERNO REGIONAL PASCO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
 ING. SILVIA S. SALAZAR
 D. SALUD AMBIENTAL
 V°B° DIRECCION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS ESPECIAL



SOLICITANTE: <i>RUSBETH CARHUAS MAURICIO</i>			Lugar: <i>Rio San Juan Pasco</i>					
DATOS DE LA MUESTRA			METALES, ppm					
Código	Tipo	Referencia	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
MO053	AGUA	Muestra 1 Rio San Juan	0.02	0.56	0.23	9.68	0.36	0.59
MO054	AGUA	Muestra 2 Rio San Juan	0.02	0.62	0.21	8.62	0.27	0.55
MO055	AGUA	Muestra 3 Río San Juan	0.02	0.68	0.28	10.82	0.47	0.66
MO056	AGUA	Muestra 4 Rio San Juan	0.02	0.56	0.29	6.54	0.36	0.35

MUESTREO POR EL SOLICITANTE TINGO MARIA, 15 DE MARZO DEL 2019





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: <i>RUSBETH CARHUAS MAURICIO</i>			Lugar: <i>Rio San Juan Pasco</i>					
DATOS DE LA MUESTRA			METALES, ppm					
Código	Tipo	Referencia	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
MO053	AGUA	Muestra 1 Rio San Juan	0.02	0.63	0.25	9.69	0.30	0.62
MO054	AGUA	Muestra 2 Rio San Juan	0.023	0.60	0.22	8.59	0.29	0.59
MO055	AGUA	Muestra 3 Río San Juan	0.021	0.66	0.26	9.76	0.36	0.60
MO056	AGUA	Muestra 4 Rio San Juan	0.023	0.64	0.24	7.01	0.38	0.41

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE TINGO MARÍA, 15 DE ABRIL DEL 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Signature]
Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE: <i>RUSBETH CARHUAS MAURICIO</i>			Lugar: <i>Rio San Juan Pasco</i>					
DATOS DE LA MUESTRA			METALES, ppm					
Código	Tipo	Referencia	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
MO053	AGUA	Muestra 1 Rio San Juan	0.021	0.57	0.24	9.71	0.36	0.61
MO054	AGUA	Muestra 2 Rio San Juan	0.024	0.65	0.23	8.76	0.27	0.56
MO055	AGUA	Muestra 3 Río San Juan	0.022	0.65	0.28	9.92	0.42	0.62
MO056	AGUA	Muestra 4 Rio San Juan	0.021	0.66	0.27	7.34	0.38	0.36

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE TINGO MARIA, 15 DE MAYO DEL 2019





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: <i>RUSBETH CARHUAS MAURICIO</i>			Lugar: <i>Rio San Juan Pasco</i>					
DATOS DE LA MUESTRA			METALES, ppm					
Código	Tipo	Referencia	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
MO053	AGUA	Muestra 1 Rio San Juan	0.023	0.52	0.21	9.68	0.40	0.64
MO054	AGUA	Muestra 2 Rio San Juan	0.022	0.68	0.24	8.74	0.31	0.62
MO055	AGUA	Muestra 3 Río San Juan	0.021	0.66	0.25	9.98	0.47	0.65
MO056	AGUA	Muestra 4 Rio San Juan	0.024	0.58	0.30	6.58	0.32	0.32

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE TINGO MARIA, 15 DE JUNIO DEL 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
[Signature]
Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE: <i>RUSBETH CARHUAS MAURICIO</i>			Lugar: <i>Rio San Juan Pasco</i>					
DATOS DE LA MUESTRA			METALES, ppm					
Código	Tipo	Referencia	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
MO053	AGUA	Muestra 1 Rio San Juan	0.022	0.57	0.21	10.01	0.39	0.62
MO054	AGUA	Muestra 2 Rio San Juan	0.021	0.66	0.24	9.01	0.35	0.64
MO055	AGUA	Muestra 3 Río San Juan	0.024	0.59	0.23	9.97	0.45	0.64
MO056	AGUA	Muestra 4 Rio San Juan	0.022	0.62	0.27	6.38	0.36	0.42

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE TINGO MARIA, 15 DE JULIO DEL 2019.





FOTOS 1 Y 2: Tesista usando la vara para el muestreo en el río San Juan



Fotos 3 y 4: Tesista empleando el multiparámetro en el análisis del agua del rio San Juan



Fotos 5 y 6: Tesista muestreando en el punto 4 al final de la salida de Huaraucaca

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente
¿La calidad microbiológica y la concentración de metales del río San Juan incrementará la contaminación físico-química y microbiológica de las aguas de este río?	Evaluar el contenido microbiológico y metales pesados del agua del río San Juan producto de la actividad minero-metalúrgica de la empresa El Brocal.	La empresa El Brocal y la población contamina seriamente las aguas del río San Juan con componentes metálicos y microbiológicos.	Calidad de agua.
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicas	Variables Independientes
¿Qué concentraciones de metales se encontrará en las aguas del río San Juan provenientes de la explotación minera de la empresa El Brocal?	Analizar que concentraciones de metales plata, cobre y zinc están presentes en las aguas del río San Juan provenientes de la actividad minero-metalúrgica de la empresa El Brocal.	La empresa El Brocal contamina las aguas del río San Juan con elementos metálicos Ag, Cu y Zn.	Contaminantes del agua.
¿Las aguas del río San Juan tendrá contenido de coliformes fecales y totales provenientes de la explotación minera de la empresa El Brocal?	Determinar la presencia de coliformes fecales y totales en el agua de la microcuenca del río San Juan provenientes de la población cercana al río San Juan.	La población cercana al río San Juan contamina las aguas con coliformes fecales y totales.	