

JUNIO 2023

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN CERRO DE PASCO

2009-2022



10 years

source

GLOSARIO

°C - Grados centígrados

ANA - Autoridad Nacional del Agua

C.P. - Centro Poblado

CE - Conductividad Eléctrica. La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica a través de los iones disueltos positivos (sodio, calcio, potasio y magnesio) y negativos (cloruro, sulfato, carbonato, bicarbonato)

D.S - Decreto Supremo

Depósito de relave - Toda obra estructurada en forma segura para contener los relaves generados como subproducto del proceso minero-metalúrgico

DIGESA - Dirección General de Salud Ambiental del MINSA

DIRESA Pasco - Dirección Regional de Salud de Pasco

dL - Decilitro (0,1 litros)

ECA - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

Efluente minero - Cualquier flujo de sustancia líquida descargada a los cuerpos receptores que proviene de distintas operaciones mineras (excavación, planta de procesamiento, tratamiento agua residuales, depósito de residuos, infraestructuras varias)

EPA - Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

FAO - Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

g - Gramo

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

ICP-AES - Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy (Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado por Inducción)

ICP-MS - Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (Espectrometría de Masas de Plasma Acoplado Inductivamente)

ISO - International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

kg - Kilogramo

L - Litro

LMP - Límites Máximos Permisibles; medida de la concentración de elementos, sustancias y/o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan al efluente líquido mineros o cuerpo hídrico, y que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente

µg - Microgramo (0,000001 gramos)

µm - Micrometro (0,000001 metros)

µS - Microsiemens (0,000001 siemens)

mg - Miligramo (0,001 gramos)

mg/m²/día - Miligramos por metro cuadrado al día; es una tasa de deposición del polvo

MINAM - Ministerio del Ambiente

MINEM - Ministerio de Energía y Minas

MINSA - Ministerio de Salud

OEFA - Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

OMS - Organización Mundial de la Salud

PM - Material particulado (partículas de tamaños inferiores a 10 micrones)

Relave - Residuo, mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales en el proceso minero-metalúrgico; este residuo es transportado mediante canales o tuberías hasta un depósito de relave

TDS - Sólidos Disueltos Totales; los TDS presentes en el agua son los minerales como calcio, magnesio, potasio y sodio, entre otros

Índice

<i>Resumen ejecutivo</i>	1
<i>Cap.I. Introducción</i>	4
<i>Cap.II. Calidad de los recursos hídricos</i>	7
<i>Cap.III. Calidad de los suelos</i>	22
<i>Cap.IV. Calidad de los alimentos</i>	28
<i>Cap.V. Calidad del aire</i>	29
<i>Cap. VI. Análisis de los desmontes mineros</i>	33
<i>Conclusiones</i>	34
<i>Recomendaciones</i>	36
<i>Bibliografía</i>	

RESUMEN EJECUTIVO

Varios estudios realizados en Cerro de Pasco en los últimos años han demostrado la extensión espacial y temporal de la contaminación ambiental de origen minera y los efectos en la salud de la comunidad, especialmente de los niños.

Las múltiples investigaciones de Source International, organización internacional que estudia el caso de Cerro de Pasco desde el 2009, se han enfocado en diferentes ejes, investigando los efectos de la contaminación minera en diferentes matrices ambientales.

En el 2009, Source International ha realizado el primer estudio independiente para evaluar el estado de la calidad de los recursos hídricos en Cerro de Pasco y sus alrededores.

En el 2016, se realizó el segundo monitoreo ambiental del agua; al principio del 2019 se investigó el potencial de drenaje ácido de mina y presencia de sulfuros en los depósitos de desmonte mineros "Óxidos de Pasco" almacenados en el centro poblado de Paragsha. En agosto 2019, se realizó el tercer monitoreo de agua y por primera vez se investigó el nivel de contaminación de los suelos, aire y comida. En el 2021, se realiza un segundo monitoreo de calidad de aire y en octubre 2022 se realizó el cuarto monitoreo de aguas y el segundo muestreo de los suelos adentro del distrito Simón Bolívar.

El presente informe tiene el objetivo de recopilar, en un solo documento, los datos científicos de los distintos estudios a lo largo de 13 años de investigaciones, para que tales informaciones sean más accesibles para toda persona interesada en conocer más sobre el caso de Cerro de Pasco y sus alrededores. Los distintos estudios representan una fuerte evidencia científica, ya que han dado a conocer, por primera vez, informaciones importantes e útiles para que las instituciones de competencia y los diferentes actores nacionales y regionales, puedan poner en marcha acciones de remediación en un territorio tan vulnerado como aquello de Cerro de Pasco.

Las áreas de estudio están ubicadas adentro de las cuencas hidrográficas del río Tingo, del río San Juan y del río Huallaga, hasta incluir las áreas de las lagunas Quiulacocha, Yanamate, Acucocha y Punrun. Muchos sitios de análisis se encuentran en algunos distritos de la ciudad de Cerro de Pasco, como aquellos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha; en los centros poblados, en sus alrededores como las comunidades de Quiulacocha y Yurajhuanca. Paralelamente a las áreas de impactos mineros, se ha investigado el territorio del distrito de Carhuamayo, ubicado a 43 kilómetros de Cerro de Pasco, en la vecina Provincia de Junín. Este último ha sido escogida como sitio control por no tener actividades mineras activas.

A lo largo de los años de investigación ambiental en el territorio de Pasco, siempre hemos observado y registrado valores altos de contaminación por metales pesados. Gracias a los estudios, hemos podido dar a conocer a las comunidades locales el estado de impacto ambiental, causado por las distintas actividades extractivas, y sus efectos en la salud de las poblaciones expuestas. Paralelamente, gracias a los estudios sanitarios desarrollados en los años, que incluyen el biomonitoreo de metales pesados en los cabellos de la población infantil, la evaluación del coeficiente intelectual y la investigación sobre las manifestaciones clínicas, hemos podido demostrar como los altos niveles de contaminación ambiental han generado graves impactos en la salud de las poblaciones que vive en Cerro de Pasco.

La exposición, a largo plazo, a los metales pesados, está relacionada con la aparición de diferentes enfermedades y manifestaciones clínicas, que repercuten sobre el estado de salud de los individuos expuestos. Los sistemas gastrointestinal, neurológico, hemático y renal son los principales afectados. Algunos ejemplos de los efectos perjudiciales que puede provocar la exposición a largo plazo a metales pesados son: sangrado nasal, conjuntivitis, manchas en la piel, irritabilidad, hasta llegar a formas más graves como cáncer, enfermedad renal crónica, neuropatías periféricas, demencia, derrame pleural, complicaciones cardiovasculares, daño o insuficiencia hepática, complicaciones óseas, hipertensión arterial, osteomalacia, diabetes, retinopatías, nefropatías, osteoporosis y polineuropatía periférica, entre otros.

Todas estas manifestaciones clínicas acortan la esperanza de vida media y reducen la calidad de vida media del individuo a causa del dolor, malestar y de las complicaciones.

Muchas de estas manifestaciones clínicas se han registrado con porcentaje mayores en la población que vive en Cerro de Pasco respecto a la población evaluada en Carhuamayo.

Además la población infantil de Cerro de Pasco presentó en todos los biomonitoreos del pelo concentraciones de los metales pesados como arsénico, plomo, aluminio y manganeso por encima del estándar de referencia, además que los valores medios encontrados en la población control de Carhuamayo.

Un capítulo a parte merece el impacto de los metales pesados en el retraso mental. Plomo, mercurio, cadmio, arsénico son neurotóxicos y pueden afectar el desarrollo cerebral de los niños, lo que reduce el coeficiente intelectual, los cambios de comportamiento, como la reducción de la capacidad de atención y el aumento del comportamiento antisocial, y el logro educativo reducido. Gracias al estudio sobre el coeficiente intelectual hemos observado como la población expuesta de Paragsha presenta niveles inferiores con respecto a sus pares de la población no expuesta a las actividades minera de Carhuamayo.

Dados los múltiples impactos sanitarios que venimos observando en los años, los estudios ambientales resultan muy útiles ya que permiten explicar e informar sobre las distintas causas de dichos impactos sanitarios. Los datos científicos resultan fundamentales para informar además a las poblaciones, de cuales son las áreas más impactadas en el territorio, y para que las autoridades actúen en termino de prevención del riesgo.

Es así que, gracias a las investigaciones ambientales, hemos observado como la causa principal de la contaminación de metales pesados en Cerro de Pasco, es asignable a las múltiples fuentes de contaminación minera.

Los metales pesados son sustancia tóxicas para el medio ambiente y representan un riesgo tanto tóxico como cancerígeno para la fauna, impactando irreversiblemente en la biodiversidad del fragil equilibrio de los ecosistemas altoandinos. Las poblaciones son crónicamente expuestas a valores elevados de tales sustancias, lo que representa una importante violación a los múltiples derechos humanos, como el derecho humano al agua potable y al vivir en un medio ambiente sano y limpio, entre otros, como venimos denunciando con el tiempo.

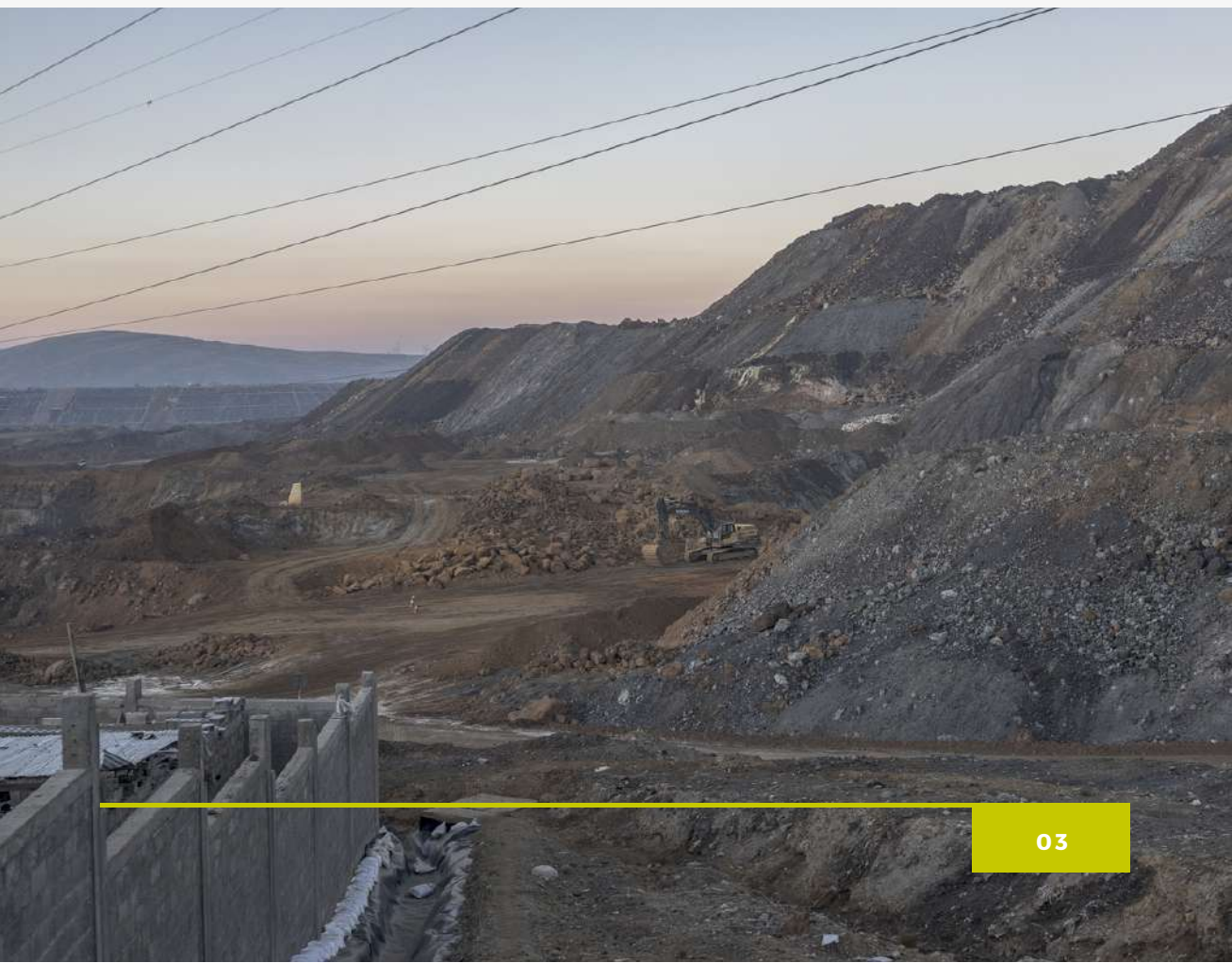
Niveles de arsénico, plomo, mercurio, cadmio se encuentran encima de las normas peruanas, sobrepasando también los valores guías internacionales.

Estas múltiples claras evidencias científicas ponen en luz una situación ambiental, sanitaria, social y económica de alto riesgo. Para hacer frente a esta dramática situación se exigen esfuerzos interdisciplinarios para eliminar las fuentes de contaminación, reducir los niveles existentes de metales pesados en el ambiente y urgentemente trabajar en acciones de cura y prevención sanitaria, además de acciones a largo plazo de remediación ambiental.

El documento está dividido en capítulos: el **capítulo I** es una introducción sobre el caso y el contexto; el **capítulo II** reporta todos los resultados sobre la calidad de los recursos hídricos; el **capítulo III** se enfoca en los monitoreos de suelos agrícolas y recreativos; el **capítulo IV** evidencia los principales hallazgos de la contaminación en los alimentos; en capítulo V presenta los datos sobre la contaminación del aire y el **capítulo VI** introduce los análisis químicos sobre los suelos de los desmontes mineros y su potencial de producción de drenaje ácido.

En la parte final del documento, se comparten las conclusiones y las recomendaciones a los distintos actores nacionales, regionales y locales.

Un agradecimiento especial al trabajo del Centro Labor a lo largo de estos años, por el acompañamiento y soporte extraordinario al trabajo de Source International, sin el cual, todos estos esfuerzos no hubieran podido realizarse.



INTRODUCCIÓN

Cerro de Pasco es una ciudad rodeada de pasivos ambientales, plantas de operación, un inmenso tajo en expansión y relaveras mineras. Múltiples son las fuentes de contaminación ambiental de origen minera y muchas son las sustancias tóxicas y cancerígenas liberadas en el medio ambiente que afectan, tanto el frágil ecosistema andino, tanto la salud humana de manera irreversible.

Cerro de Pasco se encuentra en la región Pasco en Los Andes Peruanos; está ubicada a unos 4338 metros sobre el nivel del mar.

En el perímetro de la ciudad existen diferentes distritos que están impactados en forma diferente por las actividades extractivas.

Entre estos se encuentra el distrito Simon Bolivar que es el más expuesto a las operaciones mineras. Adentro del distrito, está el centro poblado de Paragsha, rodeado de pasivos mineros y plantas procesadoras en actividad.

La investigación científica cuenta además con mediciones en la ciudad de Carhuamayo, ubicada a 43 kilómetros de Cerro de Pasco, en la vecina Provincia de Junín. Carhuamayo ha sido seleccionada como punto de comparación, dado que posee similares condiciones geológicas, climáticas y se encuentra aproximadamente casi a la misma altitud, de las de Cerro de Pasco, pero no presenta actividades mineras activas en su territorio.



Mapa de los sitios del estudio científico - Elaboración propia

Desde el principio del año 1900, varias compañías mineras, unas atrás otras, siguen extrayendo metales como plomo, plata y zinc en Cerro de Pasco. El paisaje se volvió irreversiblemente, el ambiente perdió en calidad y en servicios ecológicos y la población se ha enfermado gravemente por estar expuesta diariamente a los contaminantes emitidos por las minas y sus plantas y depósitos. [1]

En el 1901 la empresa **Cerro de Pasco Copper Corporation** inaugura una era de extracción de los metales en Cerro de Pasco. Durante todo el siglo, las compañías venden y compran las unidades productivas y económicas y explotan el territorio sin ningunas medidas de precaución, ni de reparación después de las numerosas violaciones a las normativas nacionales e internacionales en materia de descarga y de protección ambiental.

En el 1999 la empresa **Volcan Compañía Minera SAA** adquirió, de Centromin Perú, la empresa minera Paragsha SAC. Esta operación incluyó la unidad minera Cerro de Pasco y ocho pequeñas centrales hidroeléctricas, convirtiéndose en la compañía productora de zinc más importante del Perú. En 2011, la unidad minera Cerro de Pasco pasó a llamarse empresa administradora **Cerro SAC** y se convirtió en una subsidiaria de Volcan. Más adelante, en 2012, Volcan colocó bonos corporativos por un plazo de 10 años, para asegurar el financiamiento de futuros proyectos de crecimiento, tales como la planta de óxidos en Cerro de Pasco. [2]

En el 2017 la empresa suiza **Glencore** adquiere la compañía Volcan y en 2019 la compañía canadiense **Cerro de Pasco Resources** busca adquirir parte de las operaciones mineras en Pasco. La empresa Glencore (Volcan) posee varias unidades: plantas concentradoras Paragsha y San Expedito, mina subterránea de Paragsha, tajo Raúl Roja, planta de óxidos y la mina Vinchos.

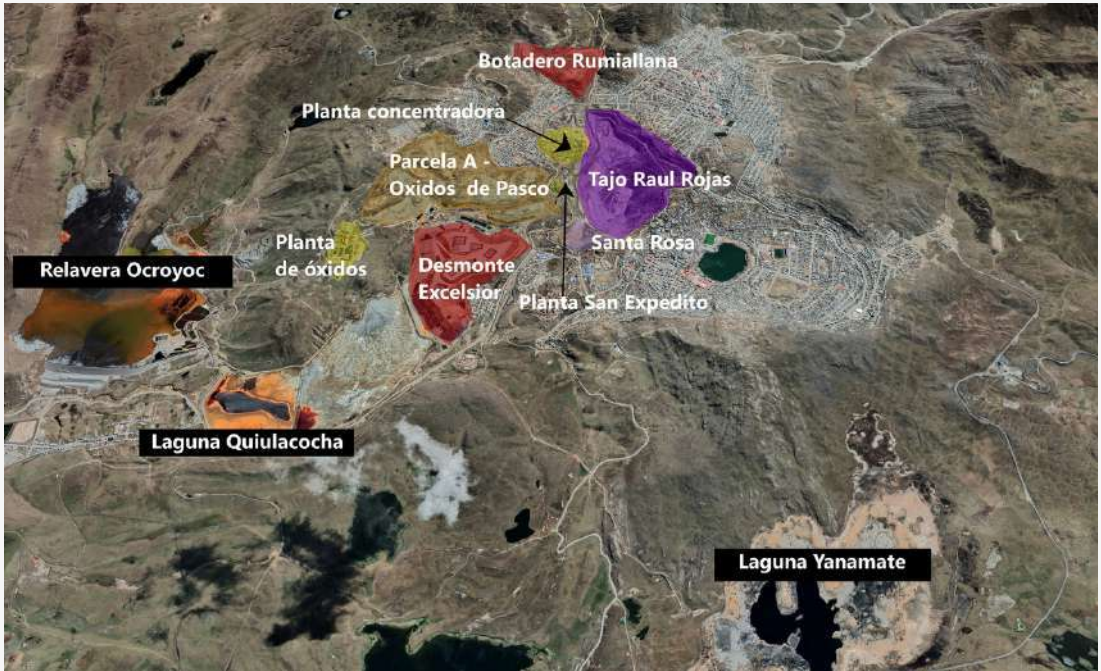
Las **plantas concentradoras Paragsha y San Expedito** han venido operando en forma continua, para procesar cobre, plomo y zinc del tajo Raúl Rojas y de la subsidiaria empresa explotadora Vinchos Ltda. con materiales trasladados desde el distrito de Pallanchacra. En la **planta de óxidos de Pasco**, se extrae oro y plata a través de procesos de lixiviación con cianuración y refinería. La planta empieza las actividades en el 2014, pero solo en junio 2015 las operaciones están totalmente activas. La planta procesa material de la explotación de Santa Rosa y material oxidados del depósito de Hanancocha (Parcela A de Volcan, ubicada en las cercanías de Paragsha y José Carlos Mariátegui sector 1). [3]

La extracción del **tajo Raúl Rojas** ha parado en el 2013 y reactivándose por el lado sur (zona Santa Rosa y Machu Picchu), desde el 2018, cuyo material son procesados en la planta concentradora de Paragsha. El tajo “Raul Rojas” mide 2,6 Km en su sección longitudinal y 1,2 Km de ancho.

Los botaderos, **Hanancocha y Miraflores** (o llamados Depósitos o “Stock Piles”), fueron generados por los residuos del tajo abierto de las décadas 70, 80 y 90 principalmente, en las cercanías del C.P. Paragsha y el AA.HH José Carlos Mariátegui sector 1, y son parte de la Parcela A de Volcan. El depósito Miraflores en la parte alta tiene instalada una planta de aguas ácidas.

Los residuos líquidos de la planta óxidos de Pasco son derivados a la **relavera Ocroyoc**, y también los residuos de las concentradoras de Paragsha y San Expedito, siguen derivándose a Ocroyoc. En la figura se muestran las instalaciones de propiedad de Glencore - Volcan, parte del proceso de reaprovechamiento de los desmontes (Parcela A, que incluye Hanancocha y stock piles de pirita, stock piles de minerales oxidados) y de la sección de Santa Rosa.

Solo en el 1996 el Gobierno empieza los primeros estudios sobre los impactos de la minería en la salud de la población local a través de análisis de plomo en sangre, y solo en el 2007, se empieza a investigar la situación ambiental.



Mapa de las operaciones mineras - Elaboración propia



Operaciones mineras - Fuente propia

CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

ESTUDIO DEL 2009

El estudio ambiental se desarrolló entre enero y febrero del 2009, y ha sido realizado por la Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor con el soporte del científico Flaviano Bianchini.

Se mostraron aguas de ríos en las cuencas del Huallaga, Tingo y San Juan; aguas del caño en Chaupimarca y las aguas de las lagunas Yanamate y Quiulacocha, que han sido convertidas en relaveras mineras.

En cada sitio se han tomados dos muestras: a) una sin presencia de aire libre por los análisis del ácido cianúrico, de los sulfatos y del bromo; b) y la otra muestra se ha mineralizado con ácido nítrico hasta pH<2 para el análisis de algunos metales (aluminio, cobre, hierro, manganeso y zinc) con un espectrofotómetro en UV/VIS monorayo y para los demás metales (arsénico, mercurio, cadmio y plomo) se hicieron análisis con espectrofotómetro en absorción atómica en el laboratorio del departamento de química de la Universidad de Palermo, en Italia.

La calidad del agua en los tres puntos muestrados en el **río Huallaga** evidenciaron altos niveles de cobre, aluminio, manganeso, bromo; mientras hierro y zinc estaban siempre bajo los límites permitidos. En la naciente de la cuenca del **río Tingo** se encuentran 49 hectáreas del desmonte y botadero de Rumiallana de la empresa minera Volcan. En el punto de muestreo bajo el botadero, los sulfatos totales estaban en alta concentración. Los valores de hierro, manganeso y cobre eran muy altos en el punto cerca del botadero, desminuyendo a lo largo del trayecto.

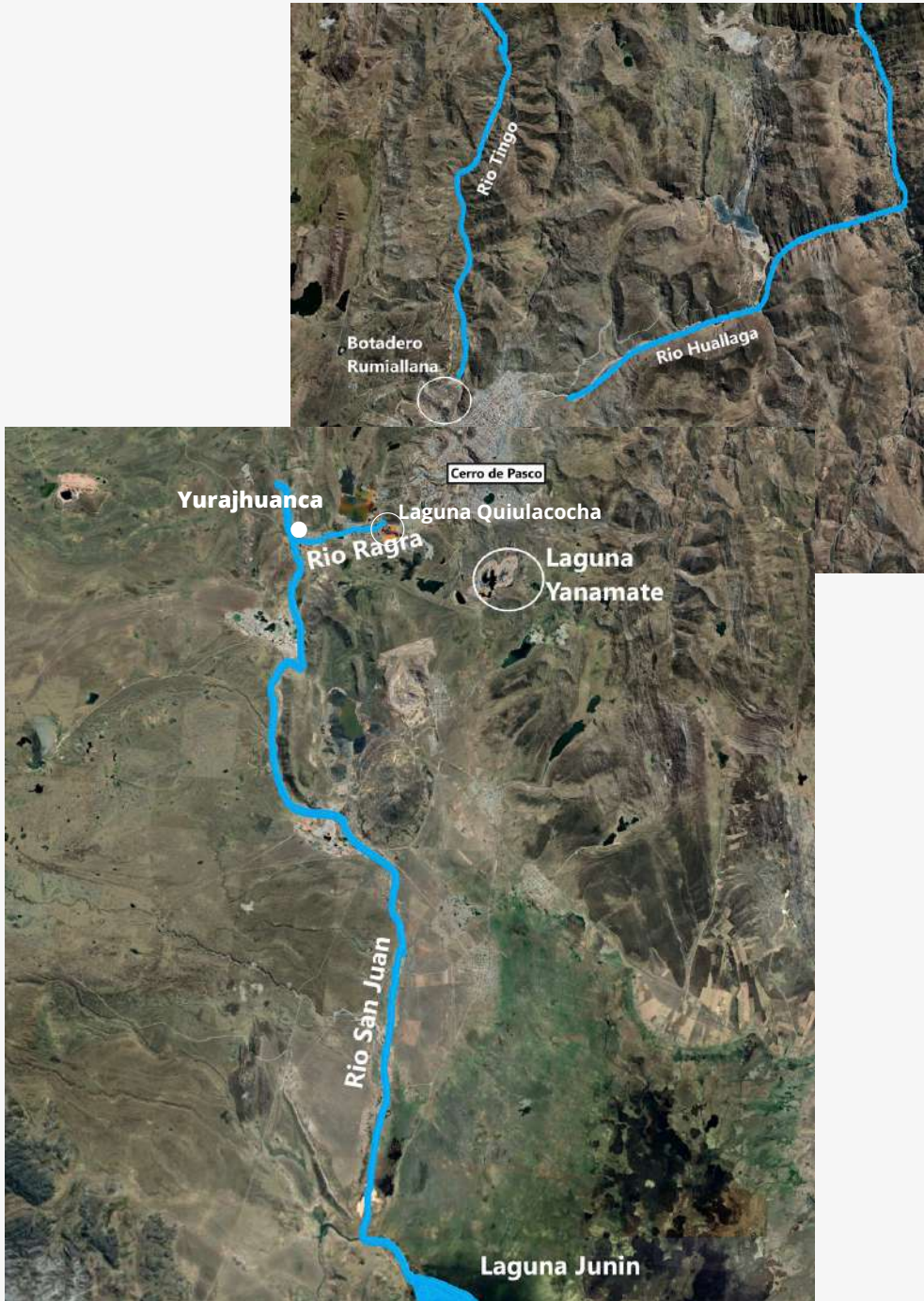
Las aguas muestradas en el **río San Juan** evidencian aun más altos niveles de aluminio, hierro, manganeso, cobre y zinc.

Se hizo el muestreo también al agua a la salida de la tubería de los **desagüe mineros**. El aluminio tiene concentraciones que sobrepasan 11 veces los límites de la OMS, el hierro 10 veces, el manganeso 16 veces, el arsénico 15 veces y el plomo 431 veces más del límite de la OMS.

Las **aguas para consumo humano en Chaupimarca**, distrito de la ciudad de Cerro de Pasco, han evidenciado valores de aluminio altos, más del doble del límite OMS, el plomo es casi 4 veces el límite, el arsénico es más de 4 veces y el estaño es 134 veces más de lo recomendado por la OMS.

Las aguas de la laguna Yanamate y Quiulacocha, presentan valores extremadamente altos de metales. En la **laguna Quiulacocha**, todos los metales analizados están por encima de los límites de la OMS: aluminio 160 veces más alto, plomo 80, cadmio 83, hierro 833, manganeso 445 y arsénico 465 veces.

En la **laguna Yanamate** los niveles de contaminación son muy altos y parecidos a los de la laguna Quiulacocha. El hierro tiene un valor promedio de 3567 mg/l (1189 veces el límite de la OMS). el aluminio presenta una concentración de 275 mg/l (casi 1378 veces el límite), el manganeso está presente con 167 mg/l (417 veces), el zinc presenta 215 mg/l (casi 72 veces) y el cobre 62 mg/l (casi 31 veces el límite).



Rios de las cuencas hidrográficas investigadas - Elaboración propia

ESTUDIO DEL 2016

El estudio ambiental se desarrolló entre agosto y septiembre del 2016, y ha sido realizado por Source International, juntos con el soporte de la Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor de Pasco.

Se mostraron aguas de ríos en las cuencas del Huallaga, Tingo y San Juan; aguas del caño en Chaupimarca y Paragsha y las aguas de las lagunas Yanamate y Quiulacochoa.

En cada sitio se han hecho medidas con sonda multiparamétrica y las muestras han sido recolectadas en frasco de plástico esteril con adjunta de ácido nítrico. Los análisis de los 21 metales pesados han sido hechos por un laboratorio italiano acreditado con método APAT CNR IRSA y UNI EN ISO 12846. El muestreo se hizo respetando las líneas guías del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. [4]

La parte baja de la cuenca del **río Huallaga** presenta altos niveles de arsénico, cobre, plomo y zinc. El agua del río es contaminada en su parte baja por la presencia de la mina polimetálica Atacocha.

La parte alta del **río Tingo** presenta contaminación por hierro, zinc y manganeso. La mayoría de los metales bajan su concentración hacia la cuenca baja, alejándose del botadero Rumiallana, a excepción del manganeso y zinc, que suben de concentración donde está ubicada la mina abandonada El Pilar.

Las aguas del **río San Juan** presentan concentraciones de metales pesados que ponen en riesgo la protección de la vida acuática, los animales que toman esta agua, los cultivos al ser regados y las personas al utilizar esta agua para usos domésticos.

Aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc son los metales en excedencia respecto a los niveles establecidos.

Se muestreò también el agua a la salida de dos tuberías: una para los **desagüe mineros** y otra de **aguas residuales urbanas mezcladas con desagüe mineros**.

Ambas tienen valores de hierro e zinc encima de los límites máximo permisibles para la descarga de efluentes líquidos mineros (LMP DS N° 010-2010 MINAM) [5] que de los estándares nacionales de calidad ambiental (DS N° 002-2008-MINAM). [6]

Las **aguas para consumo humano en Chaupimarca y Paragsha** no presentan niveles de metales encima de los límites; única excepción para Paragsha que tiene valores altos de hierro aunque si por debajo del límite de ley nacional para consumo humano (DS N° 031-2010-SAT).[7]

Las aguas de la laguna Yanamate y Quiulacochoa, presentan valores extremadamente altos de metales. En la **laguna Quiulacochoa**, arsénico, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc, sobrepasan tanto los estándares nacionales de calidad de agua que los límites impuestos por el Banco Mundial y por el decreto 010-2010-MINAM. Hierro, manganeso y zinc sobrepasan respectivamente los límites de 6000, 2200, 197 veces sus niveles de guardia, encima por el cual se registran daños en el ambiente y riesgos por la salud de las personas.

En la **laguna Yanamate** las concentraciones de arsénico, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc están encima de los límites nacionales e internacionales.



Puntos de monitoreo en el río Huallaga- Fuente propia



La relavera Quiulacocha y al fondo la relavera Ocroyoc - Fuente propia

ESTUDIO DEL 2019

El estudio ambiental se desarrolló entre julio y agosto del 2019. Se muestrearon aguas de los ríos en las cuencas del Tingo y San Juan; aguas del caño en Chaupimarca y Paragsha y las aguas de las lagunas Yanamate y Quiulacocha.

Al empezar con este estudio, se introduce el muestreo y análisis del sitio control en el área de Carhuamayo en la región Junin, como valor de referencia ya que no son presentes operaciones mineras activas en su territorio.

Las aguas muestradas en **Carhuamayo** no presentan metales pesados.

Mientras, en la parte alta del **río Tingo**, a menos de 700 metros aguas abajo del **botadero minero Rumiallana**, se encuentran 10 veces más zinc y 3 veces más plomo que lo establecido en los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos según la ley nacional (DS N° 004-2017-MINAM) para la conservación del ambiente acuático en ríos. Mientras que los niveles de manganeso triplican los ECA para agua de uso poblacional y recreacional. Salvo el zinc y el manganeso, el resto de los metales han disminuido sus concentraciones en comparación con el muestreo del 2016.

Un poco más de 2 kilómetros aguas debajo, en la **zona de la mina el Pilar**, el río Tingo posee 40 veces más zinc y el doble de plomo que lo establecido en los ECA para la conservación del ambiente acuático, mientras que los niveles de manganeso superan 13 veces el ECA para agua de uso poblacional y recreacional. Los niveles de manganeso y zinc disminuyeron levemente en relación al 2016; sin embargo, el plomo y el hierro presentan una disminución más significativa.

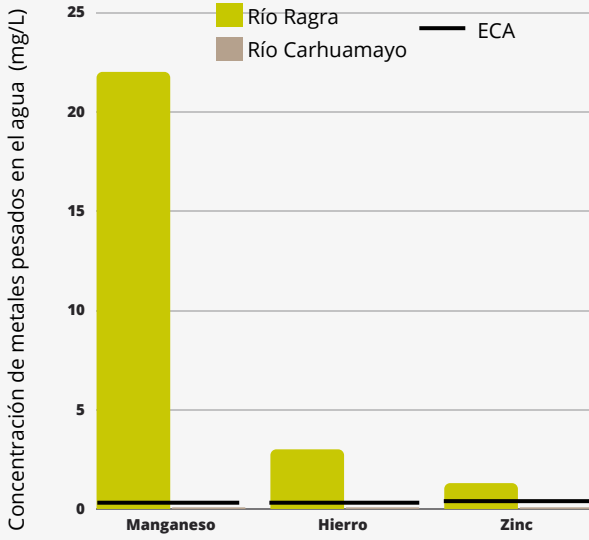
Unos de los afluentes del río San Juan es el **río Ragra**, alimentado con las aguas de la quebrada Quiulacocha que recibe los efluentes mineros.

La sección del río Ragra, aguas arriba de la comunidad campesina de Yurajhuanca, cerca del puente, mostró tener, en comparación con la muestra de río de Carhuamayo, más de 2000 veces más manganeso, 16 veces más antimonio, y 4 veces más arsénico. Además, los niveles de manganeso en dicha muestra superan 220 veces el ECA para agua de uso poblacional y recreacional, los cuales también son superados para el hierro (10 veces), cadmio (5 veces), y el doble para plomo.

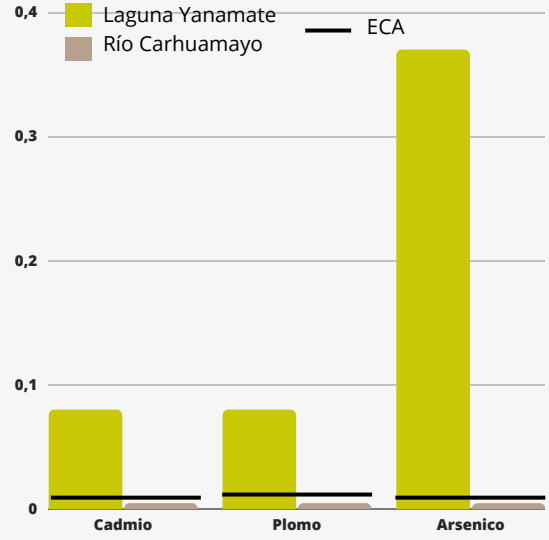
Las concentraciones de zinc sobrepasan más de 43 veces el ECA para la conservación del ambiente acuático en ríos, mientras que el talio tiene niveles 46 veces por encima del recomendado por la EPA para la protección de la salud humana.

En el punto del río Ragra, a unos 200 metros de la salida de las aguas de la **minera Aurex**, observamos que, a pesar de que los niveles de arsénico han disminuido en comparación con septiembre 2016, las concentraciones de cadmio y de manganeso aumentaron más de 4 veces.

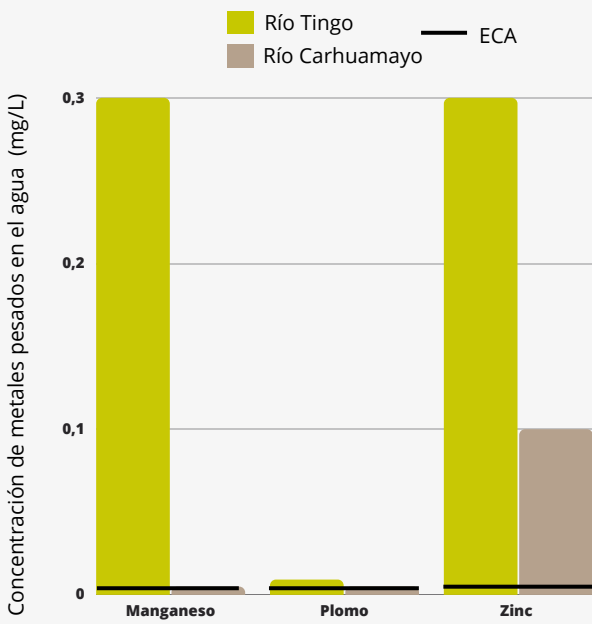
En los gráficos siguientes, de elaboración propia, se evidencian los resultados de algunas muestras y sus comparaciones con el valor de fondo (río Carhuamayo) y los estándares de calidad ambiental peruanos (ECA).



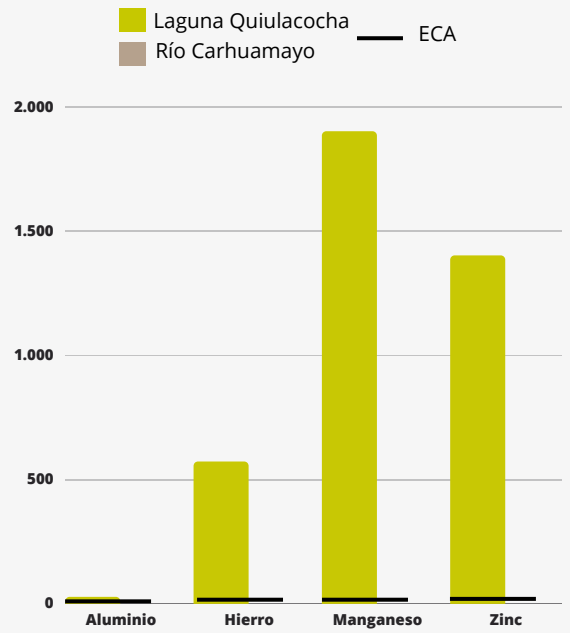
Concentraciones de metales pesados en el río Ragra aguas arriba de la comunidad campesina de Yurajhuanca



Concentraciones de metales pesados en la laguna Yanamate



Concentraciones de metales pesados en el río Tingo en la zona El Pilar



Concentraciones de metales pesados en la laguna Quiulacocha

La **represa de toma de agua del río San Juan**, para la ciudad de Cerro de Pasco, mostró tener 3 veces más plomo y dos veces más zinc que los ECA establecidos para la conservación del ambiente acuático. Aunque si, desde una calificación química, esta agua es apta para el consumo humano, ya que no presenta metales pesados por encima de los estándares, habría que averiguar el aspecto bacteriológico antes de confirmar su potabilidad.

El **río San Juan**, aproximadamente a 13 kilómetros aguas debajo de la confluencia con el río Ragra, a la salida de agua de la minera **El Brocal** en el distrito de Tinyahuarco, mostró 354 veces más manganeso, 7 veces más antimonio y el doble de arsénico que en la muestra del río Carhuamayo. Además, los niveles de manganeso superaron 35 veces el ECA para agua de uso poblacional y recreacional; mientras que el cobre, el plomo y el zinc sobrepasaron más de 4 veces los ECA establecidos para la conservación del ambiente acuático. A pesar de que los niveles de aluminio han disminuido en comparación con septiembre 2016, las concentraciones de manganeso aumentaron más de 4 veces.

En el río san Juan, **antes de la desembocadura al lago Junin** (bajo el puente Upamayo), se encontró 7 veces más manganeso, 6 veces más antimonio y el doble de arsénico y bario que en la muestra del río Carhuamayo. Además, las concentraciones de plomo superaron 12 veces el ECA establecido para la conservación del ambiente acuático, mientras que los niveles de zinc doblaron dicho estándar. Sin embargo, la calidad del agua no ha variado significativamente en relación con septiembre de 2016 salvo un leve aumento de cobre y una leve disminución de aluminio.

Aproximadamente 3,5 km aguas arriba de la laguna de Quiulacocha, en Cerro de Pasco, se descargan **efluentes mineros** (empresa administradora Cerro SAC) y **aguas servidas municipales** (C.P. de Paragsha) que discurren a la quebrada Quiulacocha. Ambos puntos de desagües se encuentran próximos uno del otro, entre la planta concentradora de Paragsha y el botadero de Miraflores. El análisis de la muestra del efluente de mina con recorrido a la quebrada Quiulacocha mostró ser rica en manganeso y zinc, aunque ninguno de los metales detectados superó los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes mineros según el D.S. N° 010-2010-MINAM. Por su parte, la muestra de agua de efluente mixto minero y municipal con aguas servidas también mostró ser rica en manganeso.

En general, la mayoría de los metales se encontraron en concentraciones significativamente menores a las de septiembre de 2016, aunque es muy probable esta diferencia esté asociada a los distintos horarios de los eventos de descarga a lo largo del día y a lo largo del año.

La muestra de agua del **manantial "Ticte Pullin"** que abastece a la comunidad campesina de Yurajhuanca resultó tener 12 veces más antimonio, 4 veces más arsénico y el doble de bario que el Río Carhuamayo. Sin embargo, solamente el zinc duplicó el ECA establecido para la conservación del ambiente acuático, mientras que el arsénico y el plomo ligeramente superaron estos estándares. La concentración de arsénico sobrepasa el límite de los estándares ECA para uso poblacional y recreacional y también los límites para agua potable nacionales y de la OMS.

En las **aguas para consumo humano en Paragsha y San Juan** (distrito de Yanacancha) se encontraron más trazas de antimonio, plomo, hierro y zinc respecto que en las aguas del caño de Carhuamayo, pero ningún metal sobrepasó los límites nacionales del agua para consumo humano.



Tuberías al pie del bofedal de Rumiallana



Cerca de la mina El Pilar

Puntos de monitoreo en el río Tingo - Fuente propia



A la salida de la mina AUREX



Yurajhuanca (puente Upamayo)



Cerca de la mina EL BROCAL



Antes de la laguna Junin

Puntos de monitoreo en el río San Juan - Fuente propia

Las aguas de laguna, ahora relavera, **Quiulacocho** mostraron tener más de 275 veces el nivel de cadmio, 63 veces el de arsénico y 34 veces el nivel de mercurio, establecidos en los ECA para la conservación del ambiente acuático en lagos. El plomo y el cromo disueltos no se detectaron en estas aguas. Otros metales que superan los niveles ECA incluyen el zinc (más de 45 mil veces), el cobre (135 veces) y el níquel (16 veces), mientras que el aluminio superó 13 veces los niveles recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (en inglés, EPA) para la protección de la vida acuática.

Las aguas de la laguna, ahora relavera, **Yanamate** mostraron tener 81 veces más plomo, 37 veces más arsénico y 19 veces más cadmio, que lo establecido en los ECA para la conservación del ambiente acuático en lagos. Otros metales que superan los niveles ECA incluyen el zinc (1200 veces) y el cobre (125 veces), mientras que el aluminio superó 16 veces los niveles recomendados por la EPA para la protección de la vida acuática. [8]



***Efluentes de las aguas servidas del C.P. de Paragsha
(costado del estadio de fútbol) - Fuente propia***

ESTUDIO DEL 2022

El estudio ambiental se desarrolló en octubre 2022, al principio de la estación de lluvia. Se muestrearon aguas de ríos en las cuencas del río Tingo y San Juan; aguas de caño en Paragsha, Quiulacocha, Champamarca y las aguas de las lagunas Yanamate y Quiulacocha. Se evaluaron por primera vez las lagunas Punrun y Acucocha. Se analizò, como siempre, la calidad ambiental de las aguas en el distrito de Carhuamayo en Junin, que es nuestro valor de referencia local o nivel de fondo.

La metodología aplicada, tanto para el monitoreo que para el muestreo, es la misma aplicada en los estudios previos.

Los niveles de fondo de metales en muestras de ríos y aguas de caño en el distrito de **Carhuamayo** están por debajo de los estándares nacionales de calidad del agua (ECA), tanto para consumo humano, riego y bebidas para animales, que para la protección de los ambientes acuáticos.

El agua de la **laguna Quiulacocha** presenta un pH de 2,48 y una conductividad eléctrica (CE) mayor de 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que son aguas muy ácidas y con un elevado contenido de minerales disueltos, producto de la meteorización de los relaves. En este punto se anotaron *36 infracciones* a la norma peruana en materia de protección ambiental.

Los análisis evidencian tener más de 40 veces el nivel de arsénico, 3160 veces el de cadmio y 34 veces el nivel de cobre establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Perú para la conservación del ambiente acuático en lagos. El plomo y mercurio no se detectaron en esta muestra.

En comparación con las concentraciones encontradas en 2019, en esta ocasión se presentan menores concentraciones de metales pesados a excepción de aluminio, arsénico, cobre, cromo y hierro. Todos los metales resultan en menores concentraciones respecto a los niveles encontrados en 2016 a excepción del zinc que es 5 veces mayor.

Se recolectò una muestra de la **quebrada, naciente del río Ragra**, proxima a la Avenida Minero en Paragsha, **que recibe los efluentes mineros** y que fluye hacia la quebrada Quiulacocha. El análisis de esta muestra evidencia altas concentraciones de metales pesados encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) fijados a nivel nacional peruano según el D.S. N° 004-2017-MINAM. Los porcentajes de superamiento de la ley son del 320000% para el cadmio; 1300% para el hierro; 95000% para el manganeso y 380% para el plomo, aportando la contaminación en la microcuenca del río Ragra y de allí hacia la cuenca del río San Juan. Los siguientes valores representan incumplimientos muy graves a la normativa ambiental aplicada, y estos porcentajes de superación de los ECA son muy por encima del valor máximo contemplado en la norma misma y fijado al 200%, generando graves daños tanto ambientales a los ecosistemas, flora y fauna, cuant sanitarios y socio-economicos en la región.

Los efluentes de las **aguas residuales del C.P de Paragsha**, fueron tomadas al punto de descarga de la tubería próximo a la cancha de fútbol, atrás de la Institución educativa 34033 "Mavilo Calero Pérez" planta B en Paragsha. Aunque si casi todos los metales son por debajo de los límites de detección del instrumento de análisis, se encuentran trazas de hierro, manganeso, arsénico y bario.



Efluentes y quebradas que fluyen en el río Ragra - Elaboración propia



Puntos de descargas en el río Ragra - Elaboración propia

Todas las aguas de la quebrada Quiulacocha, pasan a formar el río Ragra hasta su confluencia con el río San Juan. En el punto del **río Ragra, entre el dique Ocroyoc (propiedad de Cerro SAC) y la laguna (ahora relavera) de Quiulacocha** se observa las superaciones de los ECA para la protección de la vida acuática para cadmio (1580%), plomo (3340%) y zinc (6150%). En lugar, para el manganeso se observa una superación del 4600% de los límites para el uso del agua para riego y bebidas de animales. Estas múltiples infracciones a la normativa representan un grave riesgo para el ecosistema y para la salud humana, ya que la contaminación incluye sustancias altamente tóxicas y cancerígenas.

En el punto del **río Ragra, cerca de la comunidad campesina de Yurajhuanca** (cerca del puente Yurajhuanca), se observan mayores niveles de metales pesados respecto al punto muestreado aguas arriba, lo que confirma que el río Ragra recibe más descargas de efluentes mineros de otras quebradas y/o riachuelos. Los niveles de cadmio superan de 27 veces el ECA para la conservación del ecosistema acuático; el zinc es dos veces más, y el manganeso supera de 190 veces el límite para el uso del agua para riego de vegetales y bebida de animales.

La calidad del agua ha variado bastante en relación con el monitoreo en el 2016, por lo que se observa una reducción de la mayoría de los metales a excepción de un significativo aumento de los niveles de manganeso (10 veces más en 2022 que en 2016) y duplicaron los niveles de cadmio. Situación similar si comparamos los resultados del 2022 con los del 2019: una general desminución de casi todos los metales pesados a excepción del manganeso.

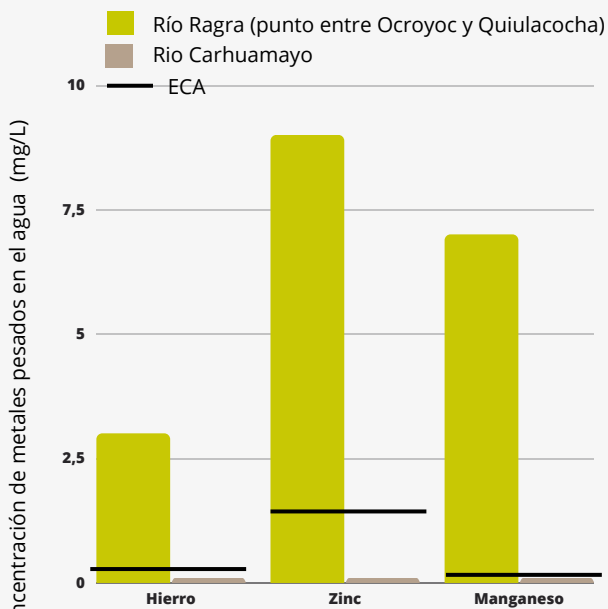
El agua del **río San Juan**, en el punto de la represa de agua (en Yurajhuanca) para la ciudad de Cerro de Pasco, presenta concentraciones de metales pesados en niveles inferiores a los ECA peruanos.

Se observa una general desminución de concentraciones para todos los metales pesados respecto a los valores encontrados en el muestreo de 2019.

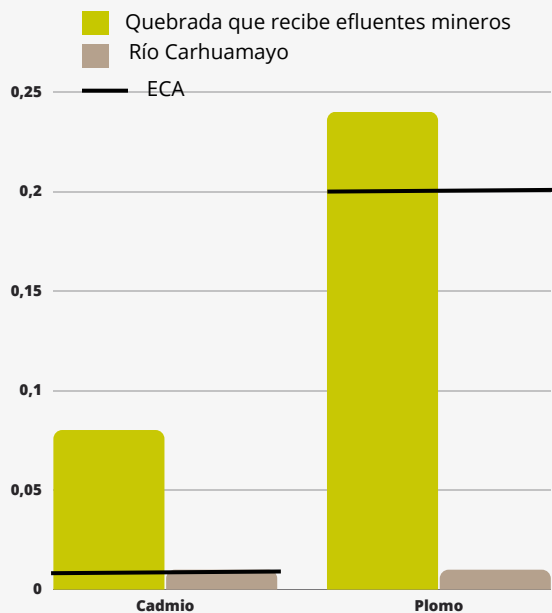
En el agua del **río San Juan, antes de la desembocadura al lago Chinchaycocha** (bajo el puente Upamayo), se miden 2 veces más arsénico y 3 veces más hierro que el valor de fondo del río Carhuamayo. Sin embargo, la calidad del agua no ha variado significativamente en relación con 2019 salvo un leve aumento de arsénico y antimonio y una leve disminución de aluminio, cadmio, hierro y manganeso. Respecto a los resultados de 2016, los valores de todos los metales pesados desminuyeron.

En las muestras de **agua de caño** para consumo humano, recolectadas en distintos lugares adentro del distrito Simón Bolívar, (la Institución Educativa 34033 “Mavilo Calero Pérez” planta B; el agua del reservorio del AA.HH José Carlos Mariategui para la parte de la ciudad en el Sector 1; la Institución Educativa N° 34037 de la Comunidad Urbana de Champamarca) y en el Centro Poblado de Quiulacochala (Institución Educativa N° 34031 “13 de Agosto”) no se encontraron metales por encima de los ECA. Todos los metales se encuentran en concentraciones mayores respecto a los niveles observados en agua de caño en Carhuamayo. No se observaron cambios significativos en la calidad de agua del caño entre 2019 y 2022.

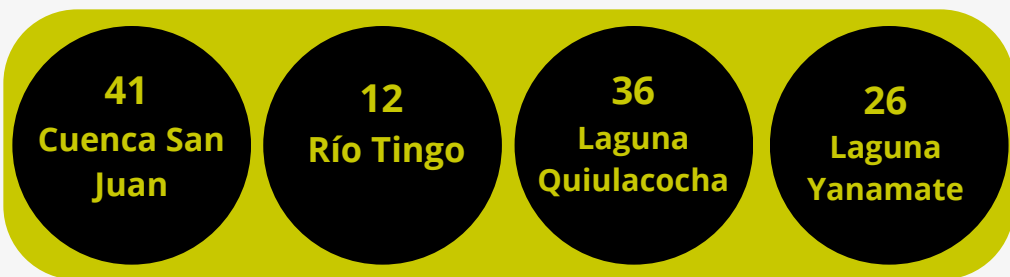
En el agua del río Tingo se anotan *12 infracciones* a las normas peruanas. En el punto del **río Tingo al pie del bofedal Rumiallana**, se encontró para el plomo una superación del 340% y de 33% para el zinc, respecto a lo establecido en los ECA para la conservación del ambiente acuático en ríos. Mientras que los niveles de manganeso duplicaron el ECA para agua de riego y bebida para animales con una superación del 120%. Salvo el plomo, hierro y el manganeso, el resto de los metales han disminuido sus concentraciones en comparación con el estudio del 2019. Igual tendencia se observó entre los valores del 2022 y 2016 con desminución de los metales salvo un aumento de arsénico.



Concentraciones de metales pesados en el río Ragra



Concentraciones de metales pesados en el efluente minero que fluye hacia la quebrada Quiulacocha



Número de infracciones a las normas peruana en los recursos hídricos analizados

En el **río Tingo, en su parte cerca de la zona de la mina el Pilar**, se observa una superación del 96% por el plomo respecto a lo establecido en los ECA para la conservación del ambiente acuático, mientras que el manganeso supera del 150% lo establecido en los ECA para el riego y bebidas de animales. A lo largo del río Tingo, pastan muchos animales como vacas, cerdos, alpacas y caballos. Múltiples infracciones a la normativa ambiental implican graves riesgos para el ambiente y la salud humana. Los niveles de plomo, arsénico y hierro aumentaron levemente en relación al 2019; sin embargo, todos los demás metales presentaron una disminución. Se observa una general desminución de todos los metales pesados respecto a los valores encontrados en el monitoreo del 2016.

El agua de relavera **Yanamate** presenta un pH de 2,8 y una CE mayor de 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que son aguas muy ácidas, cuyos valores superan los límites establecidos para la protección de los ecosistemas acuáticos. Los análisis muestran tener 4800 veces más hierro, 4750 veces más manganeso, 1240 veces más zinc, 400 veces más cadmio, 130 veces más cobre, 47 veces más plomo y 18 veces más arsénico que lo encontrado en la naciente de la laguna Yanacocha en Carhuamayo. Se anotaron en total **26 infracciones** a las normas peruanas en materia de protección de los recursos hídricos.

Adicionalmente la muestra presenta 1000 veces más zinc, 47 veces más plomo, 65 veces más cobre, y 10 veces más cadmio, que lo establecido en los ECA para la conservación del ambiente acuático en lagos. En comparación con las concentraciones encontradas en 2019, se observó una disminución general de todos los metales pesados a excepción del manganeso. Todos los metales pesados han reducido significativamente sus concentraciones en comparación a los valores encontrados en 2016, aunque si están bastante por encima de los estándares de calidad para la conservación de la vida acuática.



Laguna Yanamate - Fuente propia

Las **lagunas Punrun y Acucocha** son lagunas altoandinas que se encuentran, cercanas una al otra, a 37 kilómetros al sureste de la ciudad de Cerro de Pasco, entre los distritos de Simón Bolívar, Huayllay y Tinyahuarco provincia y departamento de Pasco. Las aguas de la laguna Punrun son captadas y transportadas para el consumo de la ciudad de Vicco y comunidades cercanas. Hay planes de manejo de este recurso hídrico para la ciudad de Lima.

La Laguna Acucocha se encuentra en la cabecera de cuenca del río San Juan y las aguas son captadas, en la comunidad de Yurajhuanca, para el abastecimiento de una parte de la población de Cerro de Pasco, para la poblaciones urbanas de Chaupimarca y Yanacancha. La laguna Acucocha representa una fuente de recarga de la laguna Punrun, ya que está ubicada altimétricamente arriba.

Ambas lagunas son expuestas a distintas fuentes de contaminación ambiental. En la orilla norte-oeste de la laguna Punrun, en el paraje de Jumasha, se almacenan pasivos mineros desde más de 70 años, residuos de una mina de vanadio que operaba hasta los años '50 procesando tales minerales en este sitio. Además entre las dos lagunas está ubicada la mina polimetálica subterránea Alpamarca. La laguna Punrun podría recibir la contaminación de la mina Alpamarca por drenaje hídrico. En la laguna Punrun es presente la empresa chilena MarAndino que tiene decenas de piscigranjas con centenas de miles de truchas destinadas a mercados nacionales e internacionales.

No obstante, los resultados de calidad de las aguas, tanto para la laguna Punrun como para las aguas del río naciente de la laguna Acucocha, no evidenciaron niveles elevados de los metales, son necesarios monitoreos constantes de estos recursos considerando las múltiples fuentes potenciales de contaminación ambiental de recursos destinados a uso potable.



Lagunas altoandinas Punrun y Acucocha - *Elaboración propia*

CALIDAD DE LOS SUELOS

ESTUDIO DEL 2019

Source International evaluó las condiciones de calidad de suelo de usos recreativo (parques y patios escolares) y agrícola/pastizales tanto dentro como fuera de Cerro de Pasco, los cuales permiten identificar rutas potenciales de exposición a los metales. El propósito de analizar los suelos de uso recreativo, fue de conocer las condiciones actuales de suelo al que pueden estar expuestos los niños que juegan en parques infantiles y patios de instalaciones educativas. El muestreo de suelo agrícola y pastizales, se realizó con el fin de evaluar potenciales escenarios de riesgo para la salud de las personas, a través de la acumulación de metales pesados a lo largo de la cadena trófica (suelo-plantas-animales).

Se recolectó muestras de suelo en cinco puntos alrededor de Cerro de Pasco; suelo de uso recreativo en Paragsha y Champamarca, y suelo agrícola (de pastizales) en la microcuenca del río Ragra y subcuenca del río Tingo. Adicionalmente se recolectaron tres muestras de suelo recreativo y agrícola de referencia en los alrededores de la capital del distrito de Carhuamayo como valor de referencia. El muestreo de suelo se llevó a cabo en general concordancia con la "Guía para el Muestreo de Suelos" del MINAM.[9] Para ello, se recolectaron muestras superficiales compuestas de hasta una profundidad de 20 cm. Se utilizó una espátula de acero inoxidable, la cual fue descontaminada después de cada muestreo con una solución diluida de bicarbonato de sodio y agua de mesa.

Las muestras fueron enviadas a un laboratorio acreditado en Italia, para el análisis de metales en suelo a través del método ICP-MS.[10] Los resultados se comparan con los valores de referencia nacionales (ECA) [11] y canadienses; [12] estos últimos en ausencia de estándares nacionales.

Suelos recreativos

Los análisis de metales en suelos de uso recreativo, muestran que hay 34 veces más plomo, 26 veces más arsénico y 23 veces más cadmio, 5 veces más mercurio, 2 veces más cromo, 32 veces más zinc y 12 veces más manganeso en el **patio escolar de la Institución Educativa No. 34037 en Champamarca** (Cerro de Pasco) que en el patio de la Escuela Técnica Estatal de Menores No. 30573 en Carhuamayo. La escuela se encuentra al lado del botadero minero Excelsior. Además, los niveles de plomo en la escuela de Champamarca superan 4 veces el ECA para suelo, mientras que el nivel de arsénico es 3 veces mayor. Además el zinc superó en más de 8 veces el nivel recomendado por los estándares de calidad ambiental canadienses para parques.

En la muestra de suelo del **parque infantil en calle Huancavelica de Paragsha** (Cerro de Pasco) se encontró que había 17 veces más plomo, 14 veces más arsénico y 7 veces más mercurio que en el patio de la escuela en Carhuamayo. Además, los niveles de arsénico y de plomo en el parque de Paragsha doblaron los niveles los ECA establecidos para suelo en parques. Adicionalmente, en el parque infantil de Paragsha se midieron niveles de cadmio 3 veces mayor, y niveles de cromo dos veces mayor que en Carhuamayo. El parque se encuentra al lado de los desmontes mineros Oxidos de Pasco.

Tanto en Champamarca como en Paragsha se encontraron también niveles de hierro y aluminio, muy superiores a los niveles de la escuela en Carhuamayo.



Suelo recreativo del parque infantil en Champamarca - Elaboración propia



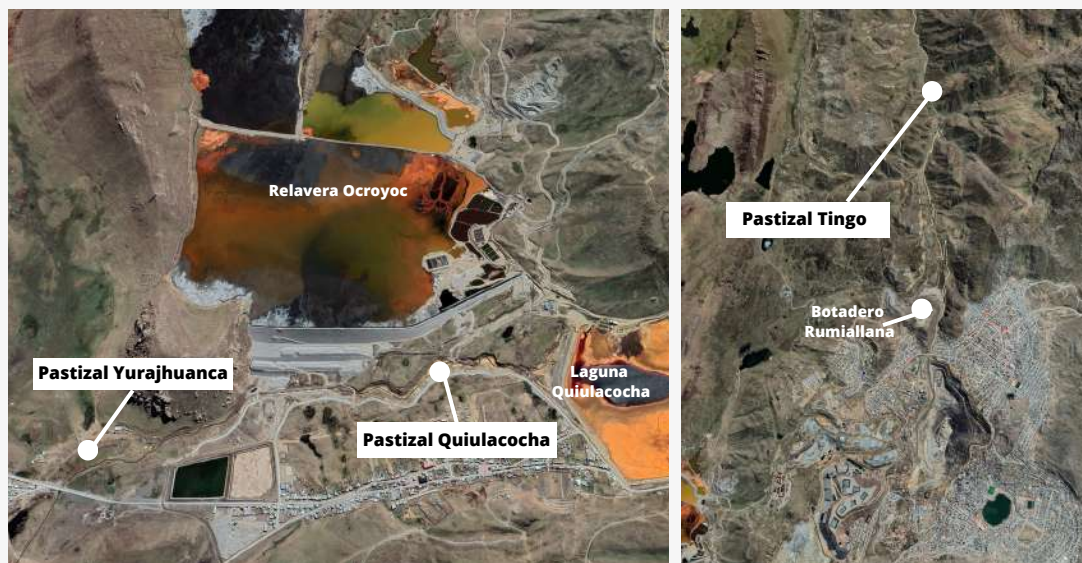
Suelo recreativo del parque infantil en Paragsha - Elaboración propia

Suelos agrícolas

Los análisis de metales pesados en la zona de **pastizales entre la relavera Ocroyoc y la localidad de Quiulacocho**, presentaron 54 veces más mercurio, 27 más arsénico, 25 veces más plomo y 21 veces más cadmio que la media en suelos agrícolas de Carhuamayo. Además, se midió 39 veces más plomo, 16 veces más cadmio, 12 veces más arsénico y 7 veces más mercurio que lo establecido por los ECA para suelos agrícolas.

La muestra de suelo agrícola en **pastizales agua arriba de la localidad y puente de Yurajhuanca** mostró niveles de arsénico y de plomo 7 veces mayor que en Carhuamayo, y más de 3 veces los niveles de mercurio y cadmio. Además, se midió 10 veces más plomo y más del doble de arsénico y cadmio que lo establecido por los ECA para suelos agrícolas. El reservorio de agua para consumo en la ciudad de Cerro de Pasco se encuentra a menos de 700 metros de estos puntos, a indicar la vulnerabilidad del sitio y su potencial contaminador.

Por otro lado, en el suelo **agrícola de pastizales gradiente abajo del botadero Rumiallana**, en la subcuenca del Río Tingo, se encontró 19 veces más plomo, 10 veces más cadmio, 6 veces más arsénico y el doble de mercurio que la media en suelo agrícola de Carhuamayo. Además, los niveles de plomo excedieron 30 veces los establecido por los ECA para suelo agrícola; 8 veces el cadmio y el doble de arsénico.



Suelos agrícolas y de pastizales - Elaboración propia

ESTUDIO DEL 2022

Source International recolectó muestras de suelo en 9 puntos en el distrito Simón Bolívar; suelo de uso recreativo en Paragsha, Quiulacocha y Champamarca, y suelo agrícola (de pastizales) en la microcuenca del río Ragra y subcuenca del río Tingo. Adicionalmente se recolectaron 3 muestras de suelo recreativo y agrícola de referencia en los alrededores de la capital del distrito de Carhuamayo.

Suelos recreativos

En la muestra del **parque infantil en calle Huancavelica en Paragsha** se encuentran 3 veces más arsénico, 4 veces más cobre y 2 veces más plomo, que en el patio de la escuela en Carhuamayo. Además, los niveles de arsénico y de plomo en el parque de Paragsha superan respectivamente del 90% y del 114% los niveles ECA establecidos para suelo en parques, representando un grave incumplimiento de la normativa al representar graves riesgos para el ecosistema y la salud humana. La concentración de zinc es el doble de lo establecido por la guía de calidad de suelo de Canadá, utilizada como referencia ya que la norma peruana D.S. N° 011-2017-MINAM no fija algún límite para zinc en suelo.

Adicionalmente, en el parque infantil en calle Huancavelica de Paragsha se midieron niveles de cadmio y antimonio 3 veces mayor y niveles de estaño seis veces mayor que en Carhuamayo.

Respecto a los niveles encontrados en 2019, se observa un aumento de arsénico, cadmio, cobre y zinc, mientras todos los demás metales han tenido una reducción general.

En la muestra de suelo del **parque recreativo en José Carlos Mariátegui Sector 2 cerca del botadero Rumiallana** se mide 5 veces más arsénico, 2 veces más plomo, 2 veces más cadmio, 6 veces más cobre y 5 veces más zinc que en el patio de la escuela en Carhuamayo. Además, los niveles de arsénico y de plomo en este parque superan del 200% los ECA establecidos para suelo en parques. Adicionalmente, los niveles de manganeso y hierro son respectivamente 4 veces y dos veces mayores que en Carhuamayo.

En la muestra de suelo de la **cancha de voley y fútbol del parque recreativo en José Carlos Mariátegui en Sector 1**, se han detectado 33 veces más plomo, 30 veces más cadmio, 10 veces más arsénico y 2 veces más mercurio que en el patio de la escuela en Carhuamayo. Además, los niveles de plomo en este sitio son 42 veces (4200%) encima de los ECA. La concentración de arsénico y cadmio sobrepasa del 500% los ECA, representando un gravísimo riesgo para la salud humana y el ambiente. Adicionalmente, hay niveles de metales encima de los valores fijados por la guía de Canadá: zinc 52 veces, antimonio 4 veces, cobre 6 veces y 10 veces por el molibdeno.

Los análisis de metales en suelo de uso recreativo, muestran que hay 2 veces más plomo, 3 veces más arsénico y 2 veces más mercurio y cadmio en el **patio escolar de la Institución Educativa No. 34037 en Champamarca** que en Carhuamayo. Plomo y arsénico superan respectivamente del 164% y del 84% los ECA. Adicionalmente se midieron niveles de cobre y zinc respectivamente 3 veces y 4 veces mayor que los valores guías de Canadá. Respecto a los valores encontrados en 2019, se ha evidenciado un aumento de aluminio, bario, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, mercurio, molibdeno y níquel.

La muestra de suelo de la **cancha de fútbol del centro poblado de Quiulacocha** presenta 6 veces más zinc, 3 veces más níquel, 4 veces más cadmio y 1,5 veces más mercurio que el patio de la escuela en Carhuamayo. Además, los niveles de plomo superaron del 536% los ECA, mientras hay superación del 340% para el arsénico. Adicionalmente, se midieron 12 veces más antimonio, 5 veces más manganeso, 3 veces más níquel y cobre, y 2 veces más hierro que en Carhuamayo.



Suelos recreativos - Elaboración propia

Suelos agrícolas

Los análisis de metales pesados en la zona de **pastizales entre la relavera Ocroyoc y la localidad de Quiulacocho**, en la microcuenca del río Ragra, presentan 51 veces más mercurio, 17 veces más plomo, 6 veces más arsénico y 11 veces más cadmio que el suelo de pastizales de Carhuamayo. Además, se observa que la muestra tiene 27 veces más plomo (superación del 2614%), 9 veces más arsénico (860%), 15 veces más cadmio (1543%), 6 veces más mercurio (582%) respecto a los ECA para suelos agrícolas. Respecto a los valores de metales encontrados en el 2019, se observó un significativo aumento de la mayoría de metales como mercurio, arsénico, plomo, cadmio, hierro, manganeso y zinc entre otros.

En la misma microcuenca del Ragra, la muestra de suelo de **pastizales en Yurajhuanca** al lado del puente muestra 20 veces más plomo, 11 veces más arsénico, 13 veces más cadmio, 48 veces más mercurio que en los pastizales de Carhuamayo. Además, se observaron 30 veces más plomo (superaciones del 3043%), 15 veces más arsénico (1500%), 5 veces más mercurio (536%), 17 veces más cadmio (1700%) respecto a lo establecido por los ECA. Respecto a los valores encontrados en el estudio del 2019, no se han observado variaciones significativas para todos los metales pesados.

En el suelo de **pastizales gradiente abajo de Rumiallana**, en la subcuenca del río Tingo, cerca de las tuberías, se mide 34 veces más plomo, 13 veces más arsénico, 40 veces más cadmio, 4 veces más mercurio que lo encontrado en suelo de pastizales de Carhuamayo. Además, los niveles de plomo exceden de 4 veces (443%) los ECA para suelo agrícola; 19 para arsénico (1880%), 62 para el cadmio (6186%).

A unos 5 km aguas abajo se mostró un suelo **agrícola para siembra de papas** muy cerca del río Tingo, donde los resultados evidencian 2 veces más plomo, 12 veces más mercurio, 4 veces más arsénico que el suelo agrícola para cultivo de maca de Carhuamayo. Además, los niveles de plomo y arsénico exceden respectivamente del 43% y del 66% de los ECA para suelo agrícola.



Suelos agrícolas y de pastizales - Elaboración propia

CALIDAD DE LOS ALIMENTOS

La exposición a metales pesados por ingestión en seres humanos, no solamente se puede dar a través del consumo de agua o de la ingesta accidental de suelos impactados, sino también a través del consumo de alimentos.[13]

En 2019, Source International realizó varias encuestas a miembros de la comunidad de Paragsha con el fin de conocer qué tipo de alimentos locales consumen y con qué frecuencia. Los resultados del sondeo concluyeron que la mayoría de los alimentos vegetales provenía de otras regiones, a excepción de la papa la cual se cultiva en las laderas altas de los distritos de la provincia Daniel Alcides Carrión, la micro cuenca del Tingo, entre otras comunidades rurales. Los encuestados también afirmaron consumir carne de ganado camélido (llamas y alpacas), ovina y bovina (vacuna) de las zonas, que pastorean adentro de la área de impacto directo e indirecto de la actividad extractiva minera.

Los principales factores que afectan la acumulación de metales tóxicos por parte de los animales de pastoreo son la presencia del metal, su concentración en el pasto y en la superficie del suelo, y la duración del pastoreo en suelos contaminados. Los principales tejidos animales comestibles donde se acumulan la mayoría de los metales pesados son el hígado y los riñones. Según estudios científicos, los hígados y riñones de ganado maduro que hayan pastoreados en áreas contaminadas durante más de una temporada de pastoreo no deben ser consumido para reducir el riesgo de ingesta de metales por parte del ser humano.[14]

Se recolectaron dos productos de tejido animal provenientes de las inmediaciones de Cerro de Pasco (de las zonas de pastoreo entre las comunidades de Yurajhuanca y Quiulacocha), y tres muestras de referencia cerca de Carhuamayo (comunidades cercanas a la capital del distrito). Las muestras se transportaron y enviaron refrigeradas a un laboratorio acreditado en Italia para el análisis de concentraciones de 21 metales pesados. El análisis se realizó por espectrometría de absorción atómica de acuerdo a la Decisión de la Comunidad Europea del 26/9/90: "Análisis para Residuos de elementos Criterios-Parte I: metales pesados y arsénico".[15]

Entre las tres muestras de Carhuamayo se detectaron cinco metales no esenciales: aluminio, bario, níquel, plomo y talio. Las mayores concentraciones de plomo entre todas las muestras, se encontró en la muestra de músculo de alpaca y músculo de vaca que pastorean el área de la Reserva Nacional de Junín. Estas concentraciones fueron ligeramente superiores a las de la muestra de músculo de llamas que pastan alrededor del río San Juan en Cerro de Pasco. Ambas muestras superan más de 10 veces los estándares recomendados por el Codex Alimentarius de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMS,[16] y el Reglamento No. 1881/2006 de la Comisión Europea (CE).[17]

CALIDAD DEL AIRE

El 2019 y 2021 se realizaron dos distintos monitoreos de aire: en 2019 se ha analizado la cantidad y calidad de partículas de polvo suspendido, a partir de mediciones continuas de concentraciones de material particulado (PM) así como del contenido de metales pesados presentes en dicho polvo. En el 2021 se analizò la tasa diaria de deposición de polvo sedimentable y la concentración de metales pesados en el polvo mismo, tanto en el aire libre como en el interior de las viviendas para evaluar el nivel de exposición humana a la contaminación minera, a través de la inhalación e/o ingestión del polvo.

Material particulado (PM)

Source International llevó a cabo el monitoreo de aire entre julio y agosto en 2019 en tres estaciones instaladas a lo largo de un transecto entre el botadero de Hanancocha y los stock piles al lado de C.P. Paragsha (calle Huancavelica costado del Parque Infantil), y el botadero de Rumiallana (asentamiento humano José Carlos Mariátegui sector 2). También se instaló una estación de referencia en la localidad de San Juan, distrito de Yanacancha (costado del monumento del reloj de campana) y otra en la localidad de Carhuamayo (Parroquia Santiago Apóstol, capital del distrito de Carhuamayo).

Para cuantificar las concentraciones de material particulado respirable PM10 (partículas de tamaños inferiores a 10 micrones) en el aire, se usaron tres monitores de PM10 portátiles marca AEROQUAL modelo S500. Estos instrumentos han sido probados por instituciones internacionales como la EPA de los Estados Unidos y el Departamento de Protección Ambiental de Nueva York.



Instalaciones de monitoreo de aire - Elaboracin propia

Para el análisis de metales pesados en el polvo, se utilizaron cinco bombas de aspiración (una por estación) marca GILLIAM modelo GilAir Plus, conectada a un casete con un filtro de 25 mm de diámetro a través de un tubo flexible. Estas bombas se usan generalmente para muestreo personal para determinar la concentración total de polvo a la que está expuesto un trabajador.

Las bombas fueron calibradas y los filtros etiquetados antes del inicio del período de monitoreo. El muestreo de partículas se realizó con un flujo de 1,2 a 2 litros por minuto durante ciclos de muestreo nominal de 24 horas. Los filtros se cambiaron diariamente durante las primeras horas de la mañana. Cada filtro se almacenó en una placa de Petri nueva y cerrada para evitar la contaminación de la muestra.

El laboratorio acreditado WATER LIFE LAB, analizó el contenido de 13 metales en los filtros mediante la técnica de espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP-AES) siguiendo el Método NIOSH 7300. [18]

Entre las cuatro estaciones instaladas en Cerro de Pasco, las mayores concentraciones de material particulado se registraron entre el 5 y 6 de agosto, y luego entre el 1 y 2 de agosto. Estas concentraciones superan tres veces en magnitud a la concentración media de PM10 medida en Carhuamayo durante el período de monitoreo. Durante ambos eventos de nivel máximo de polvo suspendido, se registraron vientos predominantes del sur-oeste respectivamente, y con velocidad media de 1 m/s (metros por segundo) según información obtenida del Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental del OEFA.

La mayoría de los metales se encontraron por debajo del nivel de detección (concentración mínima que puede medir el instrumento de laboratorio) a excepción de hierro, aluminio, estaño y zinc, las cuales se encontraron en mayor trazas aunque si por debajo de los límites de exposición establecidos por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (en inglés, NIOSH) y la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (en inglés, ACGIH).

Se observa que, entre los metales tóxicos, solamente trazas de plomo y cromo se detectaron una vez en Paragsha. Los análisis de muestras de polvo revelan el predominio de trazas de hierro, aluminio, estaño y zinc en el material particulado suspendido en las tres estaciones, en Paragsha y Josè Carlos Mariategui sector 2. La estación en San Juan mostró una distribución de metales similar a la de la estación puesta más cerca al botadero Rumiallana.

En general, únicamente se encontraron trazas de metales (hierro, aluminio, zinc y estaño) en el material particulado suspendido en Cerro de Pasco. Estas concentraciones mostraron ser similares, e incluso inferiores, a las concentraciones medidas en Carhuamayo, lo que parece indicar que estos metales se encuentran dispersos en el aire a nivel macro regional.



Instrumentos de monitoreo del material particulado- Fuente propia

Polvo depositado

El polvo sedimentable comprende partículas con diámetros que oscilan entre 1 y 100 μm (millonésimas de metro).[19] Las partículas de polvo de grandes diámetros ($> 30 \mu\text{m}$) no son inhaladas, pero pueden ingresar a través de la nariz y la boca y depositarse en la laringe y ser ingeridas. En general la exposición a estas partículas puede causar irritación de ojos, nariz y garganta, además que representar un riesgo por la salud por depositarse sobre las superficies domésticas y de allí entrar en contacto con el organismo humano.[20]

Entre julio y agosto 2021, Source International llevó a cabo el muestreo pasivo de polvo en la comunidad minera de Paragsha en Cerro de Pasco durante 30 días, mediante la instalación de los muestreadores pasivos marca British Standard Frisbee Deposit Gauge. En la comunidad de Paragsha se instalaron dos muestreadores de aire en patios externos y tres muestreadores adentro de las viviendas privadas. En Carhuamayo se instalaron dos muestreadores, uno interno y el otro externo.

El muestreador de polvo utilizado consiste en una plato de aluminio a forma de embudo, colocado en un soporte a 1,7 m sobre el suelo, que actúa como superficie de recogimiento del polvo suspendido que se deposita encima y termina en un bote de plástico colocado al suelo, sea por la lluvia, o utilizando agua destilada. Considerando la temporada de sequía del invierno peruano se ha procedido casi exclusivamente en enjuagar manualmente el embudo (con 200 ml de agua destilada) cada tres días. Las muestras han sido enviadas a Italia a un laboratorio acreditado ACCREDIA para los análisis gravimétricos y de metales pesados. Para los análisis gravimétricos, se ha filtrado el contenido de la botella colectora de agua y polvo. Para determinar la concentración de polvo ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$), se aplicó el "Protocolo Frisbee" para estimar la concentración de masa (gravimétrica) de partículas en el aire.[21] Para el análisis de metales pesados en el polvo se analizó el contenido de 21 metales en las deposiciones atmosféricas mediante la aplicación de los métodos Reports Istisan 06/3826 + EPA 6020 B 201427 mediante la técnica de espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP-AES).



Sitios de monitoreo en Cerro de Pasco e instrumento de muestreo- Elaboración propia

Los resultados de las tasas de deposición del polvo, tanto en Paragsha como en Carhuamayo, tanto en ambientes internos que externos, están por debajo del límite guía fijado en 200 mg/m²/día.[22] Este indicador fija un nivel a empezar del cual comenzarían a experimentarse molestias por el polvo en las personas. Se observa, tanto para las muestras en ambientes internos que externos, una mayor tasa de polvo en las muestras de Carhuamayo, en contraposición respecto a las hipótesis iniciales. Entre las muestras de Paragsha no se observa una diferencia espacial en la deposición del polvo en los ambientes internos.

La legislación peruana no establece valores límite para deposiciones de metales en polvo, así hemos hecho comparaciones calitativas entre los distintos sitios de muestreo, y cuantitativas tomando algunas referencias de valores guías europeos. Las concentraciones de metales pesados en el polvo sedimentable, encontradas en ambos sitios de muestreo, son relativamente bajas, y no superan los niveles guía europeos. Para las deposiciones internas, se observa solamente altas tasas de deposición de cromo en Paragsha y Carhuamayo. Antimonio, cadmio, cobre, níquel y zinc están mayormente concentrados en las muestras de Paragsha; aluminio, cobalto, cromo, estaño y molibdeno son presentes en concentraciones mayores en Carhuamayo. Para las deposiciones externas no se observan grandes diferencias de concentraciones de metales entre los dos sitios de muestreo. Antimonio, arsénico, estaño, manganeso, molibdeno y vanadio son predominantes en Paragsha; mientras aluminio, bario, cadmio, cobalto, cobre, cromo, mercurio, níquel, selenio, talio y zinc son mayormente presentes en Carhuamayo.

No obstante ambos sitios, Paragsha y Carhuamayo, están sujetos a similares condiciones climáticas y ambos están caracterizados por vientos con velocidades bajas y dirección dominante parecida, se observa que la dirección dominante del viento en el mes de julio en Paragsha fue Sur-Norte y Sur-Noreste por lo que no estaba a favor del levantamiento del polvo en áreas de los desmontes mineros, razones que pueden en parte explicar los resultados.

Otro factor que probablemente ha influido en estos resultados es la mayor presencia en Carhuamayo de calles desnudas no asfaltadas, que son las principales fuentes de polvo resuspendido y su deposición en la cercanía. Paragsha, no obstante, presenta grandes fuentes, ligadas a las actividades mineras, de polvo grueso, tiene calles asfaltadas y pendientes abruptas, lo que reduce la acumulación, la resuspensión y la posterior deposición del polvo.

Muchos elementos como aluminio, zinc y manganeso, que se encuentran en ambos sitios, pueden ser de origen natural terrestre.

Las limitaciones de esta investigación están asociadas a una falta de medición de temperatura y humedad constante durante todo el periodo de muestreo; todos los datos se han colectado sin tener en cuenta la diversidad de modalidades de ventilación posibles (duración y frecuencia de apertura de puertas y ventanas). No obstante estas limitaciones, el estudio ofrece una primera evaluación de la calidad del polvo que se deposita internamente en las habitaciones y que representa una vía de exposición humana a través la ingestión.

CALIDAD DE LOS DESMONTES MINEROS

El estudio se realizó en febrero 2019 con la toma de tres muestras de suelos de roca estéril de mina, que se enviaron a un laboratorio italiano certificado para su análisis. Se han muestreado suelos de mina en tres puntos: dos en Paragsha en el desmonte de óxidos de Pasco y uno en el botadero de Rumiallana.

En cada muestra se han analizado las concentraciones de metales pesados mediante el método EPA 3051 A 2007 y Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente EPA 6020 B 2014.

Los resultados han sido comparados con la ley peruana "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo" – Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, para suelos extractivos, es decir suelos en los que el principal actividad incluye la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, de hidrocarburos, entre otras). Además, por faltas de algunos límites en la ley peruana, se hizo referencia a una directriz internacional sobre suelos industriales como son los valores guías de Canadá (Soil Quality Index for industrial soils).[23] Las normas definen los niveles máximos permitidos de varios parámetros en los suelos, no refiriéndose al sitio minero sino al industrial.

La concentración de sulfuros ha sido analizada con determinación de aniones disueltos por cromatografía líquida (método UNI EN ISO 10304-1:2009). El análisis de la predicción de la producción de drenaje ácido de mina se ha obtenido aplicando el Método EPA. [24] El drenaje ácido se genera en las minas cuando se oxidan los minerales de sulfuros que están presentes en la roca. Las operaciones de extracción minera aumentan la tasa de estas reacciones químicas al exponer al aire y al agua grandes volúmenes de material de roca sulfurada con una mayor superficie de descarga.[25]

En las tres muestras observamos una concentración extremadamente alta de aluminio, antimonio, arsénico, cadmio, hierro, manganeso, plomo, cobre y zinc.

El **desmonte óxidos de Pasco** de la empresa Volcan, presenta altos niveles de aluminio, antimonio, arsénico, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc. En comparación con la ley peruana N° 002-2013-MINAM, las concentraciones de metales pesados superan los límites. También comparando tales resultados con las guías internacionales para suelos industriales como la guía canadiense, los siguientes metales van más allá de los niveles fijados: antimonio, arsénico, plomo, cobre, selenio, talio y zinc.

De acuerdo con la ley peruana, los suelos del **botadero Rumiallana** presentan una concentración de arsénico 5 veces superior al límite de ley y el nivel de plomo es 15 veces superior al límite. Comparando con la guía canadiense, otros metales se presentan en alta concentración: antimonio, cadmio, cobre, talio y zinc.

No obstante los sulfuros solubles en agua se presentan en muy baja concentración en el material rocoso indicando que los sulfuros son muy estables y la mayoría del azufre está ligado al material rocoso, las tres muestras tienden a la producción de drenaje ácido y esto representa un problema grave para la salud humana y para la integridad del ecosistema. Para evitar efectos ambientales negativos, los desechos mineros deben mantenerse en represas de relaves.

De acuerdo a la ausencia de un plan ordinario de remediación, y de membranas de protección, y considerando la fuerte proximidad a la ciudad, estos desmontes se consideran extremadamente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente, incluso para la fauna local y para el suelo agrícola en el que podría terminar dicho elemento. El peligro se produce debido a la toxicidad y carcinogenicidad de los metales.

CONCLUSIONES

Los disitintos estudios sobre contaminación ambiental entre 2009 y 2022, han llevado a la luz, informaciones y conocimiento nuevos que, por primera vez, se han compartido en estos territorios afectados por actividades extractivas mineras.

Las investigaciones evidencian como la contaminación de origen minera de las instalaciones ubicadas un Cerro de Pasco, está ampliamente presente no solo en las áreas próximas a las instalaciones mineras, sino que abarca un amplio radio de impacto en los territorios de la provincia de Pasco, hasta llegar a contaminar sitios a unos 10 a 20 Km, y hasta una mayor distancia.

Los altos niveles de contaminación han dañado y alterado en manera irreversible el estado de los ecosistemas naturales, impactando a lo largo del tiempo las poblaciones que han sido expuestas a docenas de sustancias tóxicas, cancerígenas y neurotóxicas.

A lo largo de los 13 años de monitoreo ambiental que hemos realizado, a pesar de que se observa una masiva presencia de metales pesados en concentraciones que siguen estando a niveles no aceptables y encima de los estándares de ley, se ha registrado también una general desminución de la contaminación en los recursos hídricos.

Para algunos casos, como las aguas de las lagunas Quiulacocha y Yanamate, se ha registrado una reducción de algunos metales mientras otros como aluminio, hierro, cobre, cromo y arsénico han aumentado a lo largo de los años. En general se observa que el río Ragra y el río Tingo constituyen los recursos de agua más impactados por metales con presencia de plomo, cadmio, manganeso, hierro y zinc.

La contaminación del río Ragra desemboca en el río San Juan, que fluye hacia la laguna Chinchaycocha en Junin, el segundo mayor lago en Perú después del Titicaca, y que cuenta con especies endémicas. Además, a pesar de ser una reserva nacional y ser reconocido internacionalmente como un humedal, recibe así las descargas con los residuos de la explotación minera que son vertidos en las cuencas de los ríos que alimentan el lago impactando el ecosistema natural.

Se observa que el agua para consumo humano, durante el estudio del 2009 (epoca invierno con lluvia fuerte) tenia valores de aluminio, manganeso y cobre encima de los límites establecidos por la OMS; mientras en los estudios del 2016, 2019 y 2022 (muestreo en epoca seca) no se detectaron trazas de metales encima de los estandares nacionales o internacionales. Estas reducciones pueden estar ligadas tanto a una progresiva reducción de algunas operaciones mineras a lo largo de lo años, cuanto a condiciones estacionales en las que se realizò la toma de muestra.

Ambos estudios sobre suelos (2019 y 2022) han evidenciado la presencia de metales altamente tóxicos como el plomo, el mercurio, el cadmio, y el arsénico, en muestras de suelo del distrito Simón Bolívar, en concentraciones superiores a los valores de fondo de Carhuamayo y a los estándares nacionales e internacionales de Canadá, tanto en suelos urbanos de la ciudad como en suelos de pastizales y agrícolas.

Para el suelo recreativo en Paragsha, calle Huancavelica, se observa un aumento en los años de muchos metales pesados como arsénico, cadmio, cobre, zinc.

Entre 2019 y 2022 el suelo escolar en Champamarca, ha visto un aumento de las concentraciones de aluminio, bario, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, mercurio, molibdeno y níquel.

Los depósitos mineros de los desmontes óxidos de Pasco y del botadero Rumiallana representan fuentes de drenaje ácido de mina lo que genera escorrentia de metales pesados y aguas ácidas desde estos sitios hacia respectivamente la cuenca del río San Juan y la cuenca del río Tingo.

La exposición a metales pesados por ingestión en seres humanos, no solamente se puede dar a través del consumo de agua o de la ingesta accidental de partículas de suelos contaminado, sino también por el consumo de alimentos contaminados. Se ha encontrado concentraciones de plomo entre todas las muestras de carne analizadas, superando más de 10 veces los estándares recomendados por las organizaciones internacionales FAO/OMS y por la Comisión Europea.

Aunque los resultados de los estudios de calidad del aire no han dado valores contundentes, representan una buena base de informaciones para entender las dinámicas de contaminación en el territorio.

Múltiples infracciones a las normativas ambientales nacionales e internacionales tanto para agua, como para suelo y alimentos han sido observadas a lo largo del territorio del distrito Simón Bolívar y a través de los 13 años de investigaciones. Solamente en el último estudio sobre agua y suelo del 2022, se han identificado en total 140 infracciones a las normas nacionales en materia de protección ambientales.

Las sustancias encontradas en ríos, lagunas, parques recreativos, patios escolares, suelos agrícolas y de pastizales son altamente tóxicas y cancerígenas, con superaciones de los límites de leyes nacionales de hasta 950 veces en algunos casos.

En la mayoría de los ríos y lagunas analizadas, la presencia de metales pesados prohíbe cualquier uso de este recurso, tanto para riego, como para bebidas de animales. Los altos valores de contaminación no permiten el mantenimiento de la salud de los ecosistemas acuáticos con daños en términos de reducción de la biodiversidad y pérdida de los servicios ecológicos con obvios impactos económicos y sociales.

La presencia de sustancias tóxicas y cancerígenas en los suelos, no permiten su uso que debería prontamente ser prohibido el acceso a los patios escolares y a los parques recreativos ya que representan un altísimo riesgo a la salud de los niños. Dado los niveles extremadamente elevados de metales en suelos agrícolas y de pastizales, cualquier uso de estos recursos debe ser prohibido.

En este contexto, múltiples derechos humanos de las poblaciones locales se ven violados, primero entre todos en el derecho a vivir y gozar de un medio ambiente sano, limpio y libre de contaminación, así como el fundamental derecho al agua potable y a una alimentación saludable y libre de sustancias tóxicas que son indispensables para la salud y la vida. Estos continuos incumplimientos de las normativas representan un riesgo gravísimo para el mantenimiento de los ecosistemas naturales y por ende para la salud de las poblaciones expuestas, afectando las esferas socio-económicas de una provincia entera.



RECOMENDACIONES

Con base a los resultados de los estudios, se recomienda priorizar las acciones de reducción de la liberación de contaminantes en el medio ambiente.

Muchas fuentes de metales pesados, con las cuales los habitantes del distrito Simón Bolívar están expuestos, ya están definidas y ubicadas. Otras faltan ser reconocidas, así que es urgente establecer un listado de fuentes contaminantes para que las autoridades competentes trabajen para acciones de mitigación, prevención y fiscalización.

Se reitera a las distintas autoridades locales, regionales, y nacionales seguir aplicando acciones urgentes que Source International viene denunciado desde más de 10 años.

Autoridades locales

Se recomienda a las autoridades locales, principalmente del distrito Simón Bolívar, llevar a cabo consultas públicas y promover la participación ciudadana a través de sus juntas vecinales en el desarrollo, implementación y monitoreo de los esfuerzos de mitigación de la exposición a metales pesados.

Se recomienda a las autoridades municipales y dirigentes de Paragsha, Champamarca, Quiulacocha y Yurajhuanca:

- > Realizar campañas informativas sobre estudios ambientales y sanitarios (riesgos y síntomas de la exposición) respecto al tema de la contaminación minera;
- > Promover campañas de recuperación del ecosistema;
- > Prohibir el acceso a los parques infantiles y patios escolares de los sitios con altos niveles de metales;
- > Prohibir el pastoreo de animales en áreas de elevada contaminación ambiental;
- > Implementar un directorio y/o librería de recursos comunitarios para informar sobre temas ambientales y sanitarios en contextos mineros;
- > Desarrollar proyectos de monitoreos socio-ambientales participativos sobre la calidad tanto del agua para consumo humano, tanto del agua de los ríos para seguir tomando nota de los cambios y dar alerta temprana a las autoridades para que puedan intervenir en caso de grave contaminación; y
- > Se sugiere a la comunidad campesina de Quiulacocha reclamar la remediación ambiental de la laguna Quiulacocha y la revegetación de las áreas impactadas.

Autoridades regionales

Reiteramos las recomendaciones a la *DIRESA Pasco* de establecer un plan de vigilancia epidemiológica ambiental a largo plazo en el distrito Simón Bolívar que incluya análisis de todos los metales pesados, en particular plomo, arsénico, mercurio, cadmio, níquel, berilio y cromo.

Además son necesarias los análisis constantes de calidad de agua para consumo humano que incluyan análisis bacteriológicas para definir su potabilidad.

Autoridades nacionales

Se recomienda al **Ministerio de Salud (MINSA)** garantizar que la *DIRESA Pasco*, cuente con los recursos necesarios para proporcionar atención de seguimiento a la población del distrito Simón Bolívar expuesta crónicamente a la contaminación.

Se exhorta al **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)** a repetir permanentemente muestreos de aguas y suelos en los mismos sitios del presente estudio y actuar con sanciones inmediatas relacionadas a las múltiples infracciones ocasionadas por el superamiento de los Límites Máximos Permisibles.

Además se recomienda al **OEFA** realizar monitoreo constantes y fiscalización ambiental de la calidad del agua en las subcuencas del río San Juan y del río Tingo, y en particular en la microcuenca del río Ragra y sus afluentes (tributarios). Este monitoreo debe considerar la evaluación de la calidad del agua de manera estacional, que incluya eventos de máxima escorrentía (lluvias). **OEFA** debe incluir en su plan de vigilancia ambiental muestreo de suelo que sean más extensos en el territorio.

Se recomienda a **OEFA** monitorear las aguas de la laguna Punrun, por la posible afectación de los pasivos mineros, y las aguas del río naciente de la laguna Acucocha, por la posible contaminación de la actividad minera de la empresa Alpamarca, ya que son aguas para abastecimiento humano.



Se solicita al **Ministerio de Energía y Minas (MINEM)** terminar obligatoriamente y rápidamente la última fase de ejecución del cierre y remediación de la desmontera de Excélsior y dar a conocer planes de post-cierre para lograr estabilidad física, química e hidrológica de un sitio altamente peligroso.

Se solicita al **Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE)** de no emitir la certificación ambiental a Volcan SAA/Empresa Cerro SAC sobre el proyecto de extensión del tajo Raúl Rojas. El proyecto de ampliación tiene como componente la ampliación del lado sur del tajo abierto, para darle continuidad al proceso operativo de la Unidad Minera Cerro, y esto significará la desaparición del barrio Ayapoto, La Docena y parte del populoso barrio La Esperanza generando una mayor contaminación a la ciudad de Cerro de Pasco.

Se pide a las empresas **Volcan y Cerro SAC** cumplir con sus responsabilidades sociales y ambientales, e invirtiendo en tecnologías, en las distintas plantas de tratamientos, que permitan limitar los niveles de contaminantes descargados para que estén adentro de los límites de contaminación fijados por la norma nacional en materia ambiental.

Se exhorta al **Estado Peruano** de incluir en la Ley de Pasivos Ambientales, cláusulas más estrictas para que los responsables de los pasivos mineros, actúen en procesos de remediación; además el Gobierno, en caso de ausencia de responsables, debe asumir plenamente la responsabilidad de remediar dichos pasivos mineros.



BIBLIOGRAFIA

1. Plan de Desarrollo Urbano Cerro de Pasco, 2008.
 2. Volcan Compañía Minera, <http://www.volcan.com.pe/quienes-somos/historia.php>
 3. Volcan, Oxidos de Pasco, <https://www.volcan.com.pe/operaciones/mineria/oxididos-de-pasco/>
 4. ANA, 2016. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
 5. MINAM, 2010. Límites Máximos Permisibles Efluentes Mineros DS N° 010-2010-MINAM. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_010-2010-minam.pdf
 6. MINAM, 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DS N° 002-2008-MINAM. http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.
 7. DIGESA, 2010. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Reglamento_Calidad_Agua%20D.S%20N%C2%B0031-2010-SA.pdf
 8. US EPA, 2019. National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>
 9. MINAM, 2014. Guía para el Muestreo de Suelos. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf
 10. US EPA, 2014. Method 6020B (SW-846): Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry," Revision 2. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/6020b.pdf>
 11. MINAM, 2017. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo Decreto Supremo N° 011-2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>
 12. CCME, 2019. Canada Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html>
 13. MINAM, 2015. Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/GUIA-ERSA-ALTA.compressed.pdf>
 14. JM.Wilkinson, J.Hill, CJC. Phillips, 2003. The accumulation of potentially-toxic metals by grazing ruminants. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14506874/>
 15. European Commission, 1990. Reference methods for detecting residues of heavy metals and arsenic. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/eb42237f-18d5-4532-a94f-f2abe97e35d1/language-en>
 16. FAO/OMS, 1995. Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf
 17. Diario Oficial de la Unión Europea, 2006. REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. <https://www.boe.es/doue/2006/364/L00005-00024.pdf>
 18. CDC, 2003. NIOSH 7300: Elementos (ICP), Tabla 2. <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/pdfs/7300-sp.pdf>
-

-
19. IUPAC, 1990. Glossary of Atmospheric Chemistry Terms.
 20. WHO, Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust Chapter 1 - Dust: Definitions and Concepts.
 21. Stockholm Environmental Institute, 1995. Protocol for using the dry Frisbee (with foam insert) dust deposit gauge.
 22. Vallack, H. W. & Shillito, D. E., 1998. Suggested guidelines for deposited ambient dust.
 23. Esdat.net, 2007. Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. <https://bit.ly/42ww3ft>
 24. EPA 1994 -530-R-94-036: Technical Document – Acid Mine Drainage Prediction.
 25. EPA 1994 -530-R-94-036: Technical Document – Acid Mine Drainage Prediction.

Cerro de Pasco, Perú

Evaluación de la contaminación ambiental en Cerro de Pasco (2009-2022)

Editado por: Source International

Via Santa Maria, Calci (PI), 56011 - Italia

Datos recolectados en colaboración con el Centro de Cultura Popular Labor de Cerro de Pasco

2023

Contacto: info@source-international.org



10 years

source