



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA PROVINCIA DE PASCO Y DE LA SALUD EN EL CENTRO POBLADO DE PARAGSHA





EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
EN LA PROVINCIA DE PASCO Y DE LA SALUD EN EL CENTRO
POBLADO DE PARAGSHA

© Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor
Jirón Junín N° 266 - Chaupimarca
Cerro de Pasco, Perú
Apartado Postal 25
Teléfono: (063) 42-2627
E-mail: centrolabor@laborpascoperu.org.pe
Sitio Web: www.laborpascoperu.org.pe

Responsable del Estudio:

Licenciado Flaviano Bianchini

Equipo de Apoyo al Estudio:

Profesora Gladys Huamán Gora

Economista Andrés Avelino Valer

Economista César López Jurado

Licenciado en Administración Jaime Silva Ponce

Bachiller en Economía Wilmar Cosme Calzada

Tiraje: 1,000 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: 2010-04146.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, siempre y cuando sea copia fiel del original y se cite adecuadamente la fuente. Este reporte se encuentra en formato electrónico en la página web y en la sede institucional.

Cerro de Pasco, diciembre del 2009.

Nuestro eterno agradecimiento a Desarrollo y Paz de Canadá, a Christian Aid de Inglaterra y a la Municipalidad Distrital Simón Bolívar por su valioso aporte para hacer realidad el presente estudio y publicación.

“Este trabajo nos vuelve más ricos, gracias Guido Carpi”.



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	7
EL DISTRITO SIMÓN BOLÍVAR Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL MINERA.....	9
INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN.....	15
<u>CAPITULO I:ÁREA DE ESTUDIO</u>.....	17
Cuenca Alta del Río Huallaga.....	17
Sub Cuenca del Río Tingo	18
Sub Cuenca del Río San Juan	20
Sistemas de Riego de la Sub Cuenca del Río San Juan	21
Canal de Riego Sacrafamilia.....	21
Sistema de Riego San Pedro de Racco	21
Sistema de Riego Tambillo	22
Sistema de Riego Pacoyán.....	23
Laguna Quiulacocha	23
Laguna Yanamate	23
<u>CAPITULO II:MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN</u>.....	24
Análisis del Agua	24
Análisis de Sangre.....	26
Parámetros de Ley.....	27
<u>CAPITULO III:RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS</u>.....	28
Cuenca Alta del Río Huallaga.....	28
Sub Cuenca del Río Tingo	33
Sub Cuenca del Río San Juan	40
Agua de Mina de la Empresa Minera Volcan	48
Agua de Consumo Humano en Chaupimarca	54
Lagunas de Quiulacocha y Yanamate	58
Laguna de Quiulacocha.....	61
Laguna de Yanamate	64
<u>CAPITULO IV:RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON ESPECTROFOTOMETRO EN ABSORCIÓN ATÓMICA</u>.....	68

CAPITULO V:EFECTOS DE LOS METALES ENCONTRADOS

<u>EN LA SALUD.</u>	71
Aluminio	71
Cadmio	71
Cromo	72
Cobre.....	72
Hierro	72
Manganeso	73
Plomo	73
Vanadio	74
Zinc	74
Estaño.....	75
Arsénico	75
Níquel.....	76
Selenio.....	76
Propiedades de los Metales Pesados	77

CAPITULO VI:EFECTOS DE LOS METALES EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE PARAGSHA......

79	81
Plomo	81
Cobre.....	81
Aluminio	81
Selenio.....	82
Manganeso	82
Arsénico	82
Cromo	82
Níquel.....	82
Cadmio.....	82
La Mortalidad en el Centro Poblado de Paragsha.....	83

CONCLUSIONES..... 84

RECOMENDACIONES..... 88

BIBLIOGRAFÍA..... 89

ANEXOS..... 90

Anexo N° 01: Constancia de Aprobación del Estudio	91
Anexo N° 02: Consentimiento para la Participación en el Estudio: Padre/Tutor.....	92
Anexo N° 03: Asentimiento Informado para Menores de 12 años de Edad.....	94

PRESENTACIÓN

Todo ser humano, sin distinción de raza, religión, sexo, edad, condición social o económica, tiene derecho a poder vivir en un ambiente saludable, lo que solo es posible si la calidad de los principales recursos naturales como el agua, el aire y el suelo se encuentran libres de todo agente contaminador; sin que la actividad cotidiana de la población y las actividades económicas pongan en riesgo los recursos naturales vitales para la subsistencia humana.

La Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor, tiene la satisfacción de presentar el libro *“Evaluación de la Calidad de los Recursos Hídricos en la Provincia de Pasco y de la Salud en el Centro Poblado de Paragsha”*, documento que da cuenta del proceso y los resultados obtenidos de la investigación dirigida por el Lic. Flaviano Bianchini, representante de la Universidad de Pisa de Italia, que gracias a su invaluable aporte e iniciativa hizo posible su realización.

La presente publicación tiene como propósito dar a conocer los resultados de los análisis realizados a los principales recursos hídricos de la Provincia de Pasco, nos referimos a la Cuenca Alta del Río Huallaga, las Micro Cuencas del Río Tingo y San Juan. También se tomaron muestras a las aguas de las lagunas de Quiulacochoa y Yanamate, al agua de mina de la Empresa Minera Volcan y al agua que se consume en Cerro de Pasco. Asimismo presenta los resultados de los estudios que se hicieron para conocer el contenido de metales pesados en 41 personas, principalmente niños y niñas del Centro Poblado de Paragsha.

El estudio en mención presenta además de los resultados del análisis de la calidad del agua, los efectos que tienen los diferentes metales sobre la salud humana, especialmente cuando sobrepasan los límites máximos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Con este documento, el Centro Labor, el investigador y la Universidad de Pisa buscan contribuir a la visibilización de los problemas por los que atraviesa la población y los recursos naturales en Pasco, de manera especial el agua por efecto de la actividad minera; pero que sobre todo se convierte en un llamado a la acción concreta y decidida de parte de las autoridades locales y nacionales, de las empresas mineras y la propia población, para que se adopten las medidas necesarias que permitan aprovechar racionalmente los recursos naturales que tenemos y cuidar la salud de los pobladores de Cerro de Pasco, en especial de los niños, niñas y las mujeres.

Al poner a disposición de toda la población el presente texto, esperamos que su lectura motive a que la problemática de la contaminación de los recursos naturales- especialmente el agua- y la salud de la población, sean parte de la agenda de las autoridades, que sea asumido por las empresas mineras como elemento fundamental de sus programas de responsabilidad social y que motive la acción de nuestra población,

Finalmente el Centro Labor expresa su profundo agradecimiento a la Universidad de Pisa del hermano país de Italia, que a pesar de estar lejos y aparentemente indiferente a nuestra problemática, hizo posible la presencia de un representante para la realización de este estudio. Asimismo, nuestro reconocimiento a la Municipalidad Distrital de Simón Bolívar, cuyo aporte ha permitido la presente publicación; finalmente nuestra gratitud a tod@s l@s amig@s del Puesto de Salud del Centro Poblado de Paragsha; quienes desde sus espacios y posibilidades sumaron para que este documento se haga realidad.

Centro Labor

EL DISTRITO SIMÓN BOLÍVAR Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL MINERA

De un tiempo a esta parte, las localidades de Champamarca, Quiulacocha y Paragsha, son protagonistas de una historia que involucra, especialmente, los niños, niñas y mujeres en edad fértil, que sin ser parte de la trama, se han visto afectados –algunos de ellos- irreversiblemente. El motivo: la presencia de plomo en la sangre ocasionado por la actividad minera.

Estas poblaciones ubicadas en el distrito de Simón Bolívar, provincia de Pasco; ven pasar a empresas mineras, que sin miramiento alguno destruyen y contaminan sus terrenos pastizales, sus puquios, riachuelos y lagunas; destruyen lenta y dolorosamente su existencia así como su identidad e historia; los destructores y asesinos: desmontes, relaves, agua ácida, polvos tóxicos y la mentalidad usurera de sus propietarios.

La historia no es reciente, en el año 1900 llega la Cerro de Pasco Cooper Corporation, empresa norteamericana que inicia el arrojado de relave minero a la laguna de Quiulacocha e iniciando con ello su desaparición y el éxodo de especies de aves y roedores así como la muerte de truchas y ranas...esto dura hasta el año 1976.

Luego de la nacionalización de empresas durante el gobierno militar, aparece CENTROMIN PERÚ, que con una vorágine bestial, explota a tajo abierto el mineral cerreño destruyendo a la “Ciudad Real de Minas” y dejando como triste recuerdo un inmenso forado y cerros artificiales de desmonte minero, dañando los ojos de agua de Champamarca y destruyendo la pequeña quebrada de Excelsior.

En setiembre de 1999, Volcan Cía. Minera, luego de un cuestionado proceso de licitación por el gobierno fujimorista, adquiere la unidad económica y productiva minera de Paragsha, explotando hasta la actualidad el Tajo Abierto “Raúl Rojas” y las minas del entorno, con la amenaza de desaparecer la antigua ciudad del Cerro de Pasco y los barrios añejos de Ayapoto y Champamarca, así como ampliar la relavera de Ocroyoc y continuar con la construcción de una planta para “tratar material oxidado” en el Cerro Shuco.

Todo este proceso de avance minero y destrucción de los recursos de las comunidades bolivarianas, lamentablemente tuvo y cuenta con el aval del Estado peruano, aduciendo que la minería es una “actividad productiva estratégica”, desconociendo

la normatividad ambiental y sin contar con la opinión de los propios campesinos propietarios de los terrenos y recursos dañados.

Bajo estas circunstancias viven las poblaciones Champamarquinas, Paragshinas, Quiulacochanas y Bolivarianas en general.

Sin embargo, hay otro escenario casi invisible, el organismo humano; con retardo en el crecimiento, poca asimilación de los nutrientes alimenticios, bajo peso, anemia, disminución de la capacidad intelectual, pérdida de memoria y retardo mental. Niños y mujeres, con alto índice de plomo en la sangre.

En el año 2002, el Centro LABOR, se encargó de poner en evidencia, una vez más, los problemas de contaminación por plomo en tres localidades del Cerro de Pasco, ciento setenta personas entre los cuatro y sesenta años de edad de Champamarca, Paragsha y Huayllay, fueron evaluadas en el marco de un estudio, los resultados fueron preocupantes, sobre todo en los niños. En Champamarca el 21.5% tiene elevados niveles de plomo en sangre; en Paragsha el 45.83%; todos tienen como promedio 14 ug/dl de este metal en el torrente sanguíneo, siendo el máximo 10ug/dl tal como dispone la Organización Mundial de la Salud.

A partir de este trabajo, el Ministerio de Salud, Centromin Perú, el CDC de Estados Unidos, entre otras instituciones, desarrollaron muchos estudios para comprobar la existencia de este metal en la sangre, en el agua, en el suelo y en el aire, existiendo un común denominador: hay presencia de plomo y otros metales pesados, siendo la principal fuente de contaminación la actividad minera (las operaciones, los procesos de explotación y transformación) a ello se suman en menor grado, las fuentes móviles constituidas por las unidades de transporte de minerales y del servicio público urbano.

Conocemos los resultados de estos estudios, son necesarios e imprescindibles otros, pero también son urgentes acciones concertadas para evitar mayor morbilidad y mortalidad, se requieren de acciones para disminuir el grado de contaminación en esta parte del territorio pasqueño.

Actualmente en la Municipalidad Distrital de Simón Bolívar se cuenta con una Comisión Ambiental Distrital que de manera coordinada y participativa a iniciado una serie de actividades con este fin, para ello cuentan con una Agenda Ambiental que está siendo implementada.

Nos sentimos muy complacidos que los esfuerzos cada vez sean más grandes, reconocemos y felicitamos la iniciativa del Centro LABOR por desarrollar el presente estudio, gracias al esfuerzo y preocupación de los hermanos de la Universidad de

Pisa (Italia) en la persona del Sr. Flaviano Bianchini, quien lo dirigió. Seguramente a partir de su análisis generará un nuevo debate y nos dará mayor información para seguir consolidando y uniendo esfuerzos, inteligencias y decisiones para que nuestras generaciones venideras aseguren su futuro.

Los esfuerzos son grandes y los resultados variados, pero queda en nosotros la gran responsabilidad de trabajar y hacer de nuestra tierra un lugar digno y sano donde vivir.

San Antonio de Rancas (Simón Bolívar), noviembre del 2009.

*Licenciado Celestino Ureta Atachagua, **Alcalde***

*Licenciado Hugo Sosa Santiago, **Teniente Alcalde***

Regidores:

Licenciado Elvis Borja Silvestre

Licenciado Nilton Pagán Vivar

Obstetiz Denis Cristóbal Ortiz

Licenciado Wuile Sarmiento Porras

INTRODUCCIÓN

En la economía mundial, las minas figuran como generadoras de valor para sus accionistas y de insumos para la industria. Pero en sus zonas de producción, la naturaleza de la actividad minera implica una serie de operaciones que no son nada sencillas. Las grandes unidades mineras de hoy en día son complejos que se extienden sobre vastos territorios, los cuales deben compartir con poblaciones rurales y/o urbanas. Cómo si fueran seres vivos, las operaciones mineras absorben insumos y producen desperdicios, y en el proceso crean no sólo su propia anatomía sino también su propia geografía, articulándose con ríos, lagunas, tierras y espacios sociales. La forma que toma este ecosistema depende no sólo de consideraciones técnicas sino también de fuerzas sociales y políticas.

Forman parte de este metabolismo minero los metales – plomo, aluminio, manganeso, cobre, etc. – que ingresan a las aguas, suelos y sangre de la sociedad que rodea a la mina. Su presencia, su nivel de concentración y sus potenciales impactos sobre la salud deben ser analizados científicamente, si es que creemos que la gente tiene derecho a una vida sana y digna.

El presente estudio busca hacer esto para una zona minera del Perú: la provincia de Pasco, con especial énfasis en Cerro de Pasco. La Ciudad del Cerro de Pasco es considerada como unidad minera por la empresa más importante, Volcan Compañía Minera S.A.A., la primera productora de concentrados de zinc, plomo y plata en Sudamérica, y la cuarta productora de zinc en el mundo (Volcan; 2007). Las zonas de impacto de otras empresas mineras de Pasco – Atacocha, Milpo, Brocal y Aurex – también forman parte de este estudio.

El significado histórico de esta región para el Perú es profundo. Las minas de la zona ya eran trabajadas, a pequeña escala, en épocas incaicas. En el siglo XVII, Cerro de Pasco reemplazó a Potosí como el principal productor de plata en el Virreinato del Perú. En 1902 el empresario estadounidense James Ben Ali Haggin formó la Cerro de Pasco Copper Corporation, con capitales de inversionistas como J.P. Morgan, Henry Clay Frick y la familia Vanderbilt. Esta empresa dominaría la región central del país durante el siglo XX, posesionándose y desarrollando las minas de Cerro de Pasco y los distritos mineros de Casapalca, Morococha, Yauricocha, San Cristóbal y Cobriza, y construyendo la fundición de La Oroya, el centro de sus operaciones. Además, adquirió grandes haciendas y generó una numerosa población de trabajadores mineros – primero estacionales y luego estables - provenientes mayormente de las comunidades campesinas de la zona.

Al mismo tiempo que producían ganancias para la empresa y creaban una sociedad de campesinos-proletarios en la sierra central, las minas de la Cerro de Pasco Cooper Corporation generaban desechos en la forma de relaves y humos provenientes de las minas, plantas concentradoras y fundiciones. Estos impactos constituyen un trasfondo histórico. En Cerro de Pasco, la compañía echaba los relaves al río San Juan, afluente del Lago Junín donde nace el río Mantaro, creando problemas en esta cuenca. Entre los años 30 y principios de los 90, se utilizó la laguna de Quiulacocha, adyacente a la ciudad, como depósito para relaves; estos desechos metálicos han llegado a reemplazar casi totalmente a la laguna que existía previamente.

La fundición de La Oroya constituye otro hito en esta historia. La empresa inauguró la fundición en 1922 sin ningún sistema de filtración, por lo cual las chimeneas empezaron a depositar entre 80 y 110 toneladas de partículas de arsénico, antimonio, plomo y dióxido de azufre cada día sobre los cultivos y pastos a 50 km² a la redonda (DeWind; 1983). Esto destruyó la economía agrícola y ganadera de la zona, obligando a los campesinos a buscar trabajo en las minas y la fundición. Las protestas de los agricultores llevaron al gobierno a formar una comisión investigadora y a obligar a la compañía a instalar una primera planta de filtración Cottrell en parte de la fundición en 1924; un sistema efectivo de filtración fue implementado recién en 1941.

En 1956 la empresa empezó a utilizar la tecnología de extracción a tajo abierto en Cerro de Pasco, abriendo el “McCune Pit” (hoy Tajo Raúl Rojas) que ha cambiado la faz de la ciudad, destruyendo cada vez más barrios y generando amplios depósitos de desmontes que se entremezclan con las viviendas y vías públicas. En 1974 el gobierno militar de Juan Velasco Alvarado nacionalizó la Cerro de Pasco Corporation, convirtiéndola en la empresa estatal Centromín. Después de la crisis de la minería en los 80s y el giro político hacia el neoliberalismo en 1990, el gobierno peruano re-privatizó la empresa Centromín, por partes.

La unidad de Cerro de Pasco fue vendida a Volcan Cía. Minera por el bajo precio de US\$61.8 millones, en parte porque la crisis asiática había reducido las inversiones transnacionales, y el Estado estaba ansioso por concluir la privatización. La empresa Volcán era propiedad de los grupos peruanos Letts, Picasso y Moreyra García Sayán; varias de sus otras minas habían quebrado en los años 80. Según la Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores (CONASEV), los dos mayores accionistas de Volcan actualmente son el presidente del directorio de la empresa, Roberto Letts Colmenares (17%), y Trafigura Beeher (15%) – la última una empresa holandesa especializada en la explotación de metales, petróleo y otras materias primas, con oficinas en 36 países. Otros accionistas importantes en los

últimos años han incluido a las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFPs) Integra y Prima (www.conasev.gob.pe).

Volcan adquirió los activos de la mina sin tener que hacerse cargo de los pasivos ambientales de la Cerro de Pasco Cooper Corporation y Centromín, como son la antigua relavera de Quiulacocha y el botadero de desmontes de Excelsior; estos aún forman parte del paisaje de esta ciudad de más de 70,000 personas. Al mismo tiempo, la extracción y concentración de zinc, plomo y plata continúan, creando nuevos depósitos de desmontes (Rumiallana) y canchas de relaves (Ocroyoc) en medio de las viviendas y de las comunidades cercanas. Además de la alta visibilidad de estos desechos, los restos metálicos provenientes de la mina ingresan a los ríos y al agua que toma la población.

Como hemos mencionado, la preocupación por la contaminación no es algo nuevo en las zonas mineras del Perú. Sin embargo, y a pesar de que se han hecho ya algunos trabajos de medición, faltan todavía hacer muchos más estudios concretos y empíricamente verificables sobre el tema, cuyos resultados estén a disposición de la población (CDC; 2008). La contaminación minera no se soluciona automáticamente a través de la mera existencia de nuevas tecnologías – pues el uso de la tecnología siempre está socialmente condicionado – no solo a simples discursos de responsabilidad empresarial, se necesita la voluntad política, la organización de las poblaciones afectadas, y el conocimiento científico sobre cada caso de contaminación, sus causas exactas y sus implicancias. Es hacia estos fines que el presente estudio pretende aportar.

Federico Helfgott*

* Antropólogo peruano, con estudios de Doctorado en la Universidad de Michigan - USA.

JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Cerro de Pasco, la actividad minera para la extracción de plomo, plata, zinc y cobre, que se ha realizado desde la época de la colonia, ha generado la preocupación de que los ríos de la zona se encuentren contaminados por metales y que los habitantes de esta ciudad pudieran estar expuestos a niveles de metales pesados por encima de los límites máximos permisibles.

En los últimos años se han hecho diferentes estudios sobre la calidad de las aguas en la zona de Cerro de Pasco. La mayoría de estos estudios (Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental DESA, 2007; Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental DESA, 2008; y Centro Labor & EQUAS, 2008) demuestran una preocupante contaminación del agua en las cuencas de los ríos Alto Huallaga y San Juan y en la sub cuenca del río Tingo; en particular la contaminación detectada es por la presencia de metales pesados como el plomo, el zinc, el manganeso, el cadmio y el cobre. Dicha contaminación está afectando a la población de este entorno (como área del presente estudio), lo cual consideramos preocupante.

Entre 1996 y 2006, la Dirección Regional de Salud Pasco ha realizado tres estudios independientes para determinar la presencia de metales pesados en la sangre de la población de la zona de Cerro de Pasco; estos estudios determinaron que la mayoría de la población en estudio de la ciudad tiene niveles promedio de plomo en sangre superiores a 10µg/dl; que para los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades, y también para la Organización Mundial de Salud (OMS) constituyen un motivo de preocupación.

En el mes de mayo de 2007 el Centers for Disease Control and Prevention (CDC), en cooperación con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Dirección Regional de Salud de Pasco (DIRESA), la Dirección General de Salud Ambiental de Pasco (DIGESA-Pasco) y el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) hicieron un estudio para evaluar la exposición a los metales pesados en niños de 1 a 12 años de edad y mujeres en edad fértil residentes de las comunidades urbanas de Chaupimarca, Ayapoto y Paragsha. Los resultados de dicho estudio demostraron que los pobladores que viven en estas zonas tienen alta prevalencia de intoxicación por metales pesados.

CDC determinó que el 53% de niños y el 9% de mujeres en edad fértil tenían niveles elevados de **plomo** en la sangre ($\geq 10\mu\text{g/dL}$). El 63% de niños y el 70% de mujeres en edad fértil tenían niveles elevados de **cesio** (superiores al percentil

95 de NHANES), y el 71% de ambos niños y mujeres en edad fértil tenían niveles elevados de **talio** (superiores al percentil 95 de NHANES).

Además, el 91% de niños y el 82% de mujeres en edad fértil tenían niveles más altos que lo normal de por lo menos algún metal pesado (plomo, cadmio, mercurio, bario, berilio, cobalto, molibdeno, arsénico total, antimonio, platino, tungsteno o uranio) en sangre u orina.

El agua es la fuente de vida primaria para todas las formas de vida que se conocen. En el mundo no se conoce ni una forma de vida que pueda sobrevivir sin agua. No obstante muchas fuentes de agua se encuentran contaminadas por vía biológica, química o física.

En particular nuestro estudio se enfoca sobre la contaminación química del agua y sus repercusiones sobre la salud de la población de la zona de Cerro de Pasco. El enfoque mayor del estudio es el que concierne a los metales pesados como el plomo, el cadmio, el mercurio, el arsénico, el manganeso, el cobre, el zinc y otros, que tienen efectos tóxicos en la salud de los seres humanos cuando hay exposiciones agudas a altos niveles de los mismos o exposiciones crónicas a bajos niveles durante períodos prolongados de tiempo. Estas exposiciones pueden venir no solo por medio del agua si no también de manera indirecta; los metales pesados son sustancias que se desplazan a lo largo de la cadena trófica, es decir que si el agua tiene un determinado metal este puede pasar a las plantas, después si un animal consume esta planta, el metal se aloja en el tejido animal, si después el ser humano consume carne de este animal o un derivado (como la leche o los huevos) estos metales llegan al ser humano y se acumulan en sus tejidos, por ello los metales pesados son considerados como uno de los mayores problemas de contaminación a nivel mundial.

Derivado de esto, nuestro estudio se enfoca en el análisis de los metales pesados en los recursos hídricos de la zona y en el análisis de la presencia de metales pesados en la sangre de la población de la zona de Paragsha-Cerro de Pasco-Perú.

CAPITULO I

ÁREA DE ESTUDIO

Cuenca Alta del Río Huallaga.

Parámetros:

<i>Área</i>	:	625.50 km ²
<i>Perímetro</i>	:	121.50 Km
<i>Ancho Promedio</i>	:	5.144 Km.
<i>Factor de Forma</i>	:	1.00
<i>Coefficiente de compacidad</i>	:	1.370

Sistema de Drenaje:

<i>Río principal</i>	:	Huallaga
<i>Longitud del río principal</i>	:	27+100Km. (27.10Km)
<i>Longitud total de los ríos</i>	:	309.675 Km.
<i>Densidad de drenaje</i>	:	0.495 Km/Km ²
<i>Frecuencia de ríos</i>	:	0.129 Ríos/Km ²
<i>Extensión media de escurrimiento superficial</i>	:	5.77

Pendiente del Río:

La pendiente del río Huallaga es : $S = 30.037 \text{ m/Km}$ (INRENA; 2002).

Precipitación

Durante el año en la Estación PLU de la Victoria 2 se obtienen los siguientes datos en mm.

Cuadro No 01
Índice de Precipitaciones Mensuales

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mm	142	154	155	95	47	23	30	44	68	103	104	123

Fuente: INRENA 2002

Según datos estadísticos del INEI-1993 se tiene una población total, para la cuenca del Alto Huallaga, de 48.242 habitantes. De estos 35.466 (que corresponden al 73,5%) en áreas urbanas, y 12.776 (que corresponden al 26,5%) en áreas rurales. La densidad poblacional media es de 77 hab/km². Considerando que la tasa de crecimiento es una de las mas baja del país (0,3%, debido a la migración hacia Lima, Junín y Huanuco principalmente) la población en el 2010 se estima en 60.550 habitantes (INEI; 1993).

Geológicamente la Cuenca del Huallaga muestra diferentes grupos estructurales. Los sedimentos que fueron plegados principalmente por esfuerzos de compresión orientados en dirección Este–Oeste y que al aumentar el grado de plegamiento se haya formado un sistema de fracturas paralelos a los ejes de dichos pliegues. En general la cuenca del Huallaga se caracteriza por presentar pliegues orientados sensiblemente al Norte y cuyos planos axiales se inclinan al Este. Las estructuras mejor expuestas son: Un anticlinal en las calizas Pucará, que se observa a lo largo de varios kilómetros al Norte y Sur. Un sinclinal asimétrico en la formación Goyllar y varios pliegues subsidiarios en el flanco Este del Anticlinal (INRENA; 2002).

La parte alta de la cuenca por encontrarse en la Puna Cordillera y Valle Glaciario, la zona en su mayoría es eriaza, existiendo pastos naturales, pastos cultivados en menor escala, siembran también papa, pero esta cosecha no es segura por la caída de heladas y granizos que causan daño a este tubérculo. En el campo pecuario destaca la crianza de camélidos sudamericanos, ganado ovino y bovino. La parte baja (Chicrín) es de clima templado por estar en una quebrada cerrada, donde la vegetación es mayor, pudiéndose observar plantaciones de Eucalipto y cultivos (INRENA; 2002).

Sub cuenca del Río Tingo.

Parámetros:

<i>Área</i>	:	292.50 km ²
<i>Perímetro</i>	:	86+100 Km (86.10 Km)
<i>Ancho Promedio</i>	:	3.39 Km.
<i>Factor de Forma</i>	:	0.039
<i>Coefficiente de compacidad</i>	:	1.420

Sistema de Drenaje:

<i>Río principal</i>	:	Tingo
<i>Longitud del río principal</i>	:	37+100Km. (37.10 Km)
<i>Longitud total de los ríos</i> (127.175 Km)	:	127+175 Km.
<i>Densidad de drenaje</i>	:	0.434 Km/Km ²
<i>Frecuencia de ríos</i>	:	0.102 Ríos/Km ²
<i>Extensión media de escurrimiento superficial</i>	:	1.971 Km.

Pendiente del Río:

La pendiente del río Tingo es : $S = 35.95 \text{ m/Km}$ (INRENA; 2002).

Precipitación

En base a las observaciones registradas en la Estación de Cerro de Pasco, las mismas que son representativas para la sub cuenca, se observa que en los meses de precipitación serán los mismos en la cual la disponibilidad del vapor de agua es representativa, siendo la de mayor valor pluviométrico los meses de enero hasta el mes de abril inclusive. Desde mayo hasta julio, son los meses donde los niveles de precipitación no son significativos. Se observa una máxima precipitación en el mes de febrero con 433 mm, y una mínima precipitación en el mes de julio de 31 mm.

Asimismo se registró una máxima precipitación en 24 horas en los meses de enero y febrero con 30 mm, casi como todo el mes de julio (INRENA; 2002).

Según datos estadísticos del censo del INEI-1993 se tiene una población total, para la sub cuenca de 15.204 habitantes, con una densidad poblacional de 52 hab/km². La tasa de crecimiento media entre los años 1961 y 1993 es de 1,5%. Con la misma tasa se estima una población de 19,080 habitantes en el 2010 (INEI; 1993).

La parte alta de la sub cuenca del río Tingo por encontrarse en la Puna Cordillera y Valle Glaciario, la zona en su mayoría es eriaza, existiendo pastos naturales, pastos cultivados en menor escala, siembran papa, la cosecha no siempre es segura por la caída de heladas y granizos que causan daño a este tubérculo. En el campo pecuario destaca la crianza de camélidos sudamericanos y ganado ovino.

La parte baja (Pallanchacra) es de clima templado por estar en una quebrada cerrada, donde la vegetación es mayor pudiéndose observar plantaciones de eucalipto y cultivos como: papa, maíz en mayor escala y habas, oca y olluco en menor escala (INRENA; 2002).

Sub cuenca del Río San Juan, afluente del río Mantaro.

El río San Juan es el afluente principal de la cuenca del río Mantaro y nace de la unión de los ríos Rancas y Alcacocha en el lugar denominado Patancancha ubicado entre las coordenadas geográficas L.S.: 10°38'59" y L.W.: 76°20'04" a una altitud de 4,200 m.s.n.m. A lo largo de su recorrido cuenta con 17 afluentes principales que desembocan a el (INRENA; 2002).

Parámetros por el río Mantaro:

<i>Área</i>	:	8,441.19 km ²
<i>Perímetro</i>	:	378.90
<i>Ancho Promedio</i>	:	22.278 Km.
<i>Factor de Forma</i>	:	0.0587
<i>Coefficiente de compacidad</i>	:	1.16

Sistema de Drenaje del río Mantaro:

<i>Río principal</i>	:	Mantaro
<i>Longitud del río principal</i>	:	89.50 Km. (89.50 Km)
<i>Longitud total de los ríos</i>	:	1172.975 Km.
<i>Densidad de drenaje</i>	:	0.138 Km/Km ²
<i>Frecuencia de ríos</i>	:	0.0288 Ríos/Km ²
<i>Extensión media de escurrimiento superficial</i>	:	1.80 Km.

Pendiente del río Mantaro:

La pendiente del río Mantaro es : $S = 3.799 \text{ m/Km}$ (INRENA; 2002).

Precipitación

La precipitación pluvial que presenta en la cuenca del río Mantaro oscila entre 500 y 2,500 mm., Cabe mencionar que en la década de los años '80, entre 1981 y 1988. Se observa un ligero incremento en el monto de precipitaciones alcanzando su pico en 1981. Luego en la década de los años '90, se comienza a apreciar una baja en los montos registrados lo que se explica por la presencia de un período de sequía que terminó en 1988, año que coincide con el fenómeno de El Niño (INRENA; 2002).

Sistema de Riego del Río San Juan.

1. Canal de Riego Sacrafamilia.

Ubicación:

El canal de riego Sacrafamilia se encuentra ubicado en el Sector de Riego San Juan, Sub Sector Río Blanco, ubicado políticamente en el Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, Distrito de Simón Bolívar. Esta a cargo de un Comité provisional.

Infraestructura de riego:

Bocatoma Sacrafamilia.- La bocatoma se encuentra ubicado en el lugar denominado Jupayra, entre las coordenadas geográficas L.S.: 10°46'55.1" y L.W.: 76°18'56" a una altitud de 4,236 m.s.n.m. capta las aguas por la margen izquierda del río Blanco. Para derivar las aguas al canal cuenta con muros de concreto de $e=0.20$ y un barraje de Co ($L=2.84$, $h=1.80$, $e=3.50$). Ingresa por medio de un canal de concreto de Co ($b=1.00$, $h=1.81$, $e=0.20$) longitud $L=8.40$ m. tiene un aliviadero de Co ($L=3.00$, $h=0.52$, $e=0.20$).

Canal de derivación Sacrafamilia.- Tiene una longitud total de 2+308 Km. de los cuales de la progresiva 0+000 a la progresiva 1+123 Km. el canal es de concreto y de sección trapezoidal Co ($B=0.95$, $b=0.50$, $h=0.56$, $e=0.20$), para luego continuar con un canal rústico de tierra de la progresiva 1+123 a la progresiva 2+308 Km. con sección Ru ($b=2.80$, $h=1.50$). En la progresiva 0+502 Km. se encontró la Toma N° 01 tipo ventana de Co ($b=0.20$, $h=0.25$, $e=0.20$) con un canal de $L=6.00$ m. En la progresiva 0+621 se encontró la Toma N° 02 tipo ventana de Co ($b=0.20$, $h=0.15$, $e=0.20$), con un canal de $L=19.00$ m. En la progresiva 0+892 Km. se encuentra la Toma N° 03 tipo ventana de Co ($b=0.15$, $h=0.15$, $e=0.20$) con una longitud de canal de concreto de 15.00 m. A lo largo de su recorrido se encontró un puente peatonal de concreto en la progresiva 0+681 Km. de Co ($L=2.60$, $b=2.25$, $e=0.20$). De la progresiva 1+459 a la 1+481 Km. cuenta con un acueducto de Co ($L=22.00$, $b=1.40$, $e=0.20$)

2. Sistema de Riego San Pedro de Racco.

Ubicación:

Ubicado en el Sector de Riego San Juan, Sub Sector río Gashan, Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, Distrito de Simón Bolívar, Comunidad San Pedro de Racco. Este canal de riego sólo cuenta con una estructura de captación y un canal

de 0+015 Km. el resto se encuentra excavado y debido al abandono de los trabajos de hace más de 5 años esta excavación está desapareciendo en su totalidad.

Infraestructura de riego:

Bocatoma Casacancha Chico.- Se encuentra ubicado en el lugar denominado Casacancha Chico entre las coordenadas geográficas L.S.: 10°40'09" y L.W.: 76°27'38.5" a una altitud de 4394 m.s.n.m. La estructura capta las aguas por la margen derecha del río Gashan, La estructura de concreto armado cuenta con muros en ambas márgenes del río Gashan Co (L=12.60, h=2.80/1.20, e=0.60), cuenta con un barraje mixto compuesto por una compuerta tipo ARMCO de Fe (b=0.70, h=1.80, hm=2.80) y un barraje fijo de Co(L=4.00, h=0.95, e=2.20) tipo arco. Para poder captar las aguas se realiza por medio de una ventana ubicada en la margen derecha de Co(L=1.08, h=0.45) ubicada a 0.50 cm. Del nivel del piso, esta ventana cuenta con una rejilla de fierro corrugado de $\varnothing=1/2''$. Luego ingresa a un desarenador de Co(L=6.50, b=1.08, h=0.80, e=0.20) que cuenta con su respectiva compuerta de limpia tipo ARMCO de Fe(b=0.85, h=0.30, hm=1.40).

Canal de Derivación San Pedro de Racco.- este canal tiene una longitud de 0+015 Km. es de concreto y sección rectangular Co(b=0.50, h=0.80, e=0.10).

3. Sistema de Riego Tambillo.

Ubicación:

Ubicado en el Sector de Riego San Juan, Sub Sector río Huachipanga, Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, Distrito de Simón Bolívar, comunidad de Quiulacocha. No cuenta con comité de regantes, lo administra la Cooperativa de Quiulacocha.

Infraestructura de riego:

Bocatoma Tambillo.- Se encuentra ubicado en el lugar denominado Antagasha entre las coordenadas geográficas L.S.: 10°43'28.1" y L.W.: 76°22'55.3" a una altitud de 4,281 m.s.n.m. No cuenta con estructura alguna, las aguas la captan por la margen izquierda del río Huachipanga usando tranqueras de piedras y champa.

Canal de Derivación Tambillo.- este canal tiene una longitud de 4+796 Km. es en su totalidad rústico de tierra con una sección aproximada de Ru(b=0.60, h=0.40). A lo largo de su recorrido se encontró 09 tomas de captación todas de las mismas características de tierra Ru(b=0.50, h=0.30) ubicadas en la margen derecha del canal principal y en las progresivas 0+118, 0+253, 1+184, 1+760, 2+017, 2+252, 2+556, 3+698, 3+999, 4+498 Km. respectivamente. El canal finaliza en el río Quicay.

4. Sistema de Riego Pacoyán.

Ubicación:

Ubicado en el sector de Riego San Juan, Sub Sector Pacoyán, Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, Distrito de Simón Bolívar. Este canal anteriormente era usado con fines energéticos pero hace aproximadamente un año fue rehabilitado por los pobladores de la localidad de Pacoyán y sus anexos con fines de riego, actualmente no cuenta con un comité ni comisión de regantes debidamente conformado.

Infraestructura de riego:

Bocatoma Tunshupayco.- Se encuentra ubicado en la laguna Tunshupayco alimentada por la laguna Carpacancha. La captación se encuentra entre las coordenadas geográficas L.S.: 10°41'25" y L.W.: 76°28'32" a una altitud de 4,492 m.s.n.m. Cuenta con una estructura de concreto de L=4.00, h=1.00, e=0.30.

Canal de Derivación Pacoyán.- este canal tiene una longitud de 12+303 Km. de la progresiva 0+000 a la progresiva 10+679 Km. el canal es rústico. En la progresiva 10+679 Km. el canal cuenta con un desarenador. En la progresiva 11+015 Km. se ubica una cámara rompepresiones. De la progresiva 11+136 a la progresiva 12+164 Km. el canal es rústico. En la progresiva 12+175 se ubica un reservorio de Co(L=11.00, b=11.00, h=1.50, e=0.25), de la progresiva 12+175 a la progresiva 12+303 el canal está conformado por dos tuberías de Co Ø=10", al final de ella se ubica un desarenador con su cámara de carga que anteriormente era usada con fines energéticos.

Laguna Quiulacocha.

Es una laguna de relave que tiene una superficie de 114 hectáreas. Se localiza a 4,340 metros de altitud en un clima de puna tropical con aproximadamente 1025 mm de lluvia cada año.

La laguna esta casi totalmente rellena por aproximadamente 26,400,000.00 m³ de rocas de desecho que cubren 94 has y contiene cerca del 60% de pirita. En la laguna se reconocen dos tipos de relaves: los relaves ricos en zinc y plomo y los relaves ricos en cobre (Wade C. *et al.* 2006).

Laguna Yanamate.

La laguna de Yanamate esta ubicada a una altura de 4,340 m.s.n.m.. Así como la laguna de Quiulacocha ha sido utilizada como depósito de relaves, tiene una superficie de 180 has.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Análisis del Agua.

Se han recolectado muestras de agua, en cinco oportunidades. Una toma cada diez días entre enero y febrero del 2009. Los valores de temperatura, pH y conductividad eléctrica se han analizado in situ con el soporte de un termómetro, un pHmetro y un conductímetro.

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 otra muestra se ha mineralizado con ácido nítrico hasta $\text{pH} < 2$ para el análisis de los metales: aluminio, cobre, hierro, manganeso y zinc.

Los análisis se han efectuado con un espectrofotómetro en UV/VIS monorayo. La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene cantidad desconocida de soluto, y otra que contiene cantidad conocida de la misma sustancia. La absorción de las radiaciones ultravioletas, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química. Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida. El color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbidas. La espectrofotometría es la técnica mas utilizada y mas precisa para detectar sustancias en líquidos, sean estos agua, sangre, orina u otros.

También se ha tomado muestras el 19 de enero (incluido la muestra mineralizada con ácido nítrico hasta $\text{pH} < 2$) para enviarla al laboratorio del departamento de química inorgánica y analítica de la universidad de Palermo, en Italia, (Director de los análisis Lic. Santino Orecchio). Los análisis con espectrofotómetro en absorción atómica, una técnica basada en la atomización de los metales presentes en el agua

y la medición de estos por parte de un censor. Esta técnica es la que nos da una precisión máxima entre las técnicas conocidas.

Figura No 01
Puntos de Muestreo



Se ha analizado el agua de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, de igual modo, de la red pública de consumo para la ciudad de Cerro de Pasco. Además se han hecho análisis del agua que sale desde la empresa VOLCAN en el Centro Poblado de Paragsha.

Los puntos de muestreo son tres por cada río, como se muestra en la Figura 1: Puntos de muestreo.

Tendencialmente los tres puntos son ubicados: uno en la parte alta de la cuenca, uno en la parte mediana y uno en la parte baja. A excepción del río San Juan en donde se han tomado muestras en cuatro puntos, tres de ellos muy cerca entre sí; en gran parte de su recorrido se encuentran poblaciones, además esta la confluencia con el riachuelo creado por los desagües de la empresa Volcan. El río San Juan recepciona aguas de la mina AUREX y los desechos hídricos domésticos de la ciudad de Cerro de Pasco, por esta razón, los puntos determinados para la muestra son bastante cercanos entre ellos, de esa manera podemos evaluar eventuales variaciones de contaminación en una zona con presencia poblacional y actividad industrial.

Análisis de Sangre.

Se han tomado 41 muestras de sangre a pobladores de Paragsha, en su mayoría niños(as). Dichas muestras han sido enviada al laboratorio de la Escuela Medica de la Universidad de Pisa, en Italia (responsable análisis: Lic. Ángelo Campo) donde ha sido analizada la presencia de metales con un espectrofotómetro en absorción atómica.

Las muestras han sido tomadas el 16 de febrero en el Puesto de Salud del Centro Poblado de Paragsha, correspondiente al CLAS Rancas, se contó con la colaboración de los responsables del Puesto de Salud, la alcaldía del Centro Poblado de Paragsha y la alcaldía distrital de Simón Bolívar. Cabe mencionar que se cuenta con la Constancia de Aprobación del Protocolo para realizar el análisis tanto de agua y sangre, dado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Salud – Ministerio de Salud (Anexo N° 01).

Cada persona ha leído, firmado y marcado con su huella digital una hoja de Consentimiento Informado sobre el estudio. A los menores de edad se ha entregado dos hojas de consentimiento informado, uno para el niño(a) y otro para el padre/tutor. A las personas analfabetas se les ha leído la hoja, luego han marcado con su huella digital en señal de conformidad.

A cada persona se le ha tomado dos muestras:

1. 10 ml. de sangre en un tubo estéril con litio-eparina para las análisis de los valores hemáticos y plasmáticos.
2. 10 ml. de sangre en un tubo estéril. Esta muestra se ha centrifugado para obtener cerca 4-5 ml. de suero, para depositarlo en otro tubo estéril para las análisis de los valores séricos.

En la toma de muestras de sangre participaron:

Licenciado, Bianchini, Flaviano: Responsable del Estudio.

Médico Cirujano, Montes Córdova, Rubén Antonio: Responsable del Puesto de Salud.

Licenciado en Enfermería, Matos Aliaga, Miriam Aurelia

Licenciado en Enfermería, Caparachin Silvestre, Yolanda Yovana

Licenciado en Enfermería, Moscoso García, Darwin Juan

Enfermera Técnica, v García Ríos, Jerson Michael

Enfermera Técnica, Zegama Carhuamaca, Solanch Katya

Parámetros de Ley.

Como referencia se han tomado en consideración los parámetros de la Organización Mundial por la Salud (OMS) sobre las aguas de consumo humano expresada en la guía “Guidelines for drinking water quality. Third edition incorporating first addendum; 2006”.

Cuadro No 02

Parámetro por elemento	Limite Guía OMS
pH	6,5 – 9,5
Sulfatos totales	250 mg./l
Bromo total	0,01 mg/l(*)
Aluminio total	0,2 mg./l
Hierro total	1 – 3 mg./l(**)
Manganeso total	0,4 mg./l
Cobre total	2 mg/l
Zinc total	3 mg/l

* Límite provisorio debido a la no estandarización de los tipos de análisis.

** En 1983 se había puesto como límite el valor de 0,3 mg/l. La última guía la OMS todavía sostiene que aguas con contenidos de hierro entre 1 y 3 mg/l pueden ser consideradas potables para seres humanos en buena salud.

CAPITULO III

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Cuenca Alta del Río Huallaga.

Figura No 02



Puntos de Muestreo de la Cuenca Alta de Río Huallaga

En la alta cuenca del río Huallaga se encuentra el proyecto minero Atacocha. También se encuentran dos salidas de aguas desde dos túneles artificiales construidos por las diferentes empresas mineras que han desarrollado sus actividades en la zona a lo largo del tiempo. La posición de estas infraestructuras la podemos observar en la imagen así como de los puntos de muestreo cuyos resultados esta en las tablas de la sección de los resultados.

pH

En todo lo largo del río se encuentra un pH bastante alto, con mucha probabilidad esto es debido a la presencia de rocas ígneas ultramáficas (Ballhaus & Glikson; 1995).

Cobre.

Además encontramos presencia de altos niveles de **cobre**, es característica de las rocas ígneas ultramáficas. Estas rocas se caracterizan por tener altos niveles de metales del complejo platino-níquel de que el cobre hace parte (Leshner *et al.* 1984; Korobeinikov *et al.* 1998).

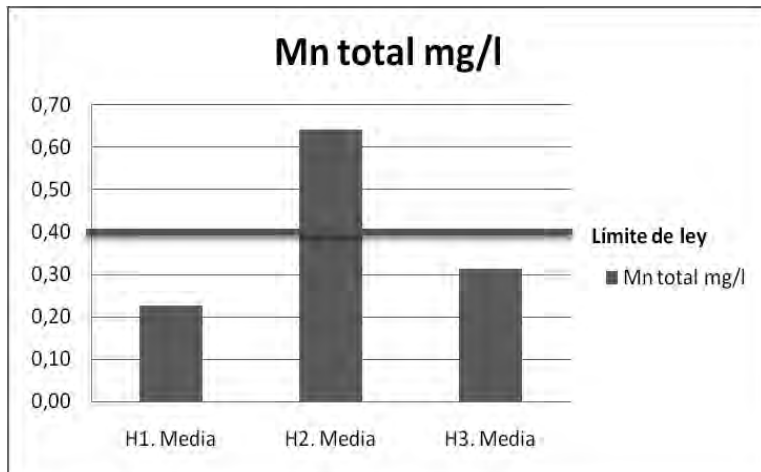
Aluminio.

Se encontró presencia de aluminio por encima de los límites de ley solo en una ocasión en el punto de muestreo Huallaga 3 en el día 19 de enero.

Manganeso.

Se encuentra por arriba del límite de la OMS en cuatro casos sobre cinco (representa el 80%) en el punto Huallaga 2, y dos veces (40%) en el punto Huallaga 3. Este valor puede ser debido a la presencia de este mineral en las aguas que salen de los dos túneles o a los movimientos de rocas y al procesamiento de rocas hechas por el proyecto minero Atacocha.

El **manganeso** tiene una presencia variable, en la parte alta el valor promedio es de 0,23 mg/l; en la parte mediana, después del proyecto minero de Atacocha el valor promedio es de 0,64 mg/l que sobrepasa una vez y medio el límite de la OMS. En la parte baja este valor vuelve por debajo de dicho límite probablemente a causa de la dilución provocada por la afluencia de aguas limpias de otros lados.



Bromo.

Se encuentra en buena cantidad en la parte alta del río, en el punto Huallaga 1. Esto es debido, con mucha probabilidad al lavado de ropa que muchas mujeres efectúan en esta zona. Muchos detergentes para ropa contienen bromo y esta puede ser la causa de la alta concentración de bromo en la parte alta del río Huallaga (punto Huallaga 1).

Hierro y Zinc.

Se mantienen siempre en valores bastante bajos y siempre por debajo de los límites impuestos por la OMS.

Por otro lado es necesario mencionar que el promedio del **pH** y el **cobre** se mantienen por encima de los límites de la OMS a lo largo de todo el río. Como se ha mencionado esto es debido a la particularidad de las rocas de la zona y, con mucha probabilidad es debido a causas naturales.

Resultado análisis en UV/VIS

Cuadro N° 03

Resultado análisis en UV/VIS – Cuenca Alta del Río Huallaga

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. µS/cm	HCN mg/l	SO4— mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Huallaga 1. Río Alto	09/01/2009	10,10	8,50	320,00	11,00	78,30	0,04	0,17	0,09	0,12	2,43	0,01
Huallaga, Paríamarca	19/01/2009	10,50	9,90	180,00	6,00	10,60	0,08	0,54	0,02	0,34	2,73	0,02
S10° 38' 59.4"	29/01/2009	11,20	9,00	420,00	8,00	85,40	0,08	0,01	0,32	0,18	3,22	0,01
W076° 09' 24.9"	06/02/2009	9,80	10,90	410,00	7,00	87,50	0,02	0,76	0,01	0,28	2,89	0,03
3780 msnm	17/02/2009	9,50	11,10	320,00	11,00	60,00	0,05	0,31	0,33	0,21	3,10	0,06
Huallaga 2.Río	09/01/2009	12,10	8,70	440,00	10,00	113,10	0,06	0,28	0,15	0,40	3,46	0,87
Huallaga, Comunidad Malauchaca	19/01/2009	11,40	9,90	320,00	13,00	62,80	0,17	1,15	0,08	1,63	2,62	1,12
S10° 33' 22.5"	29/01/2009	12,10	10,50	480,00	6,00	87,90	0,18	0,14	0,06	0,21	2,02	0,94
W076° 11' 34.7"	06/02/2009	10,50	10,80	390,00	9,00	90,30	0,09	1,02	0,07	0,47	4,18	1,63
3458 msnm	17/02/2009	10,80	10,80	390,00	9,00	72,20	0,02	0,41	0,05	0,50	2,09	1,55
Huallaga 3. Río Huallaga, antes de Comunidad Salcachupan	09/01/2009	14,50	9,80	280,00	10,00	59,30	0,13	0,46	0,04	0,21	2,61	1,31
19/01/2009		14,20	10,10	190,00	11,00	41,90	0,31	1,57	0,06	0,58	2,86	1,43
S10° 23' 27.2"	29/01/2009	13,70	10,30	280,00	3,00	48,80	0,15	0,29	0,01	0,04	1,55	1,88
W076° 12' 34.0"	06/02/2009	12,80	11,10	250,00	5,00	57,90	0,10	0,91	0,02	0,31	3,07	1,67
2807 msnm	17/02/2009	13,20	11,70	280,00	10,00	63,00	0,11	0,31	0,02	0,42	2,46	2,01

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 04

Promedio del resultado análisis en UV/VIS, por punto de muestreo – Cuenca Alta del Río Huallaga

Punto	T °C	pH	Cond. $\mu\text{S}/\text{cm}^*$	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Huallaga 1. Media	10,22	9,88	330,00	8,60	64,36	0,05	0,36	0,15	0,23	2,87	0,03
Huallaga 2. Media	11,38	10,14	404,00	9,40	85,26	0,10	0,60	0,08	0,64	2,87	1,22
Huallaga 3. Media	13,68	10,60	256,00	7,80	54,18	0,16	0,71	0,03	0,31	2,51	1,66

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 05

Resultado análisis en UV/VIS – Cuenca Alta del Río Huallaga comparado con los Parámetros de la OMS

Parámetros	Huallaga 1. Río Alto Huallaga, Pariamarca	Huallaga 2. Río Huallaga, Comunidad Malauchaca	Huallaga 3. Río Huallaga, antes de Comunidad Salcachupan	Límite Guía OMS
pH	9,88	10,14	10,60	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	64,36	85,26	54,18	250 mg/l
Bromo Total	0,15	0,08	0,03	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	0,05	0,10	0,16	0,2 mg/l
Hierro Total	0,36	0,60	0,71	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	0,23	0,64	0,31	0,4 mg/l
Cobre total	2,87	2,87	2,51	2 mg/l
Zinc Total	0,03	1,22	1,66	3 mg/l

(*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan.

Elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Sub Cuenca del Río Tingo.

Figura No 03

Puntos de Muestreo de la Sub Cuenca del Río Tingo



En la naciente de la sub cuenca del río Tingo se encuentran 49.37 hectáreas de desmonte y botadero de Rumiallana de la Empresa Minera Volcan (Plan de Desarrollo Urbano Cerro de Pasco, 2008).

Según el informe preliminar de la Investigación Hidrogeológica de la Mina Subterránea Superficiales de la Unidad de Cerro de Pasco, elaborado por GWI para la Empresa Volcan, (octubre 2006), dice que “*el Botadero Rumiallana cubre un área de aproximadamente 41 ha, y se estima que posee un excedente de aproximadamente 133,000m³. Se estima que aproximadamente el 70% o 93,000 m³ de este volumen se filtra en el botadero, mientras que el 30% restante es descargado en forma de escorrentía. Se estima que el 28% del exceso de volumen, equivalente a 56,000 m³ o 1.8 l/s, descarga desde el pie del botadero y es capturado por los drenes de derivación.*

Se estima que el 42% restante del excedente, equivale a cerca de 37,000m³ o 1.2 l/s, se filtra en la formación infraadyacente, la cuál está conformada por suelo, aglomerado, monzonita, filita y caliza. Esta infiltración reporta a dos cuencas: río Tingo al norte y río San Juan al sur ...”, “Se estima que los 11,000 m³ o 0.4 l/s restantes se dirigen a la cuenca del Río Tingo hacia el norte. Una parte importante de esta filtración es probablemente capturada en la red de drenajes que se extiende a través del valle, a unos 50 m al norte del borde del botadero. Esta red de drenaje recolecta hasta 0.5 l/s en una poza no impermeabilizada al lado este del valle. El agua de esta poza es bombeada hacia las instalaciones de tratamiento, ubicadas también al lado este del valle. El pozo de monitoreo Rumiallana (409) ubicado a 500 m al norte de la red de drenaje, no muestra indicios contaminación, pero si un elevado contenido de zinc y cobre. Por esta razón se considera que el agua subterránea poco profunda no ha sido significativamente afectada a la fecha por esta filtración.

El Botadero Rumiallana sigue activo, por lo que el balance hídrico cambiara con la presencia del stockpile”.

pH.

El desmonte se encuentra en la parte alta de la sub cuenca, justo arriba de la naciente del río, en esta misma zona se acumula la basura no reciclable de toda la ciudad de Cerro de Pasco. En los resultados de los análisis destaca otra vez el pH muy alto en toda la zona. En este caso la presencia de rocas ígneas ultramáficas parece ser el principal responsable, aunque la presencia de muchas rocas finamente trituradas favorece el deslave y, por consiguiente, la solubilización de los elementos típicos de

estas rocas que hacen subir el valor de pH y que también favorecen la solubilización de muchos metales.

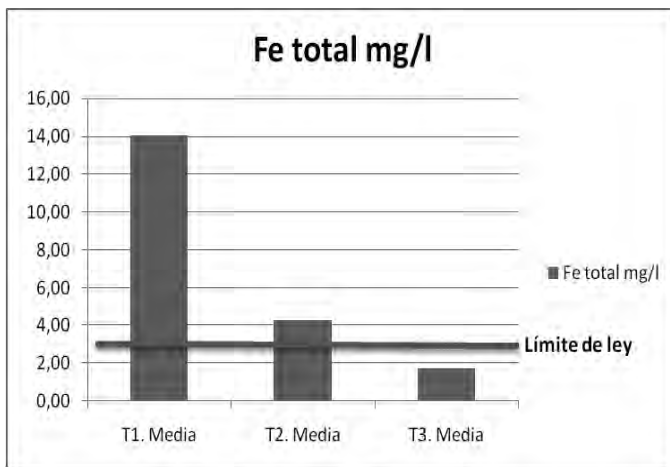
Temperatura.

Es un parámetro muy interesante. El punto Tingo 1 esta aproximadamente a 800 metros mas alto del punto Tingo 3, la temperatura tendería ser mas baja en el punto Tingo 1 que en el punto Tingo 2, pero la temperatura en el punto Tingo 1 es 1,38 °C mas alta. Esta diferencia puede ser debida a la acción de unas bacterias solforiductores (Jong *et al.* 2006).

La conductividad eléctrica.

Es muy alta en el punto Tingo 1 que se encuentra justo debajo del desmonte y botadero de Rumiallana y después baja en manera casi lineal a lo largo del río hasta tener el valor promedio de 263 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto Tingo 3.

Al igual que la conductividad, los **sulfatos totales** se encuentran en alta concentración (728,68 mg/l el valor promedio) en el punto Tingo 1 para bajar a valores mas contenidos en el punto Tingo 3 (22,20 mg/l el valor promedio).



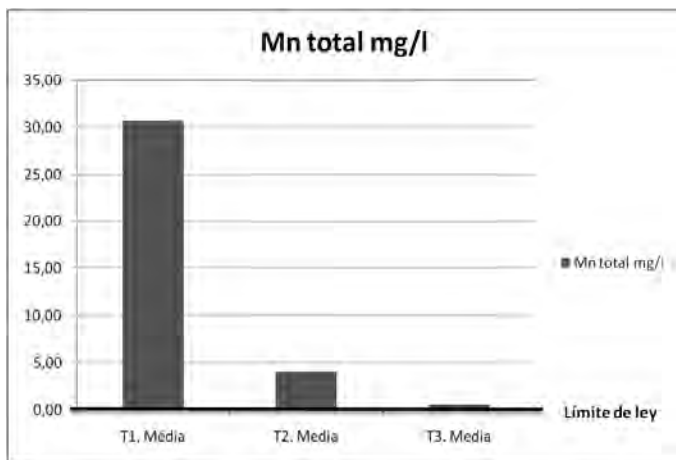
Hierro Total.

Sigue una tendencia decreciente entre el punto Tingo 1 hasta el punto Tingo 3. En el punto Tingo 1 el valor promedio es de 14,03 mg/l (casi cinco veces el límite de ley) con un máximo de 16,60 mg/l el día 17 de febrero. En el punto Tingo 2 el valor promedio es de 4,30 mg/l, superior al valor recomendado por la OMS y con

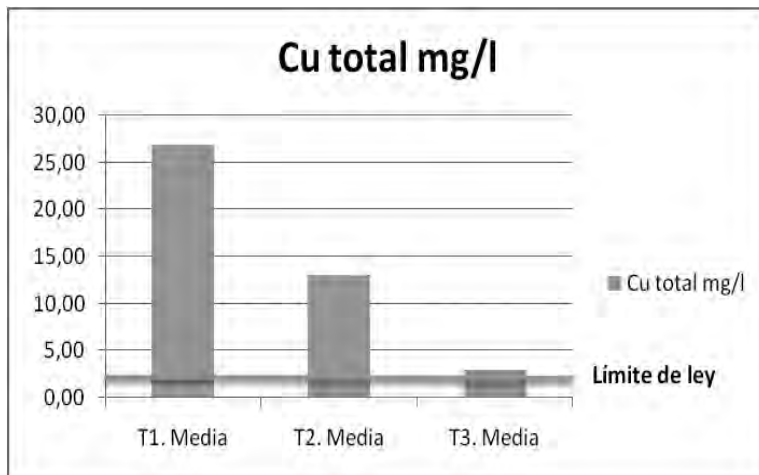
un máximo de 7,33 (más del doble del parámetro OMS) el día 6 de febrero. En el punto Tingo 3 el valor promedio es de 1,72 mg/l y el valor sobrepasa el límite de ley solo una vez en el día 6 de febrero cuando alcanza el valor de 5,20 mg/l. Esta disminución en la concentración del hierro es seguramente debido a la dilución aportada por las aguas de los afluentes del río Tingo que no resienten la presencia de los desmontes y botadero de Rumiallana de la empresa VOLCAN situadas en la parte alta de la subcuenca, justo en la naciente del río Tingo.

Manganeso.

Es el elemento más abundante a lo largo de todo el río. En la parte alta presenta presencia bastante variable, pero siempre en concentraciones elevadas. Se va desde los 12,32 mg/l (casi 31 veces el límite de la OMS) del día 9 de enero a los 52,30 mg/l (mas de 130 veces el límite de la OMS) del día 29 del mismo mes. El promedio del manganeso es de 30,70 mg/l que es 76,75 veces mas alto del valor considerado permisible por la OMS.



En el punto Tingo 2 los valores varían entre 2,77 mg/l y 6,70 mg/l con un promedio de 4,10 mg/l que es más de diez veces el límite de 0,40 propuesto por la OMS. Aquí, como en el caso del hierro y de las otras sustancias el valor disminuye con la bajada del río, pero en el punto Tingo 3, ubicado arriba de la comunidad de Chauyar, a más de 26 Km de distancia desde el desmonte y botadero de Rumiallana de la empresa VOLCAN, este metal mantiene una concentración siempre por arriba del límite de ley y con una media de 0,59 mg/l, una vez y medio el límite de la OMS.



Cobre.

En este caso pasa lo mismo que en los casos del hierro y del manganeso. En la parte alta la concentración del cobre es muy alta, con valores entre 10,51 mg/l y 40,72 mg/l con un valor promedio de 26,88 mg/l, mas de 13 veces el límite de ley. En el punto Tingo 2 la concentración es mas baja pero todavía con un valor promedio de 13,06 mg/l, seis veces y medio el límite de la OMS. Gracias a la dilución de las otras fuentes de agua del valle en el punto Tingo 3 el cobre tiene una concentración mas baja pero alto en comparación al límite establecido por la OMS. Aquí la concentración promedia del cobre es de 2,98 mg/l, cuando la OMS recomienda valores de concentración por debajo de 2 mg/l.

Cuadro N° 06
Resultado análisis en UV/VIS – Sub Cuenca del Río Tingo

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. μ S/cm	HCN mg/l	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Tingo 1. Río Tingo, bajo rocas de desecho	09/01/2009	14,50	9,10	1180,00	13,00	498,60	0,10	13,56	0,25	12,32	19,06	12,43
S10° 39' 07.3"	19/01/2009	13,20	8,50	1480,00	13,00	1083,10	0,45	10,63	0,05	19,23	10,51	11,12
W076° 15' 46.7"	29/01/2009	15,00	9,70	1850,00	7,00	858,00	0,21	13,47	0,23	52,30	31,50	10,40
4203 msnm	06/02/2009	13,50	10,60	1110,00	5,00	672,60	0,69	15,91	0,02	27,21	40,72	12,30
Tingo 2. Río Tingo "El Pilar"	17/02/2009	11,70	11,30	1020,00	9,00	531,10	0,20	16,60	0,06	42,43	32,61	9,87
S10° 38' 04.4"	09/01/2009	11,80	9,80	360,00	11,00	139,10	0,07	3,35	0,14	2,77	12,74	3,02
W076° 15' 54.7"	19/01/2009	11,40	8,80	420,00	9,00	232,30	0,03	3,67	0,01	3,87	9,18	2,88
4075 msnm	29/01/2009	12,40	10,20	490,00	4,00	209,00	0,07	4,20	0,02	6,70	17,80	3,12
Tingo 3. Río Tingo, Comunidad Chauyay	06/02/2009	12,50	10,10	390,00	9,00	181,10	0,02	7,33	0,12	2,96	17,38	4,03
S10° 29' 29.2"	17/02/2009	10,90	10,90	380,00	8,00	150,90	0,02	2,97	0,25	4,18	8,21	2,97
W076° 12' 53.3"	09/01/2009	12,40	9,20	275,00	11,00	13,10	0,07	0,39	0,23	0,46	2,78	0,34
3472 msnm	19/01/2009	12,10	10,00	230,00	8,00	14,90	0,08	1,12	0,01	0,48	2,24	1,05
	29/01/2009	12,20	10,40	290,00	5,00	46,20	0,09	1,01	0,01	0,43	3,26	0,66
	06/02/2009	12,20	9,60	280,00	8,00	19,00	0,01	5,20	0,19	1,06	3,95	1,34
	17/02/2009	12,10	10,10	240,00	9,00	17,80	0,01	0,87	0,08	0,53	2,66	0,88

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 07

Promedio del resultado análisis de UV/VIS, por punto de muestreo – Sub Cuenca del Río Tingo

Punto	T °C	pH	Cond. µS/ cm*	HCN mg/l**	SO4— mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Tingo 1. Media	13,58	9,84	1328,00	9,40	728,68	0,33	14,03	0,12	30,70	26,88	11,22
Tingo 2. Media	11,80	9,96	408,00	8,20	182,48	0,04	4,30	0,11	4,10	13,06	3,20
Tingo 3. Media	12,20	9,86	263,00	8,20	22,20	0,05	1,72	0,10	0,59	2,98	0,85

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia.

Cuadro N° 08

Resultado análisis en UV/VIS – Sub Cuenca del Río Tingo comparado con los Parámetros de la OMS

Parámetros	Tingo 1. Río Tingo, bajo rocas de desecho	Tingo 2. Río Tingo "El Pilar"	Tingo 3. Río Tingo, Comunidad Chauyar	Límite Guía OMS
pH	9,84	9,96	9,86	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	728,68	182,48	22,20	250 mg/l
Bromo Total	0,12	0,11	0,10	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	0,33	0,04	0,05	0,2 mg/l
Hierro Total	14,03	4,30	1,72	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	30,70	4,10	0,59	0,4 mg/l
Cobre total	26,88	13,06	2,98	2 mg/l
Zinc Total	11,22	3,20	0,85	3 mg/l

(*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Sub Cuenca del Río San Juan.

Figura No 04
Puntos de Muestreo de la Sub Cuenca del Río San Juan



Los riachuelos proveniente de las labores mineras de la empresa minera VOLCAN y de la empresa minera AUREX, que confluyen en el riachuelo del punto de muestras San Juan 2, se van directamente al río San Juan, cien metros arriba del punto de muestras San Juan 3.

El punto de muestras San Juan 1, esta ubicado en el puente de Yurajhuanca, a pocos metros de la represa que garantiza el agua a toda la ciudad de Cerro de Pasco.

El punto de muestras San Juan 4 es lejos de los otros tres y es en el punto en que el río San Juan entra en el lago Junín, a más de 30 Km del ingreso del riachuelo de agua de minas en el río.

Figura No 05
Recorrido de la Sub Cuenca del Río San Juan

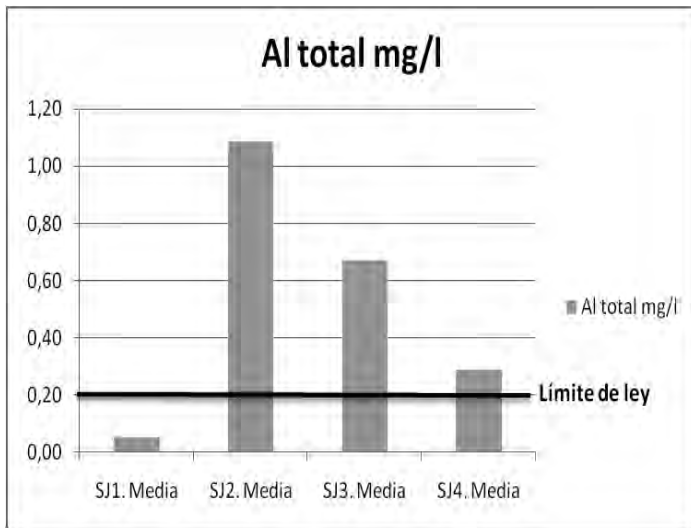


pH.

Es alcalino en todo el río y sus valores son comprendidos entre 8,10 y 10,20. La temperatura tiene su máximo en el riachuelo de agua de minas y las aguas después de la confluencia con este son más calientes que las anteriores.

Lo mismo se presenta en la conductividad, por los sulfatos y para los demás valores.

El riachuelo de agua de mina es el que mas afecta a las aguas del río San Juan. En este riachuelo confluyen los desagües de la ciudad de Cerro de Pasco, las aguas de mina de la empresa minera VOLCAN y las aguas de mina de la empresa minera AUREX.

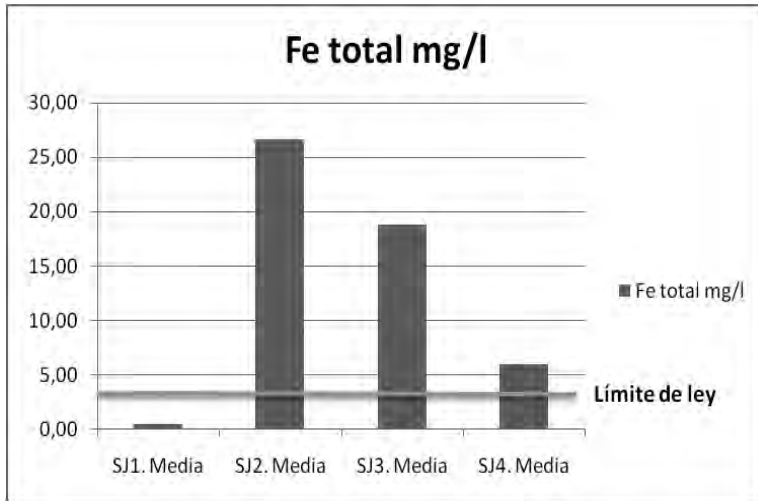


La influencia de este riachuelo se mide en las aguas del río San Juan hasta su confluencia en el lago Junín y en el lago mismo (INRENA; 2000).

Aluminio.

En el punto San Juan 1 el **aluminio** se encuentra en valores debajo de los 0,09 mg/l, con un promedio de 0,05 mg/l. En el riachuelo de agua de mina el aluminio presenta valores entre 0,62 mg/l y 1,40 mg/l, con una media de 1,09 mg/l que es 5.5 veces más que el límite de la OMS.

Esta concentración baja a 0,67 mg/l en el punto San Juan 3 por la dilución aportada por las aguas limpias del río San Juan. De allí baja hasta tener el valor medio de 0,29 mg/l, en el punto San Juan 4 que se encuentra más de 30 Km aguas abajo, pero sigue siendo arriba de los estándares de la OMS.

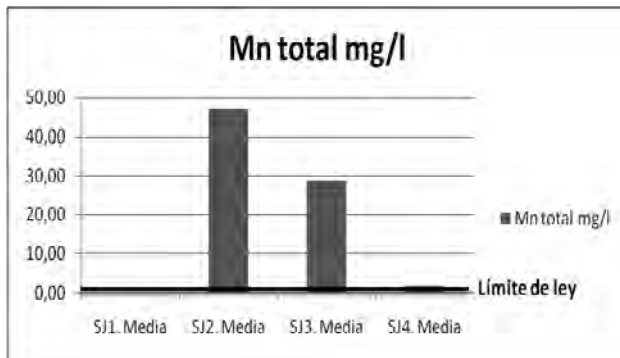


Hierro.

En el caso del **hierro** pasa algo muy parecido al caso del aluminio. En el punto San Juan 1 ubicado en el puente de Yurajhuanca, se encuentra una concentración baja de hierro que nunca pasa de 1,21 mg/l y que tiene un promedio de 0,47 mg/l, por debajo del límite de la OMS.

En el riachuelo de agua de mina el hierro alcanza la concentración de 37,20 mg/l el día 9 de enero y tiene un promedio de 26,66 a lo largo de las cinco tomas de muestras. De allí baja hasta la media de 18,82 mg/l en el punto San Juan 3 y hasta la media de 6,00 mg/l en el punto San Juan 4. Este último valor sigue siendo el doble del límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

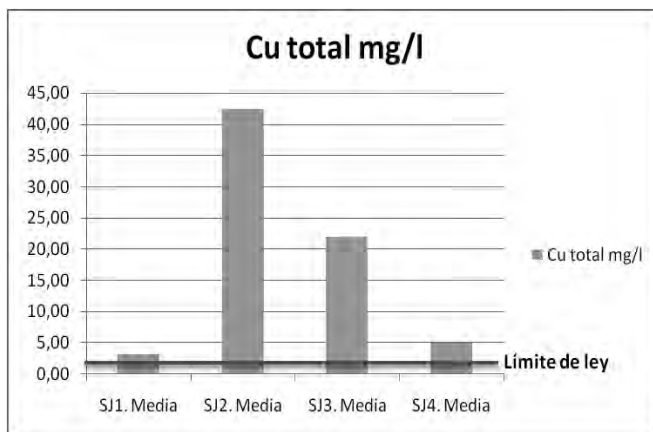
Al igual que en el río Tingo, el manganeso se presenta en cantidades significativamente abundante. En el punto San Juan 1 la concentración es baja, nunca sobrepasa de 0,27 mg/l y tiene una media de 0,09 mg/l. Pero en el riachuelo de agua de mina su concentración alcanza los 46,96 mg/l que significa 117,4 veces el límite de ley. El día 9 de enero el manganeso alcanzó la concentración de 70,31 mg/l, casi 176 veces el límite de la OMS.



Manganeso

Así como el aluminio y hierro, su concentración disminuye cuando se encuentra con las aguas limpias del río San Juan. En el punto San Juan 2 su concentración media es de 28,82 mg/l, más de 72 veces el límite permitido.

Cuando las aguas del río San Juan alcanzan el lago Junín la concentración del manganeso ha disminuido todavía pero su valor sigue entre 0,58 mg/l y 2,49 mg/l (mas de seis veces el limite) con un promedio de 1,76 mg/l; valor tres veces y medio más del límite establecido por la OMS.



Cobre

El caso del cobre es muy parecido a los demás metales descritos, disminuye cuando se encuentra con las aguas limpias del río San Juan. Cabe resaltar que a diferencia de los otros metales, este desde el inicio está por encima del límite de la OMS ya en

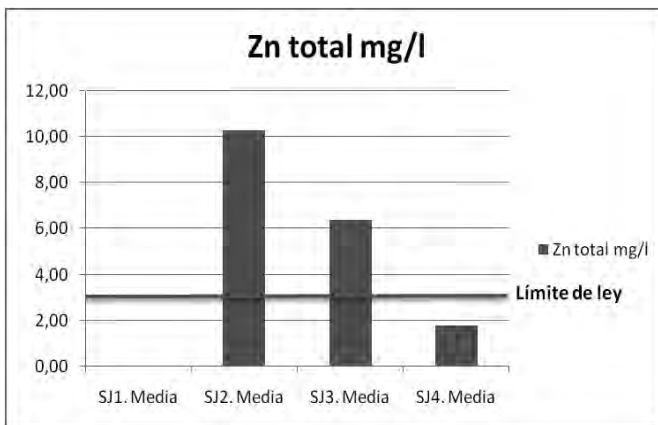
el punto San Juan 1. Esto probablemente es debido a la alta presencia de este mineral en las rocas ígneas ultramáficas presentes en toda la zona y a las aguas de mina.

El valor en el punto San Juan 1 es de 3,20 mg/l promedio, en el riachuelo de agua de mina este valor llega a un promedio de 42,38 mg/l; 21 veces más del límite de la OMS y más de 13 veces la concentración del punto San Juan 1.

Así como por los otros metales analizados en el punto San Juan 3 las aguas limpias del río San Juan hacen bajar la concentración al valor promedio de 21,97 mg/l. Aunque en este caso hay concentraciones demás desde el punto San Juan 1 su concentración es tal de permitir una dilución leve en el punto San Juan 3. En el punto San Juan 4, más de 30 Km aguas abajo, el valor del cobre varía entre 2,42 mg/l y 7,68 mg/l. El valor promedio es de 5,01 mg/l, dos veces y medio el límite de la OMS y casi el doble del valor del mismo cobre en el punto San Juan 1.

Zinc

El zinc se comporta igual que los otros metales. En el punto San Juan 1 su concentración es muy baja con un promedio de 0,02 mg/l. En el riachuelo de agua de mina su concentración llega a picos de 12,93 mg/l (más de cuatro veces el límite) con un promedio de 10,28 mg/l.



En el punto San Juan 3 la dilución con las aguas limpias del río San Juan hace bajar este valor a un promedio de 6,38 mg/l; que es más del doble del límite de la OMS.

En el punto San Juan 4 el valor del zinc nunca sobrepasa el límite de la OMS y también el valor promedio, 1,78 mg/l esta por debajo del límite de la OMS, pero aún es 89 veces más alto que el valor promedio del punto San Juan 1.

Cuadro N° 09
Resultado análisis en UV/VIS – Sub Cuenca del Río San Juan

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. μ S/ cm ²	HCN mg/l ^{**}	SO4— mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l ^{***}	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
San Juan 1. Río San Juan, puente de Yurajhuanca	09/01/2009	12,20	8,90	220,00	7,00	1,10	0,05	0,23	0,12	0,07	3,18	0,01
	19/01/2009	11,10	8,10	120,00	7,00	0,60	0,04	0,30	0,04	0,04	3,92	0,01
S10° 42' 06,4"	29/01/2009	13,80	10,10	140,00	3,00	1,30	0,08	0,34	0,01	0,02	3,12	0,03
W076° 18' 57,1"	06/02/2009	10,20	8,20	200,00	9,00	1,80	0,09	0,27	0,05	0,03	2,79	0,01
4205 msnm	17/02/2009	11,50	9,90	160,00	2,00	1,50	0,01	1,21	0,01	0,27	2,99	0,02
San Juan 2. Efluente mina AUREX	09/01/2009	14,70	8,30	2320,00	10,00	1520,40	1,37	37,20	0,08	70,31	47,50	9,47
	19/01/2009	14,30	8,50	980,00	8,00	498,20	1,24	28,72	0,23	28,31	33,12	12,93
S10° 42' 26,0"	29/01/2009	15,80	8,80	1450,00	5,00	677,10	0,81	22,31	0,02	47,77	38,13	8,76
W076° 18' 38,7"	06/02/2009	14,50	9,20	1590,00	12,00	648,80	0,62	23,88	0,08	37,09	48,32	8,18
4202 msnm	17/02/2009	13,90	10,20	1920,00	10,00	893,00	1,40	21,21	0,02	51,32	44,81	12,07
San Juan 3. Río San Juan, 100 m abajo confluencia efluente AUREX	09/01/2009	12,50	8,60	1460,00	12,00	880,90	0,65	28,74	0,16	42,83	15,69	6,89
	19/01/2009	13,10	9,10	720,00	9,00	273,10	0,86	17,23	0,18	22,70	16,42	7,10
S10° 42' 36,4"	29/01/2009	14,90	9,90	1920,00	4,00	423,00	0,56	17,59	0,01	27,87	12,37	5,67
W076° 18' 43,7"	06/02/2009	13,80	9,90	1210,00	6,00	551,70	0,57	16,47	0,07	18,51	32,60	4,42
4198 msnm	17/02/2009	12,00	10,00	1490,00	9,00	568,20	0,71	14,06	0,03	32,18	32,76	7,82
San Juan 4. Río San Juan, puente de Upamayo	09/01/2009											
	19/01/2009	11,40	8,80	230,00	8,00	23,90	0,51	7,83	0,19	0,58	7,68	1,02
S10° 55' 14,7"	29/01/2009	14,10	9,50	370,00	3,00	132,00	0,12	5,72	0,17	2,49	2,42	2,80
W076° 15' 45,8"	06/02/2009	13,00	9,50	290,00	8,00	157,00	0,10	7,25	0,14	1,96	5,66	1,23
4108 msnm	17/02/2009	12,50	9,80	390,00	9,00	159,90	0,42	3,18	0,11	2,00	4,27	2,06

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro Nº 10

Promedio del resultado análisis en UV/VIS – Sub Cuenca del Río San Juan

Punto	T °C	pH	Cond. µS/ cm*	HGN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
San Juan 1. Media	11,76	9,04	168,00	5,60	1,26	0,05	0,47	0,05	0,09	3,20	0,02
San Juan 2. Media	14,64	9,00	1652,00	9,00	847,50	1,09	26,66	0,09	46,96	42,38	10,28
San Juan 3. Media	13,26	9,50	1360,00	8,00	539,38	0,67	18,82	0,09	28,82	21,97	6,38
San Juan 4. Media	12,75	9,40	320,00	7,00	118,20	0,29	6,00	0,15	1,76	5,01	1,78

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro Nº 11

Resultado análisis en UV/VIS – Sub Cuenca del Río San Juan comparado con los Parámetros de la OMS

Parámetros	San Juan 1. Río San Juan, puente de Yurajnuanca	San Juan 2. Efluente mina AUREX	San Juan 3. Río San Juan, 100 m abajo confluencia efluente AUREX	San Juan 4. Río San Juan, puente de Upamayo	Límite Guía OMS
pH	9,04	9,00	9,50	9,40	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	1,26	847,50	539,38	118,20	250 mg/l
Bromo Total	0,05	0,09	0,09	0,15	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	0,05	1,09	0,67	0,29	0,2 mg/l
Hierro Total	0,47	26,66	18,82	6,00	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	0,09	46,96	28,82	1,76	0,4 mg/l
Cobre total	3,20	42,38	21,97	5,01	2 mg/l
Zinc Total	0,02	10,28	6,38	1,78	3 mg/l

(*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Agua de Mina de la Empresa Minera VOLCAN.

Figura No 06
Punto de Muestreo del Agua de Mina de la Empresa Minera Volcan



El punto de muestra SM está ubicado en Paragsha. La toma es justo en la salida de aguas de la empresa minera VOLCAN.

En este punto se ubica uno de los punto de muestras de la empresa minera, nótese que al lado de la salida esta un panel con la escrita “204 aguas neutras de mina”.

Temperatura.

La temperatura es bastante alta y varía entre 12,60 °C y 14,20 °C, con una media de 13,26 °C.

pH

El pH es constante en valores neutros-alcálinos y varía entre 7,70 y 9,60 con una media de 8,64.

Figura No 07

Salida de Agua de Mina de la Empresa Minera Volcan

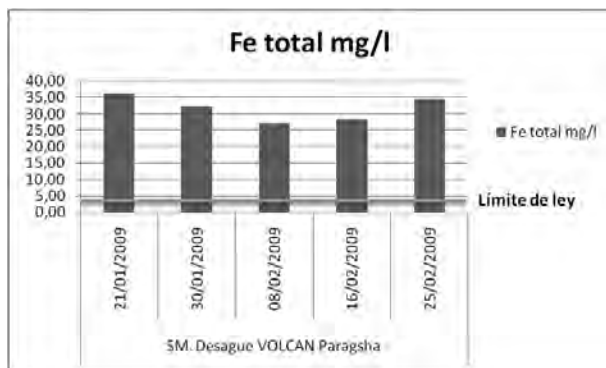


Conductividad eléctrica.

Es muy alta y está comprendida en valores entre 1190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a indicar una alta presencia de solutos disueltos en el agua. Este esta confirmado por la alta concentración de sulfatos que están en un valor promedio de 839,50 mg/l, o sea tres veces y medio el límite de ley de la OMS.

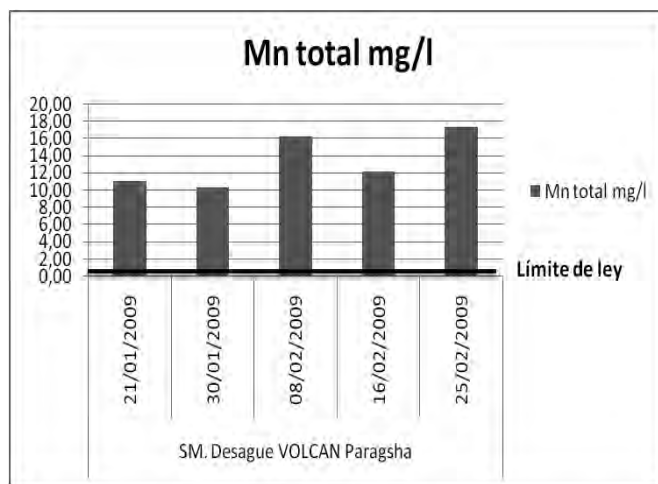
Bromo

También se encuentran valores bastante altos de bromo. Valores comprendidos entre 0,34 mg/l y 0,87 mg/l y con una media de 0,57 mg/l. Todos los metales analizados se encuentran con concentraciones sensiblemente por encima de los valores de la OMS en todas las tomas de muestras.



Hierro

Es el elemento más abundante entre los metales analizados y varía entre valores de 27,12 mg/l hasta 36,22 mg/l. Valores que son respectivamente 9 y 12 veces más del límite de la OMS. El valor promedio es de 31,74 mg/l. Más de 10 veces el límite de la OMS.

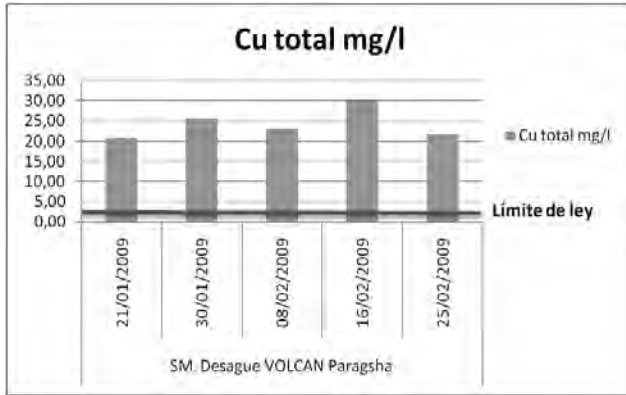


Manganeso

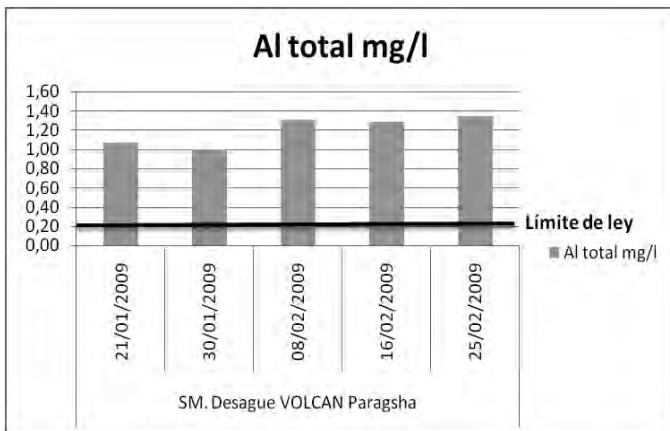
A diferencia de las otras fuentes hídricas (el río Tingo y el río San Juan) el manganeso no es el elemento más abundante, pero su concentración está por encima de los límites de aguas potables establecidos por la OMS.

Los valores de la concentración del manganeso varían entre 10,34 mg/l y 17,30 mg/l con un promedio de 13,40 mg/l. Valor que es 33 veces y medio el límite de la OMS.

Cobre



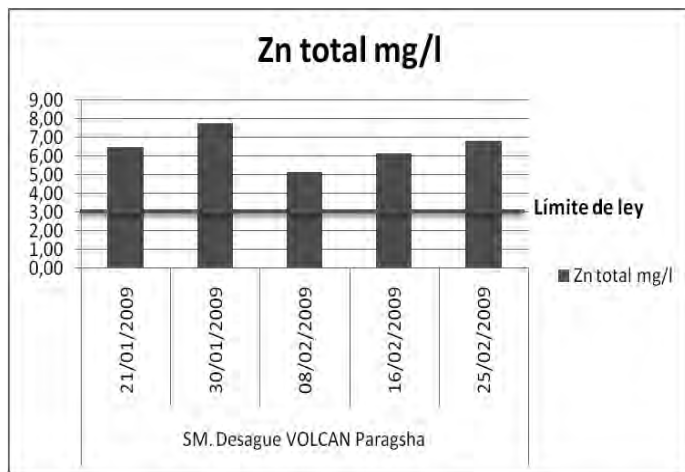
El cobre es muy abundante. Su concentración varía entre 20,73 mg/l (10 veces el límite de la OMS) en el día 21 de enero y 30,08 mg/l (15 veces el límite), en el día 16 de febrero. El valor promedio es de 24,25 mg/l, 12 veces el límite. La variación de concentración en el cobre, así como en los otros metales puede ser debido a condiciones atmosféricas y a las diferentes operaciones de la empresa que hacen variar las concentraciones de los metales en el agua.



Aluminio

Se encuentra por encima de los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Su concentración varía entre 1,00 mg/l en el día 30 de enero y 1,34 mg/l en el día 25 de febrero. El valor promedio es de 1,20 mg/l que corresponde a 6 veces el valor estándar de la OMS.

Zinc



Así como los otros metales el zinc se encuentra por encima de los valores de la OMS. Su concentración no es muy alta aunque la presencia de zinc en las rocas de la zona es abundante.

La concentración de zinc es bastante versátil y varía entre 5,12 mg/l en el día 8 de febrero y 7,74 mg/l en el día 30 de enero. El valor promedio es de 6,45 mg/l que es más del doble de lo establecido por la OMS en su guía de aguas potables del 2006.

Cuadro N° 12

Resultado análisis en UV/VIS - Agua de Mina Volcan

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. μ S/ cm*	HCN mg/***	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l****	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
SM. Desague VOLCAN Paragsha	21/01/2009	14,20	7,70	1320,00	13,00	750,60	1,07	36,22	0,87	11,03	20,73	6,45
	30/01/2009	13,30	8,20	1300,00	11,00	680,40	1,00	32,40	0,34	10,34	25,76	7,74
S 10°40'34.9"	08/02/2009	12,60	8,90	1190,00	9,00	991,10	1,30	27,12	0,67	16,20	23,12	5,12
W 076°15'59.6"	16/02/2009	13,80	9,60	1290,00	7,00	853,90	1,28	28,29	0,41	12,12	30,08	6,12
4345 msnm	25/02/2009	12,40	8,80	1320,00	8,00	921,50	1,34	34,65	0,55	17,30	21,54	6,80

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Hualлага y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 13

Promedio del resultado análisis de UV/VIS, por fechas de muestreo - Agua de Mina Volcan

Punto	T °C	pH	Cond. μ S/ cm*	HCN mg/***	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l****	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
SM. Media	13,26	8,64	1284,00	9,60	839,50	1,20	31,74	0,57	13,40	24,25	6,45

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Hualлага y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro Nº 14
Resultado análisis en UV/VIS - Agua de Mina Volcan
comparado con los Parámetros de la OMS

Parámetros	SM. Desagüe VOLCAN Paragsha	Límite Guía OMS
pH	8,64	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	839,50	250 mg/l
Bromo Total	0,57	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	1,20	0,2 mg/l
Hierro Total	31,74	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	13,40	0,4 mg/l
Cobre total	24,25	2 mg/l
Zinc Total	6,45	3 mg/l

(*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Agua de Consumo Humano en Chaupimarca

Figura No 08
Punto de Muestreo del Agua de Consumo Humano



El punto de muestras C se ha tomado desde el caño de una casa en Chaupimarca (la muestra ha sido tomada de la pileta de la sede de la Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor, ubicada en el Jirón Junín N° 266).

Toda Chaupimarca recibe agua de las mismas fuentes, entonces esta toma es representativa para todo el distrito. De todas formas puede haber variaciones de casa a casa debido principalmente a las tuberías. Cabe mencionar que esta es el agua que la población usa para todo, para beber, cocinar y bañarse.

Temperatura

La temperatura es muy estable entre 12,20 °C y 12,60 °C con una media de 12,40 °C.

pH

El pH es ligeramente alcalino pero dentro de los límites de la OMS y con valores que varían entre 8,10 y 8,70.

Conductividad.

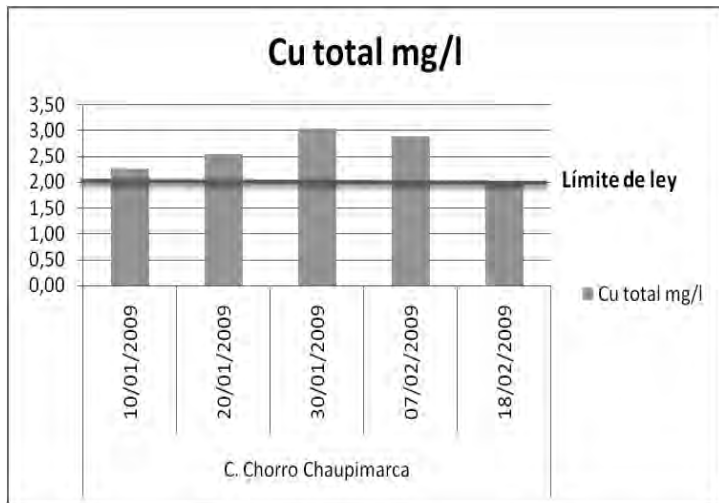
Es mediana para agua potable.

Metales analizados.

Los metales analizados se encuentran por debajo de los límites de la OMS a excepción del aluminio (en tres días sobre cinco), del manganeso (un solo día sobre cinco), y del cobre (cuatro días sobre cinco).

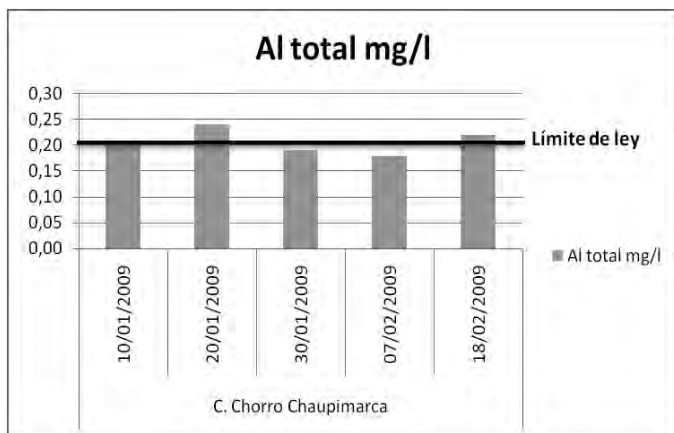
Aluminio.

En el caso del aluminio el valor promedio es de 0,21 mg/l que esta por encima de los límites permitidos por la OMS para agua potable.



Cobre.

El valor promedio esta por encima de los límites de la OMS. El valor promedio de concentración del cobre en el agua del chorro de Chaupimarca es de 2,55 mg/l, cuando el límite es de 2,00 mg/l.



Manganeso.

Esto sobresa un poco los límites de la OMS solo en el día 7 de febrero y su valor promedio es de 0,21 mg/l, significa que esta por debajo de los estándares de la Organización Mundial de la Salud.

Cuadro N° 15
Resultado análisis en UV/VIS, Agua de Consumo Humano - Chaupimarca

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. μ S/ cm*	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
C. Chorro Chaupimarca	10/01/2009	12,50	8,50	220,00	11,00	4,20	0,20	0,22	0,11	0,15	2,26	2,04
	20/01/2009	12,40	8,30	190,00	8,00	2,80	0,24	0,32	0,12	0,12	2,56	1,88
	30/01/2009	12,30	8,50	230,00	9,00	3,90	0,19	0,39	0,08	0,18	3,05	3,14
	07/02/2009	12,60	8,10	260,00	8,00	5,60	0,18	0,18	0,10	0,43	2,89	1,50
	18/02/2009	12,20	8,70	310,00	8,00	2,80	0,22	0,31	0,12	0,15	1,98	2,87

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 16
Promedio del Resultado análisis en UV/VIS, Agua de Consumo Humano - Chaupimarca

Punto	T °C	pH	Cond. μ S/ cm*	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
C. Media	12,40	8,42	242,00	8,80	3,86	0,21	0,28	0,11	0,21	2,55	2,29

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro Nº 17
Resultado análisis en UV/VIS, Agua de Consumo Humano - Chaupimarca comparado con los
Parámetros de la OMS

Parámetros	C. Agua Consumo Humano Chaupimarca	Límite Guía OMS
pH	8,42	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	3,86	250 mg/l
Bromo Total	0,11	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	0,21	0,2 mg/l
Hierro Total	0,28	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	0,21	0,4 mg/l
Cobre total	2,55	2 mg/l
Zinc Total	2,29	3 mg/l

(*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Lagunas Quiulacocha y Yanamate

Figura No 09
Puntos de Muestreo de las Lagunas de Quiulacocha y Yanamate



Las lagunas de Quiulacocha y Yanamate son dos lagunas cercanas a la ciudad de Cerro de Pasco que han sido usadas como depósitos por las rocas procesadas por varias empresas mineras que han operado a lo largo de los años en la ciudad de Cerro de Pasco.

Las dos lagunas están afectadas por el *drenaje ácido de mina* (Wade C. *et al.* 2006).

El AMD (drenaje ácido de mina por su sigla en inglés) es un proceso que pasa cuando las rocas con minerales sulfurados, como pirita, calcopirita, pirrotita, marcasita, galena, arsenopirita, etc. son expuestas a la acción del aire y del agua, comienza en sus superficies un complejo proceso que engloba en su desarrollo fenómenos químicos, físicos y biológicos.

Químicamente el proceso se puede simplificar en la fórmula abajo:



El FeS_2 es el sulfuro de hierro (una roca muy abundante en naturaleza, el hierro puede ser substituido por otros metales), O_2 es el oxígeno abundante en el aire y H_2O es el agua, que puede ser el agua de lluvia. Así vemos que la exposición de una roca muy abundante en naturaleza al aire y a la lluvia puede provocar el sulfato y el ion H^+ que es el responsable de la acidez. Las rocas de desecho de las minas pueden reforzar este proceso y causar serios daños al medioambiente y a los seres humanos.

De una forma muy simplificada, su evolución fenomenológica se puede resumir en los siguientes puntos:

Procesos de oxidación, que transforman los sulfuros en sulfatos con producción de ácido; estos procesos pueden ser químicos o catalizados por bacterias como *Thiobacillus ferroxidans*, *Thiobacillus thiooxidans*, *Thiobacillus thioparus* y otros.

Reacciones secundarias entre los productos de las reacciones anteriores y los restantes minerales presentes en la roca; así, el ácido generado disuelve metales pesados tales como plomo, zinc, cobre, arsénico, mercurio, cadmio y otros.

Disolución y arrastre de estos productos por el agua de lluvia o de escorrentía, produciéndose un caudal líquido contaminante que se caracterizara por su acidez y por las altas concentraciones en sulfatos y metales pesados.

Así pues, la generación de ADM conlleva dos subprocesos: el primero es el de producción (y almacenamiento) de sustancias solubles, que está afectado por

agentes exteriores al foco contaminante como la temperatura, oxígeno presente, concentración y actividad bacteriana, etc., y por factores mineralógico intrínsecos como el tipo y contenido de sulfuros, elementos neutralizantes, superficie de exposición etc. El segundo es el de su posterior extracción por el agua, sin la cual no se produciría ADM, como ocurre durante años en muchas minas en el mundo. Este subproceso se rige por parámetros hidrológicos y estructurales como el volumen, intensidad y distribución temporal de la lluvia, tipo de circulación o drenaje, condiciones iniciales del foco, etc. La mayor o menor importancia de la producción de drenaje ácido de mina dependerá según esto de la eficacia y sincronía de ambos subprocesos.

Los principales focos productores de ADM en las explotaciones mineras son los drenajes de las minas subterráneas, por bombeo en las minas activas y por gravedad en las abandonadas, las escorrentías de las cortas en la minería a cielo abierto y los lixiviados de las escombreras y residuos mineros. En algunos casos, el agua que sale de estos focos lleva tan altas concentraciones metálicas, que algunos investigadores se cuestionan si el problema debería enfocarse como la recuperación de un recurso que se pierde en lugar de la eliminación de un efluente contaminante. Cuando el ADM formado en estos focos alcanza las aguas limpias de la red hidrográfica las contamina en acidez, sulfatos y metales pesados. Sin embargo, el grado de acidez y las concentraciones en contaminantes de las aguas, río abajo, será en función de la envergadura del aporte contaminante de ADM recibido, así como del caudal diluyente que traiga el curso de agua. De igual forma, la infiltración de ADM puede contaminar suelos y aguas subterráneas (Sáinz Silván. A. 2005).

El drenaje ácido de la mina es el efecto más grave que puede causar una mina porque es prácticamente irreversible y perdurará durante muchos años. Por ejemplo, la mina Iron Mountain en California (USA) cerró sus operaciones en el 1963 pero sigue contaminando con drenaje ácido el río Sacramento. El río tiene agua naranja, está completamente sin vida y tiene un valor de pH de -3 (que es 10,000 veces más ácido del ácido de las baterías). Los expertos dicen que la contaminación en este lugar seguirá por lo menos otros 3,000 años (Worldwatch Institute; 2005). Otro caso de contaminación relacionado con ADM es el caso del río San Sebastián, en el municipio de La Unión, El Salvador, donde una mina cerrada en el 1922 sigue contaminando el río San Sebastián con aguas de pH inferior a 3 y con grandes cantidades de metales en el agua (Bianchini; 2006).

La abundancia de un metal o de otro en el caso del drenaje ácido depende de la abundancia de los metales en la roca que provoca el drenaje y también en la roca en

donde pasa el agua afectada de drenaje ácido, estas aguas afectadas pueden llevar en solución los materiales con que son hechas las tuberías (hierro, cobre u otros).

Según la US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América), en los Estados Unidos el drenaje ácido de mina afecta a un total de 17,000 kilómetros de ríos en alrededor de 20 estados (US EPA, citado en: Sáinz Silván. A. 2005).

Laguna de Quiulacocho.

Esta laguna contiene zinc y plomo no produce mucho drenaje ácido.

Figura No 10
Laguna de Quiulacocho (fuente Wade C. et al. 2006)



pH

De hecho el pH se acerca a los valores neutrales a un metro de profundidad (Wade C. et al. 2006).

Probablemente los relaves son neutralizados a través de la oxidación del sulfuro por los carbonatos subyacentes (el dolomite y siderite). La fuente principal de AMD en este sistema es la parte rica en cobre.

Su filtración ácida infiltra en Quiulacocha formando una falda de Fe-Zn-Pb con un pH 5.5-6.1 y conteniendo a 7440 mg/l Fe, 627 mg/l Zn, y 1.22 mg/l Pb. La falda esta entre 10 y 13 metros de profundidad (Wade C. et al. 2006). Adicionalmente, la filtración de AMD se encausa en la superficie de la laguna con un pH de 2.3 que llega de los desechos ricos en cobre (Wade C. et al. 2006), es allí que ha sido tomado el punto de muestra Q que presenta un nivel de contaminación bastante alto.

Metales pesados en la Laguna de Quiulacocha.

- La cantidad promedio de hierro de 3910,50 mg/l (cerca de 1300 veces el límite de ley de la OMS),
- 30,57 mg/l de aluminio (152 veces dicho límite),
- 106,40 mg/l de manganeso (266 veces el valor de la OMS),
- 335,20 mg/l de zinc (casi 112 veces el valor de la OMS) y
- 33,73 mg/l de cobre (16 veces y medio el límite). El valor de cobre es sensiblemente más bajo que los otros valores porque las rocas depositadas en las lagunas son rocas procesadas y, anteriormente, las empresas mineras extraían cobre. Entonces las rocas que se encuentran en la laguna ya no tienen alta concentración de cobre.

Cuadro N° 18
Resultado análisis en UV/VIS - Laguna Quiulacocho

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. $\mu\text{S}/\text{cm}^*$	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Q. Laguna Quiulacocho	24/01/2009	16,20	4,00	6350,00	99,00	8803,50	29,76	3945,00	0,01	108,50	34,67	341,90
	17/02/2009	15,80	3,80	6480,00	106,00	9135,60	31,38	3876,00	0,02	104,30	32,78	328,50

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Hualлага y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 19
Promedio del Resultado análisis en UV/VIS - Laguna Quiulacocho

Punto	T °C	pH	Cond. $\mu\text{S}/\text{cm}^*$	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Q. Media	16,00	3,90	6415,00	102,50	8969,55	30,57	3910,50	0,02	106,40	33,73	335,20

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Hualлага y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro Nº 20
Resultado análisis en UV/VIS - Laguna Quiulacocha comparado
con los Parámetros de la OMS

Parámetros	Q. Laguna Quiulacocha	Límite Guía OMS
pH	3,90	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	8969,55	250 mg/l
Bromo Total	0,02	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	30,57	0,2 mg/l
Hierro Total	3910,50	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	106,40	0,4 mg/l
Cobre total	33,73	2 mg/l
Zinc Total	335,20	3 mg/l

(*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Laguna de Yanamate.

En esta laguna no hay una división de las partes contaminantes porque no ha sido rellenada totalmente y entonces las aguas han seguido moviéndose a lo largo de toda la laguna.

En Yanamate se encuentra también un fuerte drenaje ácido de mina y los niveles de contaminación son muy altos y parecidos a los de la laguna Quiulacocha. En este caso, siendo una laguna, los valores son bastante constantes entre ellos.

Figura No 11
Laguna de Yanamate



Metales pesados en la Laguna de Yanamate.

El hierro varía entre 3480,00 mg/l y 3654,00 mg/l con un valor promedio de 3567,00 mg/l (1189 veces el límite de la OMS),

El aluminio presenta una concentración media de 275,55 mg/l (casi 1378 veces el límite),

El manganeso presenta una concentración media de 167,03 mg/l (417 veces y medio el valor establecido por la Organización Mundial de la Salud),

El zinc tiene una concentración media de 215,10 mg/l (casi 72 veces el valor considerado por la OMS) y

El cobre varía entre 59,17 mg/l y 64,12 mg/l, con una media de 61,92 mg/l, (casi 31 veces el límite). En la laguna Yanamate el valor del cobre es más bajo de los otros metales por la misma motivación por lo cual es más bajo en la laguna de Quiulacocha.

Cuadro N° 21
Resultado análisis en UV/VIS - Laguna Yanamate

Punto	Fecha	T °C	pH	Cond. μ S/ cm*	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Y Laguna	19/01/2009	14,50	3,70	6880,00	77,00	7232,00	290,70	3480,00	0,02	170,19	64,12	221,80
Yanamate	06/02/2009	15,80	3,50	6970,00	87,00	7732,30	260,40	3654,00	0,01	163,87	59,71	208,40

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 22
Promedio del Resultado análisis en UV/VIS - Laguna Yanamate

Punto	T °C	pH	Cond. μ S/ cm*	HCN mg/l**	SO4-- mg/l	Al total mg/l	Fe total mg/l	Br total mg/l***	Mn total mg/l	Cu total mg/l	Zn total mg/l
Y. Media	15,15	3,60	6925,00	82,00	7482,15	275,55	3567,00	0,02	167,03	61,92	215,10

* La conductividad no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

** El ácido cianúrico no tiene límite de ley pero es un parámetro muy importante para entender la eventual contaminación del agua.

*** Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

Cuadro Nº 23
Resultado análisis en UV/VIS - Laguna Yanamate
comparado con los Parámetros de la OMS

Parámetros	Y. Laguna Yanamate	Límite Guía OMS
pH	3,60	6,5 – 9,5
Sulfatos Totales	7482,15	250 mg/l
Bromo Total	0,02	0,01 mg/l(*)
Aluminio Total	275,55	0,2 mg/l
Hierro Total	3567,00	1 – 3 mg/l(**)
Manganeso Total	167,03	0,4 mg/l
Cobre total	61,92	2 mg/l
Zinc Total	215,10	3 mg/l

*) Aunque el valor sobrepasa el límite provisorio de la OMS el bromo no ha sido puesto en rojo por la ausencia de un límite definitivo.

Fuente: Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, elaborado por Flaviano Bianchini, promovido por el Centro Labor, enero – abril del 2009.

Elaboración: Propia

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS CON ESPECTROFOTÓMETRO EN ABSORCIÓN ATÓMICA

Estos análisis fueron hechos en el laboratorio de química analítica e inorgánica de la Universidad de Palermo (Italia) con un espectrofotómetro en absorción atómica que es una técnica muy relacionada con la fotometría de llama ya que se utiliza una llama para atomizar la disolución de la muestra de modo que los elementos a analizar se encuentran en forma de vapor de átomos. Ahora bien, en absorción atómica existe una fuente independiente de luz monocromática, específica para cada elemento a analizar y que se hace pasar a través del vapor de átomos, midiéndose posteriormente la radiación absorbida.

Esta es la técnica más precisa que se conoce hasta ahora y es la técnica que permite medir concentraciones muy pequeñas con altísima precisión.

Las muestras para este análisis han sido tomadas el día 12 de febrero ya han sido acidificadas con ácido nítrico (H_2NO_3) hasta $pH > 2$.

Cuadro No 24
Limites guía de OMS

Parámetro por elemento	Límite Guía OMS
Aluminio total	0,2 mg/l
Cadmio total	0,003 mg/l
Cromo Total	0,05 mg/l
Cobre total	2 mg/l
Hierro total	1 – 3 mg/l(*)
Manganeso total	0,4 mg/l
Plomo total	0,01 mg/l
Vanadio total	0,015 mg/l(**)
Zinc total	3 mg/l
Estaño total	0,002 mg/l(**)
Arsénico total	0,01 mg/l
Níquel total	0,07 mg/l
Mercurio total	0,006 mg/l

(*) En el 1983 se había puesto como límite el valor de 0,3 mg/l. La última guía la OMS todavía sostiene que aguas con contenidos de hierro entre 1 y 3 mg/l pueden ser consideradas potables para seres humanos en buena salud.

(**) La OMS no pone límites por el estaño y el vanadio si no “valores que pueden ser dañinos por la salud humana”.

Cuadro Nº 25
Resultados del Análisis de Muestras con Espectrofotómetro en Absorción Atómica

Elemento/punto de muestreo	Hualлага 1	Hualлага 2	Hualлага 3	Tingo 1	Tingo 2	Tingo 3	San Juan 1	San Juan 2	San Juan 3	San Juan 4	C	SM	Q
Aluminio (Al)	0,722	1,197	3,033	2,001	0,757	1,134	0,368	5,955	3,385	3,004	0,507	2,15	32
Cadmio (Cd)	0,001	0,0034	0,0013	0,058	0,01	0,0039	0,0029	0,046	0,024	0,0015	0,0028	0,014	0,25
Cromo (Cr)	0,002	0,0085	0,0055	0,0035	0,005	0,0061	0,0052	0,016	0,011	0,0052	0,05	0,025	0,18
Cobre (Cu)	0,003	0,037	0,020	0,164	0,035	0,017	0,015	4,310	2,480	0,022	0,021	2,01	16,5
Hierro (Fe)	0,435	1,382	3,828	8,376	2,627	1,439	0,249	41,181	22,903	3,623	0,254	30,02	2500
Manganeso (Mn)	0,033	0,171	0,275	21,512	3,1	0,42	0,031	20,9	11,85	0,275	0,027	6,3	178
Plomo (Pb)	0,009	0,143	0,084	0,165	0,08	0,101	0,037	4,451	2,388	0,085	0,039	4,31	0,8
Vanadio (V)	0,0067	0,011	0,0093	0,015	0,011	0,012	0,011	0,033	0,021	0,01	0,0098	0,013	0,25
Zinc (Zn)	0,022	0,195	0,161	2,777	4,1	0,468	0,034	9,5	5,34	0,175	0,069	6,580	65
Estañó (Sn)	0,182	0,257	0,12	0,203	0,243	0,291	0,251	0,352	0,304	0,17	0,268	0,322	3,92
Arsénico (As)	0,027	0,055	0,035	0,043	0,041	0,049	0,044	0,304	0,185	0,037	0,043	0,150	4,65
Niquel (Ni)	0,0029	0,0085	0,0068	0,0059	0,0141	0,0097	0,0079	0,027	0,016	0,0071	0,026	0,012	0,103
Mercurio (Hg)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

A parte del mercurio todos los metales, por lo menos una vez, sobrepasan los límites de la OMS. Es preocupante el caso de la Laguna Quiulacocha, donde todos los metales analizados están por encima de los límites de la OMS y también con mucha diferencia (**aluminio 160 veces más alto, plomo 80, cadmio 83, hierro 833, manganeso 445, arsénico 465 veces**). Esto seguramente por los motivos mencionados en el capítulo anterior.

Preocupan también los valores del punto SM que la empresa VOLCAN declara “*Agua neutra de mina*” pero que tiene valores muy altos en casi todos los metales analizados (**aluminio casi 11 veces más alto, hierro 10 veces, manganeso casi 16 veces, arsénico 15 veces y plomo 431 veces más del límite OMS**).

También son altos los valores en los puntos SJ2 y SJ3, y también en el punto C que es el agua de consumo humano de Chaupimarca, que es el agua que todos usan para beber, lavar ropa, platos y bañarse. **En este punto el aluminio es más del doble, el cromo esta sobre el límite, el plomo es casi 4 veces el límite, el arsénico es más de 4 veces el límite y el estaño es 134 veces más de lo recomendado por la OMS.**

CAPITULO V

EFFECTOS DE LOS METALES ENCONTRADOS EN LA SALUD

Aluminio.

El Aluminio es uno de los metales ampliamente usado y frecuentemente lo encontramos en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, es comúnmente conocido como un compuesto inocente. Pero cuando esta expuesto a altas concentraciones, puede causar problemas de salud. La absorción de este metal puede darse a través de la comida, al respirarlo y por contacto en la piel. Concentraciones significativas puede causar efectos en la salud, como daños al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía, temblores severos. El aluminio presenta un riesgo para ciertos ambientes de trabajo, como son las minas, donde se puede encontrar en el agua. El aluminio se encuentra en altas concentraciones en lagos ácidos, en el aire, en aguas subterráneas y suelos ácidos (OMS; 2006)

Cadmio.

El Cadmio se acumula en los riñones, donde causa un daño en el mecanismo de filtración. Esto causa la excreción de proteínas esenciales y azúcares del cuerpo y el consecuente daño de los riñones. Lleva bastante tiempo antes de que el Cadmio que se ha acumulado en los riñones sea excretado del cuerpo humano. Otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por el Cadmio son: diarreas, dolor de estómago y vómitos severos, debilidad a los huesos con aumento de la posibilidad de tener fractura de huesos, fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad, daño al sistema nervioso central, daño al sistema inmune, desordenes psicológicos. Además puede causar daños en el ADN y favorecer el desarrollo de cánceres de varios tipos (OMS; 2006).

Cromo.

La gente puede estar expuesta al Cromo al respirarlo, comerlo o beberlo y a través del contacto de la piel con este metal o compuestos del Cromo.

El Cromo es un peligro para la salud de los humanos. El Cromo es conocido porque causa varios efectos sobre la salud. Cuando es un compuesto en los productos de la piel, puede causar reacciones alérgicas, como erupciones cutáneas. Después de ser respirado el Cromo puede causar irritación de la nariz y sangrado de la nariz. Otros problemas de salud que son causado por el Cromo son: malestar del estómago y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones e hígado, alteración del material genético, cáncer de pulmón y muerte (OMS; 2006).

Cobre.

El cobre es una sustancia esencial para la vida humana, pero en altas dosis puede causar anemia, daño al hígado, riñón, y la irritación del estómago y del intestino. La gente con la enfermedad de Wilson tiene mayor riesgo para los efectos en su salud por la sobre exposición al cobre. El cobre aparece normalmente en agua potable de las tuberías de cobre y su concentración puede aumentar mucho si el agua es ácida (OMS; 2006).

Hierro.

El hierro puede ser peligroso para el ambiente. Lo encontramos en la carne, productos integrales, papas y vegetales; el cuerpo humano absorbe hierro de animales más rápido que el hierro de las plantas. El hierro es parte esencial de la hemoglobina: el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos. En altas dosis puede provocar conjuntivitis, corioretinitis y retinitis, se contacta con los tejidos y permanece en ellos. La inhalación de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede generar neumoconiosis benigna, llamada siderosis. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares (OMS; 2006).

Manganeso.

Es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes de la tierra. El manganeso no es necesario para la supervivencia de los humanos, es tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones cerca de las personas. Cuando los humanos no cumplimos con la ración diaria recomendada su salud disminuirá. Pero cuando la toma en demasía, los problemas de salud aparecerán. Los efectos del manganeso mayormente ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro. Los síntomas por envenenamiento con manganeso son alucinaciones, olvidos y daños en los nervios. El manganeso puede causar parkinson, embolia de los pulmones y bronquitis. Cuando los hombres se exponen al manganeso por un largo periodo de tiempo el daño puede llegar a ser importante. Un síndrome que es causado por el manganeso tiene los siguientes síntomas: esquizofrenia, depresión, debilidad de músculos, dolor de cabeza e insomnio (OMS; 2006).

Plomo.

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué los sistemas de tratamiento de aguas públicas requieren llevar a cabo un ajuste de pH en el agua que sirve para el uso del agua potable. El Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son: perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, incremento de la presión sanguínea, daño a los riñones, abortos y abortos sutiles, perturbación del sistema nervioso, daño al cerebro, disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma, disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer (OMS; 2006).

El saturnismo es una intoxicación crónica de plomo; ocurre por la inspiración o la absorción por vía cutánea y mucosa o por el aparato digestivo de plomo metálico y orgánico. El plomo se adhiere a los glóbulos rojos en la sangre y luego se deposita, desplazando el calcio en los huesos, el cual puede circular nuevamente en situaciones

de estrés, en caso de infecciones o acidosis. Se deposita también en el hígado y en los riñones. En una breve fase inicial, caracterizada por una elevada cantidad de plomo en círculo, son presentes señales de anemia saturnina por la alterada síntesis de la hemoglobina y los glóbulos rojos a causa de la inactivación de las enzimas del metabolismo porfirínico. Siguen síntomas a nivel del sistema nervioso central como encefalopatía y parálisis, síntomas de la circulación periférica, con encarnado térreo, la así llamada tez saturnina, del aparato osteomuscular, con dolor articular, la gota saturnina y lesiones óseas. Causa enfermedades de los riñones, con lesión renal y riñón saturnino atrófico. El estadio final es el caquessia (OMS; 2006).

Vanadio.

El Vanadio puede tener un número de efectos sobre la salud humana, cuando su ingesta es muy alta. Cuando el Vanadio es acumulado a través del aire, puede causar bronquitis y neumonía.

Los efectos graves del Vanadio son irritación de pulmones, garganta, ojos y cavidades nasales. Otros efectos sobre la salud cuando se toma Vanadio son: daño cardíaco y vascular, inflamación del estómago e intestinos, daño en el sistema nervioso, sangrado del hígado y riñones, irritación de la piel, temblores severos y parálisis, sangrado de la nariz y dolor de cabeza, mareos y cambios de comportamiento (OMS; 2006).

Zinc.

El zinc es un elemento traza que es esencial para la salud humana. Cuando los humanos absorben demasiado zinc, estos pueden experimentar una pérdida del apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor, pequeñas llagas, y erupciones cutáneas. La acumulación del zinc puede incluso producir defectos de nacimiento. Incluso los humanos pueden manejar proporcionalmente largas cantidades de este metal; altas cantidades de zinc puede también causar problemas de salud eminentes, como úlcera de estómago, irritación de la piel, vómitos, náuseas y anemia, de igual manera pueden dañar el páncreas y disturbar el metabolismo de las proteínas, y causar arteriosclerosis. Exposiciones permanentes intensivas de zinc, pueden causar desordenes respiratorios (OMS; 2006).

Estaño.

El estaño se aplica principalmente en varias sustancias orgánicas. Los enlaces orgánicos de estaño son las formas más peligrosas del estaño para los humanos.

Los efectos de las sustancias orgánicas de estaño pueden variar. Dependen del tipo de sustancia que está presente y del organismo que está expuesto a ella. El estaño trietílico es la sustancia orgánica del estaño más peligrosa para los humanos. Tiene enlaces de hidrógeno relativamente cortos. Cuanto más largos sean los enlaces de hidrógeno, menos peligrosa para la salud humana será la sustancia del estaño. Los humanos podemos absorber enlaces de estaño a través de la comida y la respiración y a través de la piel. La toma de enlaces de estaño puede provocar efectos agudos así como efectos a largo plazo.

Los efectos agudos son: irritaciones de ojos y piel, dolores de cabeza, dolores de estómago, vómitos y mareos, sudoración severa, falta de aliento, problemas para orinar.

Los efectos a largo plazo son: depresiones, daños hepáticos, disfunción del sistema inmunitario, daños cromosómicos, escasez de glóbulos rojos, daños cerebrales (provocando ira, trastornos del sueño, olvidos y dolores de cabeza) (OMS;2009)

Arsénico.

El Arsénico es uno de los elementos más tóxicos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al arsénico a través de la comida, agua y aire.

La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel con suelo o agua que contenga arsénico.

La exposición al arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud, como es irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel e irritación de los pulmones. Es conocido que tomar cantidades significativas de arsénico inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa.

A exposiciones muy altas de arsénico inorgánico puede causar infertilidad y abortos en mujeres, puede causar perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a

infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, el arsénico inorgánico puede dañar el ADN (OMS; 2006).

Un caso particular ha sido observado en Iowa, en los Estados Unidos. Los autores han apuntado la atención justo sobre la asociación entre el melanoma cutáneo y la exposición al arsénico en voluntarios de mediana edad. Fueron monitoreados 368 casos de melanoma y este grupo fue comparado con otro grupo de 373 sujetos con tumor colon rectal, diagnosticados entre el 1999 y el 2000. Los autores han encontrado que el riesgo de melanoma aumentó el doble en los sujetos con elevadas concentraciones de arsénico (Beane; 2002).

Níquel.

El níquel es tomado cuando la gente consume grandes cantidades de vegetales procedentes de suelos contaminados. Es conocido que las plantas acumulan níquel y como resultado la toma de níquel de los vegetales será eminente. Los humanos pueden ser expuestos al níquel al respirar el aire, beber agua y comer. El contacto de la piel con suelo contaminado por níquel o agua puede también resultar en la exposición al níquel. En pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso para la salud humana.

La toma de altas cantidades de níquel tienen las siguientes consecuencias: elevadas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata, enfermedades y mareos después de la exposición al gas de níquel, embolia de pulmón, fallos respiratorios, defectos de nacimiento, asma y bronquitis crónica, reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas, mayormente de las joyas, desórdenes del corazón (OMS; 2006).

Selenio.

La exposición al selenio puede provocar mareos, fatiga e irritaciones de las membranas mucosas. Cuando la exposición es extremadamente elevada, puede ocurrir retención de líquido en los pulmones y bronquitis.

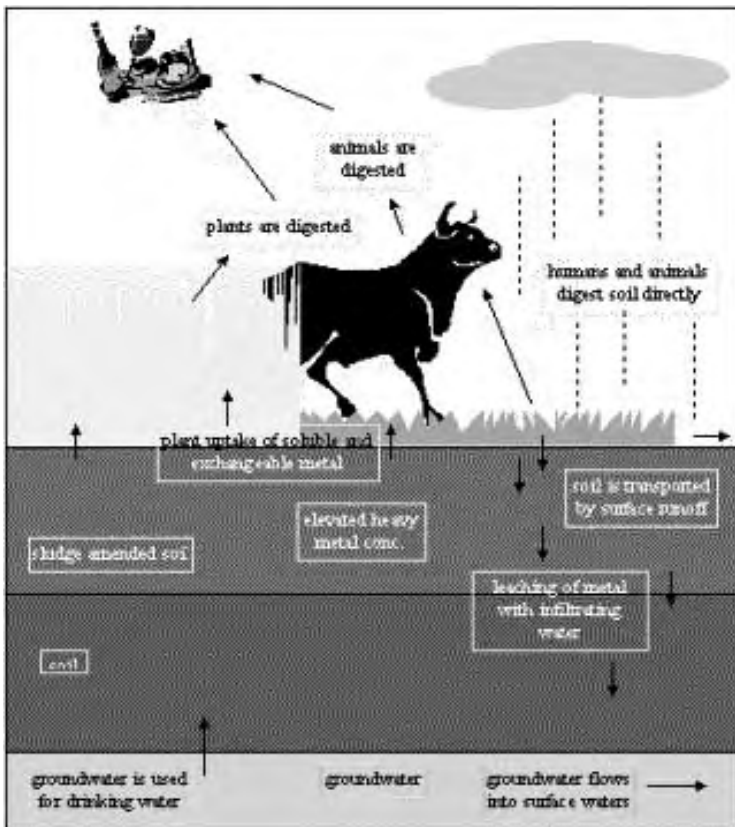
Los efectos sobre la salud de las diversas formas del selenio pueden variar de pelo quebradizo y uñas deformadas, a sarpullidos, calor, hinchamiento de la piel y dolores agudos.

El envenenamiento por selenio puede volverse tan agudo en algunos casos que puede incluso causar la muerte.

La sobre-exposición a vapores de selenio puede producir acumulación de líquido en los pulmones, mal aliento, bronquitis, neumonía, asma bronquítica, náuseas, escalofríos, fiebre, color de cabeza, dolor de garganta, falta de aliento, conjuntivitis, vómitos, dolores abdominales, diarrea y agrandamiento del hígado. El selenio es irritante y sensibilizador de los ojos y del sistema respiratorio superior.

La sobre-exposición puede resultar en manchas rojas en las uñas, dientes y pelo. El dióxido de selenio reacciona con la humedad para formar ácido selénico, que es corrosivo para la piel y ojos (OMS; 2006).

Propiedades de los metales pesados.



Una propiedad fundamental de los metales pesados es el hecho que es residual. Eso significa que se desplazan a lo largo de la cadena alimenticia, si el agua tiene un determinado metal este puede pasar a las plantas, después si un animal consume esta planta, se encontrará el metal en el tejido animal; si después un ser humano consume carne de este animal o un derivado (como la leche o los huevos), éstos metales llegarán al ser humano y se acumularan en sus tejidos

Esto hace de los metales pesados uno de los mayores responsables de la contaminación residual a nivel mundial y uno de los peligros mayores por la salud humana siempre a nivel global (OMS; 2006).

La gran mayoría de los metales pesados son cancerígenos (provocan cáncer) o provocan mutaciones genéticas (OMS; 2006).

CAPITULO VI

EFECTOS DE LOS METALES EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE PARAGSHA

El 16 de febrero del 2009 se tomaron 41 muestras de sangre en el Centro Poblado de Paragsha. Se tomaron 20 ml. de sangre por cada persona, de los cuales 10 ml. se han puesto en tubos con litio-eparina por los análisis de los metales ematicos, los otros 10 ml. se han centrifugado para obtener cerca de 5-6 ml. de suero y así poder analizar la presencia de metales suericos. Estas muestras han sido enviadas al laboratorio especializado de la Universidad de Pisa (Italia), donde han sido analizadas con un espectrofotómetro en absorción atómica.

Cuadro Nº 26
Resultados Individuales del Análisis de Muestras de Sangre con
Espectrofotómetro en Absorción Atómica

	Pb sangre total (ug/L)	Cu suero (ug/L)	Al suero (ug/L)	Se suero (ug/L)	Mn sangre total (ug/L)	As sangre total (ug/L)	Cr suero (ug/L)	Ni suero (ug/L)	Cd sangre total (ug/L)
01	105,00	1908,40	---	38,00	8,60	18,05	0,44	7,80	1,06
02	93,70	364,30	---	75,00	12,00	9,10	0,44	6,01	0,73
03	49,90	377,00	35,13	65,00	18,70	17,66	0,47	4,17	0,95
04	28,80	412,80	37,56	85,00	7,30	13,21	0,45	6,56	0,49
05	67,00	328,50	37,40	92,00	12,40	12,53	0,72	5,50	0,95
06	77,80	798,00	11,68	96,00	7,80	11,61	0,60	6,27	1,14
07	232,50	941,50	13,66	83,00	17,50	15,81	0,57	4,08	0,81
08	59,00	760,50	29,17	100,00	12,60	23,31	0,52	8,00	1,33
09	69,90	355,60	12,16	102,00	11,60	24,76	0,53	8,69	0,65
10	67,30	690,00	10,32	88,00	8,70	17,37	0,61	5,25	1,03
11	104,90	929,70	10,63	62,00	7,90	16,39	0,48	5,57	0,91
12	34,50	717,30	39,34	100,00	21,60	14,14	0,50	4,39	1,60
13	157,50	911,00	12,06	80,00	14,80	20,64	0,32	6,26	0,72
14	58,80	678,90	11,68	79,00	14,60	10,96	0,65	4,64	1,32
15	126,20	502,90	9,91	68,00	12,30	17,28	0,52	4,42	0,81
16	72,70	881,30	16,19	137,00	12,90	13,38	0,54	5,37	0,64
17	73,10	1012,90	11,93	140,00	8,00	13,84	0,53	6,77	0,74

18	61,80	543,90	20,18	105,00	10,70	24,98	0,53	4,05	0,52
19	55,60	683,40	17,06	116,00	10,20	18,37	0,53	5,56	0,90
20	107,70	351,10	18,36	114,00	9,70	28,93	0,47	5,91	0,60
21	26,10	417,90	6,17	23,00	11,70	11,57	0,57	7,52	1,01
22	55,90	---	14,30	141,00	7,80	17,81	0,56	4,84	0,96
23	99,40	989,70	10,29	108,00	10,40	17,62	0,47	4,94	1,10
24	96,50	1014,10	---	44,00	8,60	16,35	0,60	6,14	1,03
25	101,70	419,00	20,72	157,00	15,70	14,33	0,45	5,41	1,98
26	67,70	321,80	16,53	86,00	10,10	10,92	0,43	4,25	1,11
27	36,30	1103,20	13,81	77,00	18,50	16,02	0,53	6,35	1,71
28	91,90	349,50	15,59	136,00	10,70	16,74	0,46	4,46	1,40
29	57,60	379,20	24,32	135,00	14,30	13,77	0,46	4,35	1,86
30	28,30	1148,80	21,53	153,00	14,80	10,38	0,53	6,55	1,57
31	43,00	868,30	26,18	167,00	10,10	9,00	0,46	7,67	1,03
32	45,70	441,40	22,68	121,00	10,10	23,96	1,17	9,90	1,73
33	42,90	909,70	25,71	167,00	12,60	8,59	0,46	5,19	1,08
34	45,40	453,80	27,92	145,00	9,50	12,41	0,50	4,68	1,14
35	69,50	511,40	46,88	220,00	14,80	16,20	1,06	8,97	1,40
36	51,40	763,50	57,06	189,00	10,80	20,57	1,08	8,28	1,26
37	53,70	865,70	55,46	177,00	72,40	16,88	0,48	7,35	1,68
38	66,30	773,30	50,70	113,00	42,10	10,00	0,58	7,00	2,21
39	46,40	1033,70	28,00	237,00	14,20	11,83	0,52	4,67	2,04
40	131,20	293,90	---	66,00	9,80	14,99	0,46	7,70	4,60
41	74,00	338,60	28,04	143,00	9,60	12,53	0,51	4,71	0,99
	Pb sangre total (ug/L)	Cu suero (ug/L)	Al suero (ug/L)	Se suero (ug/L)	Mn sangre total (ug/L)	As sangre total (ug/L)	Cr suero (ug/L)	Ni suero (ug/L)	Cd sangre total (ug/L)
referencia mínima	1,00	500,00	1,50	20,00	3,00	1,00	0,10	0,10	0,46
referencia máxima	100,00 (50,00 in children)	1250,00	6,00	80,00	8,00	12,00	0,20	1,00	1,50

En el cuadro anterior, las cifras de color rojo indican los valores que sobrepasan los límites máximos permisibles según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los datos de color verde presentan los valores que están debajo de los límites establecidos por la OMS, y los datos de color negro son los valores que están dentro del rango aceptado por la OMS.

En la tabla los individuos del número 01 al 24 son todos niños entre 6 y 12 años de edad. Los individuos del número 25 al 41 son todos mayores de 12 años.

Cuadro N° 27
Resultados Medios del Análisis de Muestras de Sangre con
Espectrofotómetro en Absorción Atómica

	Pb sangre total (ug/L)	Cu suero (ug/L)	Al suero (ug/L)	Se suero (ug/L)	Mn sangre total (ug/L)	As sangre total (ug/L)	Cr suero (ug/L)	Ni suero (ug/L)	Cd sangre total (ug/L)
Media general	74,01	688,64	23,29	112,93	14,11	15,73	0,56	6,00	1,24
Media niños	82,57	720,47	18,34	89,21	11,60	16,90	0,53	5,78	0,92
Media adultos	61,94	645,58	30,07	146,41	17,65	14,07	0,60	6,32	1,69
referencia mínima	1,00	500,00	1,50	20,00	3,00	1,00	0,10	0,10	0,46
referencia máxima	100,00 (50,00 in children)	1250,00	6,00	80,00	8,00	12,00	0,20	1,00	1,50

Aparte de los casos del plomo y del arsénico, los niños tienen casi siempre concentraciones de metales inferiores a los adultos. Esto es bastante normal porque siendo los niños más pequeños tienen una exposición mucho menor respecto a los adultos.

La situación de los metales en la sangre de la población es muy preocupante.

Plomo. El promedio de los niños es de 82,57 ppb (partes por billón), esto significa más de una vez y medio el límite máximo. El 83,3% de los niños tiene plomo sobre lo consentido y en algunos casos estos valores son muchas veces por encima del máximo permitido. Por ejemplo el individuo número 7 que, con solo diez años tiene valores de plomo 4 veces y medio más del máximo consentido. En el caso de los adultos solo dos tienen valores por encima de los límites, pero todos tienen valores bastante altos y el promedio es de 61,94%. Un valor bastante alto.

Cobre. El cobre tiene niveles generalmente por debajo del límite mínimo. Aunque el promedio está dentro de los estándares, el 41,4% de los pacientes tiene valores por debajo de los estándares. Esto puede ser debido a la presencia de los demás metales, el cobre tiene mecanismos de osmoregulación intracelular muy precisos y probablemente es por esto que tiene valores tan bajos.

Aluminio. El aluminio tiene valores promedios muy preocupantes. El valor promedio general es de 23,29 ppb (partes por billón) y llega a 30,07 ppb (partes por billón) en los adultos. Esto significa que en el caso de los adultos este valor es más

de 5 veces el máximo permitido. Hay casos (por ejemplo el número 36) que tienen más de 9 veces y medio el límite. Preocupante también que el 100% de los casos están por encima del límite, y el 100% de los adultos son por encima del doble del límite permitido.

Selenio. También para el selenio la situación es preocupante. Los valores promedios son más altos de los límites y el 88,2% de los adultos tiene valores sobre el máximo.

Manganeso. En el caso del manganeso el promedio de los adultos es por encima del doble del máximo permitido. Para los niños el valor es un poco más bajo pero también es preocupante. El 90,2% de los casos tienen valores por encima de lo permitido.

Arsénico. El arsénico también tiene valores promedios por encima de lo permitido. Hay casos como los niños 8, 9 y 18 que, a pesar de no tener más de 12 años tienen valores superiores al doble de lo permitido de este metal tan peligroso que hace tiempo era utilizado como veneno. El 75,6% de los casos tienen valores de arsénico sobre lo permitido.

Cromo. La situación del cromo es muy preocupante. El 100% de los casos presentan concentraciones por encima de lo permitido y todos los casos (menos uno - 97,6%) son por encima del doble de lo permitido. El promedio general es casi tres veces lo permitido y hay casos (32, 35, 36) que tienen concentraciones casi 6 veces lo permitido y que son casos muy preocupantes.

Níquel. También en el caso del níquel la situación es altamente preocupante. El valor promedio es 6 veces el máximo permitido y el 100% de los casos presentan concentraciones superiores a 4 veces el máximo permitido con casos de 10 veces lo permitido, el caso 32 es una muestra de esta situación muy grave.

Cadmio. En el caso del cadmio la situación es un poco menos grave pero también deja preocupación. El promedio de los adultos es sobre el límite y 52,9% de los adultos tienen valores sobre lo permitido con casos (el número 40) de más de tres veces el máximo consentido. En el caso de los niños la situación es un poco menos grave, nótese que solo un niño (4,2%) presenta valores sobre lo permitido, pero todavía es importante mantener la situación bajo control.

La Mortalidad en el Centro Poblado de Paragsha.

Malformaciones congénitas.

En el año 2007 en Paragsha se registrados 19 muertes totales; de estas 3 fueron por “malformación congénita” y representan el 15,79% de los muertos y es la primera causa de muerte en todo Paragsha (junto con cáncer: 15,79%). En el caso de los niños entre 0 y 6 años, siempre en el 2007, fallecieron seis; de estos, 2 niños fallecieron por “malformaciones congénitas” que representan el 33,33% (datos elaborados en base a los datos presentes en la Municipalidad de Paragsha).

A nivel nacional en el 2003 (datos mas recientes no existen) fallecieron por “malformaciones congénitas” 1,000 personas sobre 94,162 totales, lo que representa el 1,06% del total.

Es decir que en Paragsha hay una mortalidad por “malformaciones congénitas” 15 veces más alto de los niveles nacionales. En el caso de los niños este valor llega a ser 33 veces más alto de lo nacional.

Muchos de los metales encontrados en el agua y también en la sangre de la población son teratígenos, o sea provocan mutaciones congénitas. Dicho esto no es difícil concluir que estas muertes pueden ser debidas a la contaminación de la zona.

Otros datos interesantes son las muertes en los adolescentes (10-19 años) por “lesión autoinfligida intencionalmente”. Estas representan el 18% del total para este grupo etario. Esto nos indica que la vida en Paragsha y en Pasco no debe ser muy fácil y poco apreciada por los jóvenes.

CONCLUSIONES

Sobre la Situación de los Recursos Hídricos en Pasco.

La situación de la calidad de las aguas se encuentra en una situación crítica, principalmente por los impactos de la actividad minera. A pesar de una abundancia de recursos en toda la zona (ver el capítulo sobre el área de estudio) el abastecimiento para la población es bastante reducido, muchos barrios no tienen agua si no una hora diaria o cada dos días.

Además del abastecimiento de agua, también la condición químico físico de las aguas en la zona es muy crítica. El Río Huallaga es el río que se encuentra en mejor condición. El pH se encuentra alcalino a lo largo de todo el río y también se encuentran valores bastantes altos de arsénico, aluminio y estaño; sin embargo, es preocupante la presencia de altas cantidades de plomo en los puntos H2 y H3 que se encuentran después de la salida de aguas del proyecto minero Atacocha. También los valores de aluminio, cadmio y arsénico (todos metales muy dañinos por la salud) aumentan mucho después de la salida de aguas de la mina Atacocha. Algunos valores vuelven más bajos en el punto H3 gracias a la afluencia de aguas más limpias desde otros ríos menores.

El Río Tingo tiene una condición particular dado que en su manantial han sido puestas grandes cantidades de rocas de desecho a lo largo del tiempo. Así el Río Tingo se encuentra con concentraciones de metales muy altas en la parte alta de la cuenca y concentraciones mucho mas bajas en la parte baja. En la parte alta metales como manganeso, aluminio, cadmio y plomo se encuentran con concentraciones superiores hasta en 50 veces los valores consentidos por la OMS. En su cuenca el Río Tingo recibe muchos afluentes que limpian el agua, así que hay un efecto de dilución sobre la concentración de todos los metales presentes en el río. A pesar de esto muchos metales (entre los peligrosos plomo, cadmio y arsénico) se mantienen en concentraciones sobre los límites de ley hasta su confluencia con el río Huallaga afectando así a los más de 15,000 habitantes que viven en esta cuenca. De hecho el agua no es bebible ni se puede utilizar para los animales ni para los cultivos. Los metales presentes son residuales, es decir que se desplazan a lo largo de la cadena alimenticia, así que el agua del Río Tingo es totalmente inservible para cualquier uso.



El Río San Juan tiene una situación todavía más preocupante, sobretodo después de la conjunción de este con el riachuelo de desecho de la empresa VOLCAN. Dicho riachuelo (que la empresa declara “agua neutra de mina” ver imagen a lado) tiene valores de metales muchas veces por encima de lo máximo recomendado por la OMS. Esta agua tiene aluminio casi 11 veces más alto, hierro 10 veces, manganeso casi 16 veces, arsénico 15 veces el límite OMS. Lo más preocupante es el plomo que tiene una concentración de 431 veces el límite de la OMS. Dicho riachuelo se conjunta al río San Juan cerca de la mina AUREX y desde allí la concentración de metales en el Río San Juan aumenta en gran medida. El arsénico aumenta 8 veces, el aluminio y el cadmio más de 20, el hierro 165 y el plomo 120 veces. El agua del Río San Juan, que antes de encontrar el riachuelo de VOLCAN es bastante limpia, después de esta confluencia se encuentra totalmente contaminada y es agua imposible de tomar y tampoco se puede utilizar para riego o para la agricultura. La presencia de muchos metales se mantiene alta hasta su confluencia con el Lago de Junín que esta a más de 30 Km. de dicha confluencia.

Situación todavía peor la que se encuentra en la laguna de Quiulacocha, donde las empresas mineras han tirado sus desechos por años. Allí la situación es muy grave, el aluminio 160 veces más alto de los límites, el plomo 80, el cadmio 83, el hierro 833, el manganeso 445 y el arsénico 465. Valores que hacen totalmente imposible la vida en esta agua, sino por algunas bacterias particularmente adaptados.

Sobre el Agua de Consumo Humano en Cerro de Pasco.

La situación no mejora tampoco cuando hablamos de las aguas del caño de la ciudad de Cerro de Pasco, y en particular de Chaupimarca. Allí el agua, además de llegar por solo una hora cada día, es bastante contaminada. En particular esta agua tiene valores muy altos de aluminio, estaño, cromo, plomo y arsénico. Estos metales (en particular los últimos tres) son particularmente tóxicos y se encuentran en concentraciones muy elevadas en el agua que todo el mundo bebe y que usa para cocinar y limpiarse. Importante es confirmar que estos metales no se van al hacer hervir el agua, si no se concentran aun más. Así que toda la población de Cerro de Pasco esta sujeta a una contaminación por metales debido a la contaminación del agua de consumo humano.

Sobre la Salud de la Población del Centro Poblado de Paragsha.

En la población de Paragsha existen valores muy altos de metales en la sangre; los analizaremos uno por uno.

El plomo tiene un valor promedio en los niños superior a lo que la OMS declara como limite máximo, en general hay 22 casos sobre 41 (53,66%) donde el valor del plomo en la sangre es superior al limite. Hay que precisar pero que el limite de 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ (50 para los niños) es un valor que muchos consideran muy alto. En Europa, por ejemplo, cada individuo que tiene una concentración de plomo en la sangre superior a 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ es hospitalizado. Esto quiere decir que, **si estuviéramos en Europa el 100% de la población analizada en Paragsha sería hospitalizada de inmediato.**

El cobre tiene valores muy variables y ligeramente más bajos del límite inferior. Esto probablemente es debido al hecho que dicho metal tiene un nivel de osmoregulación muy sensible.

En el caso del aluminio todos los pobladores analizados tienen valores por encima del límite de la OMS. Y dado que el aluminio es muy abundante en el agua del caño como en la de los ríos no es difícil relacionar las cosas. El promedio general es casi cuatro veces el máximo permitido.

También en el selenio las concentraciones son muy altas y en el 88,2% de los casos es por encima de los límites máximos permisibles.

Para el manganeso el 90,2% de los pobladores tiene valores por encima de lo permitido y el valor promedio en los adultos es casi el doble del máximo permitido.

En el arsénico el 75,6% de los casos analizados están por encima del máximo permitido, algunos niños tienen más del doble de lo permitido. El arsénico es muy tóxico, tanto que es usado como veneno y tan residual que ha sido encontrado en los tejidos de Napoleón, muerto en 1821.

Por el lado del cromo (fuente cancerígeno), todos los casos, menos uno, se encuentran por encima del doble de lo permitido. También el cromo se encuentra en abundancia en el agua del caño, así que su concentración en la sangre puede fácilmente ser relacionada con esto.

En el caso del níquel la situación es todavía más grave: **el valor promedio es 6 veces el máximo permitido y el 100% de los casos presentan concentraciones superiores a 4 veces el máximo permitido con picos de 10 veces lo permitido.**

En el caso del Cadmio el 52,9% de los adultos y el 4,2% de los niños tienen valores en la sangre superiores a lo permitido por la OMS.

Una situación igual de grave se encuentra también en las tasas de mortalidad, sobretodo la mortalidad infantil en Paragsha, en donde las muertes por “malformaciones congénitas” son 15 veces más alto que los niveles nacionales. Si analizamos el caso de los niños, este valor llega a ser 33 veces más alto de lo nacional. Esto es fácilmente comprensible si consideramos que los metales presentes en las aguas y en la sangre de los pobladores son teratígenos, ósea provocan malformaciones genéticas.

RECOMENDACIONES

Actualmente una vida saludable y digna no es posible en Cerro de Pasco. La situación del agua y de la salud de los pobladores de la ciudad no es sustentable si persisten las actuales condiciones.

Para una vida saludable en la ciudad de Cerro de Pasco algo tiene que cambiar, la situación del agua debe mejorar, tanto en cantidad como en calidad; este no es sólo un trabajo de la Empresa Municipal del Agua, sino de las autoridades y la propia población.

Además se deben adoptar políticas diferentes en la gestión de los recursos hídricos, los cuales deben necesariamente ser protegidos. Es desde el agua que nace la vida y no es posible mantener la vida si el agua esta tan contaminada como en la zona de Cerro de Pasco.

Las empresas mineras que están contaminando los recursos hídricos de la zona deben cambiar su forma de extracción y procesamiento de los minerales para tutelar más la naturaleza y los seres humanos que viven y dependen en ella.

Es el Estado a través de sus instituciones a nivel nacional, regional y local quien debe cautelar que ningún centro poblado o ciudad este tan cerca de la actividad minera.

Es necesario que las comunidades campesinas, la población en general y sus diversas organizaciones tomen mayor conciencia y sobre todo acción para cautelar los recursos de su territorio y exigir que las instituciones pertinentes cumplan con las normas de convivencia ambiental. y social.

Centro Labor

BIBLIOGRAFÍA

A. N. Korobeinikov, F. P. Mitrofanov, S. Gehör, K. Laajoki, V. P. Pavlov and V. P. Mamontov; Geology and Copper Sulphide Mineralization of the Salmagorskii Ring Igneous Complex, Kola Peninsula, NW Russia *Journal of Petrology* | Volume 39 | Number 11-12 | Pages 2033-2041 | 1998 © Oxford University Press 1998

Ballhaus, C.G. & Glikson, A.Y., 1995, Petrology of layered mafic-ultramafic intrusions of the Giles Complex, western Musgrave Block, central Australia. *AGSO Journal*, 16/1&2: 69-90.

Beane Freeman LE et al. Toenail arsenic content and cutaneous melanoma in Iowa. *Am J Epidemiol*. Oct 1 2004

Centro para la Prevención y Control de Enfermedades (CDC), Atlanta, EE.UU. Exposiciones a metales pesados en niños y mujeres en edad fértil en tres comunidades mineras de Cerro de Pasco. 2008; también Cheikh Wade, Bernhard Dold, y Lluís Fontbote, “Geochemistry and Mineralogy of the Quiulacocha Tailings Impoundment from the Polymetallic Zn-Pb-(Ag-Bi-Cu) Deposit Cerro de Pasco, Peru,” trabajo presentado en la 7ma Conferencia Internacional sobre el Drenaje Ácido de Mina (ICARD), 26-30 de Marzo del 2006, St. Louis, Missouri. Para el caso de La Oroya, ver Anna K. Cederstav y Alberto Barandirarán, *La Oroya No Puede Esperar*, Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental y Asociación Interamericana por la Defensa del Ambiente, 2002.

INRENA. Plan Maestro de la Reserva Nacional de Junín, Junín, Perú. 2000. Págs. 8 - 11.

IPCS (1998) Copper. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 2000).

IPCS (1999) Manganese and its compounds. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Concise International Chemical Assessment Document 12).

Jong T, Parry DL. Microbial sulfate reduction under sequentially acidic conditions in an upflow anaerobic packed bed bioreactor. *Water Research* 40, 2561-2571 (2006).

Josh DeWind, *Peasants into Miners: The Evolution of Industrial Mining Systems in Peru*, New York: Garland Publishing, 1987, pp.230-241; Florencia Mallon, *The*

Defense of Community in Peru's Central Highlands: Peasant Struggle and Capitalist Transition, 1860-1940, Princeton University Press, 1983, pp. 226-229.

Leshner, C.M., Arndt, N.T., and Groves, D.I., 1984, Genesis of komatiite-associated nickel sulfide deposits at Kambalda, Western Australia: A distal volcanic model, in Buchanan, D.L., and Jones, M.J. (Editors), Sulphide Deposits in Mafic and Ultramafic Rocks, Institution of Mining and Metallurgy, London, p. 70-80.

Volcan Compañía Minera S.A.A. Memoria Anual 2007.

WHO (2003) Aluminium in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/53).

WHO (2003) Copper in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/88).

WHO (2003) Iron in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/8).

WHO (2003) Manganese in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/104).

WHO (2003) Zinc in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/03.04/17).

Páginas Web.


Google earth: <http://earth.google.com/>

Portal de la Bolsa de Valores del Perú: www.conasev.gob.pe

Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/>

Anexo N° 01

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL ESTUDIO

	PERÚ	Ministerio de Salud	Instituto Nacional de Salud	Comité Institucional de Investigación
<p>“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú” “Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Extrema”</p>				
<h2 style="text-decoration: underline;">CONSTANCIA</h2>				
<p>El que suscribe, Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Salud, deja constancia que el proyecto de investigación titulado “Análisis de agua en las cuencas de los ríos, Tingo, Alto Huallaga y San Juan. Y análisis de diez metales en la sangre de la población infantil del Centro Poblado de Paragsha - Simón Bolívar – Pasco”, ha sido Evaluado y Aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación, no habiéndose encontrado objeciones en dicho protocolo de acuerdo a los estándares propuestos por nuestro Comité, y que se ejecutara bajo la responsabilidad del Licenciado Flaviano Bianchini, en el centro poblado de Paragsha, en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan, del departamento de Cerro de Pasco, incluyendo los siguientes documentos:</p>				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protocolo de investigación, del 16.01.2009. ▪ Consentimiento Informado para Padre / Tutor, del 06.02.2009. (02 folios) ▪ Asentimiento Informado para niños menores de 12 años de edad, del 06.02.2009. (01 folio) 				
<p>La fecha de vigencia de esta aprobación por el Comité Institucional de Ética en Investigación del INS será hasta el 10 de febrero del 2010.</p>				
<p>Los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.</p>				
<p>Jesús María, 10 de febrero del 2009</p>				
				
<p><i>Dr. Neptalí Cueva Maza</i> Presidente Comité de Ética en Investigación Instituto Nacional de Salud</p>				
<p>Oficina General de Administración Av. Defensores del Moro No. 2268 (ex Huayta Chombas) - Lima 5 Central - 251 6151 Teléfono - 251 2215 Fax - 251 4439 e-mail - oga@ins.gob.pe</p>	<p>Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente Para la Salud Las Amaditas N° 250 Lima - Lima 5 Central - 221-8872 Teléfono - 221-8873 e-mail - cnao@ins.gob.pe</p>	<p>Centro Nacional de Productos Biológicos Av. Defensores del Moro No. 2268 (ex Huayta Chombas) - Lima 5 Central - 251 6151 Teléfono - 467-0922 Fax - 467-0979 e-mail - cnpb@ins.gob.pe</p>	<p>Centro Nacional de Alimentos y Nutrición Tabor y Saenz N° 275 Jesús María - Lima 11 Central - 433-9359 Teléfono - 261-1181 Fax - 463-9577 e-mail - cenang@ins.gob.pe</p>	<p>Centro Nacional de Control de Calidad Av. Defensores del Moro No. 2268 (ex Huayta Chombas) - Lima 5 Central - 251 6151 Teléfono - 251 6996 Fax - 467 1218 e-mail - nccc@ins.gob.pe</p>
<p>NCM / NLF / HII</p> <p>Reg. 1012-09 Exp. 01-2009</p>				
<p>Cápeto Yupanqui No. 1400, Jesús María, Lima 11 Teléfono: 471-9920, 471-9925, 471-9843 Fax: 471-0179 e-mail: postmaster@ins.gob.pe / Página Web: www.ins.gob.pe</p>				

Anexo N° 02

CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO: PADRE / TUTOR

Análisis de agua en las cuencas de los ríos, Tingo, Alto Huaitaga y San Juan. Y análisis de diez muestras en la sangre de la población infantil del Centro Poblado de Paragaguá - Simón Bolívar - Pasco.

Consentimiento para la Participación en el Estudio – Padre/Tutor Metales Pesados en Comunidades Mineras Cerro de Pasco, Perú 2009

Este documento de consentimiento informado estará disponible en español. El documento de consentimiento será leído en voz alta a todos los padres o tutores de niños participantes. Se le pedirá a los padres/tutores que proporcionen una firma o la impresión dactilar de su dedo pulgar para documentar el consentimiento informado. El documento de consentimiento informado solicitará permiso para:

- 1) la administración de la encuesta del estudio;
- 2) la recolección y análisis de muestras de laboratorio;
- 3) el almacenamiento de las muestras;

1. Introducción y propósito

Buenos Días. Mi nombre es Flaviano Bianchini, biólogo de profesión. Y, estoy trabajando por la Universidad de Pisa, Italia. Estamos trabajando juntos para responder a las preocupaciones de la comunidad sobre la exposición a los metales pesados tales como el plomo, el arsénico, el cromo y más. Queremos hacerle algunas preguntas acerca de su niño(a) y obtener una muestra de sangre de él(ella). Estas muestras se analizarán para metales pesados. Los resultados del estudio ayudarán al Ministerio de Salud para tomar decisiones importantes para proteger la salud de su comunidad.

2. Procedimientos

Usted puede escoger si decide dejar participar a su niño(a) en este estudio o puede decidir no dejarlo(a) participar en este estudio. Es su decisión. Nosotros le explicaremos todos los detalles de este estudio. Por favor pregúntenos si usted no entiende algo. Queremos responder a todas sus dudas. Queremos que usted decida lo mejor para la salud de su niño(a). Usted debe decidir entonces si quiere que participe en el estudio. Si usted decide dejarlo(a) participar en este estudio, entonces necesitará firmar esta forma. Le daremos una copia de esta forma. Después de que usted firme el consentimiento, empezaremos con el estudio.

Estos son algunos detalles sobre el análisis de sangre. Tomaremos acerca de 20 ml de sangre del brazo de su niño(a), más o menos la misma cantidad que dos cucharas. El análisis de su sangre nos ayudará a saber más acerca de su salud. El análisis de sangre nos dirá si tiene niveles altos de algunos metales pesados. Precisamente: plomo, arsénico, aluminio, cadmio, manganeso, cobre, zinc, níquel, cromo y selenio.

3. Almacenamiento de las Muestras

Las muestras serán analizadas entre de una semana de cuando se tomaran. La sangre que no será utilizada para los análisis será destruida. Las muestras no serán usadas con fines comerciales.

4. Riesgos de Incomodidades

Su niño(a) puede sentir una picazón ligera o un pellizco en su brazo cuando tomemos sangre de su brazo. Su niño(a) también puede ver un pequeño moretón. Algunas personas sienten un poco de mareadas o se desmayan. Esto no ocurre a menudo. No anticipamos ningún otro riesgo por participar en este estudio.

5. Beneficios

Si usted decide dejar que su niño(a) participe en este estudio, usted puede conocer más sobre su salud. La sangre de su niño(a) será analizada para metales pesados. La información que usted nos proporcione puede ayudar al Ministerio de Salud y otros organismos a proteger la salud de su comunidad.

6. Confidencialidad

Todos los resultados de los análisis serán mantenidos en secreto tanto como lo permita la ley. Para proteger su privacidad, nosotros no pondremos su nombre en los registros del estudio, pondremos un código numérico. Mantendremos sus registros cerrados bajo llave. Solo personal autorizado podrá leer los registros. Su nombre o cualquier otro dato que pueda

08.02.2009

Instituto Nacional de Salud
Comité de Ética en Investigación
APROBADO
Firma:  Fecha: 10 / 2 / 9

Análisis de agua en las cuencas de los ríos, Tingo, Alto Huallaga y San Juan. Y análisis de diez metales en la sangre de la población infantil del Centro Poblado de Paragshe - Simón Bolívar - Pasco.

Identificarlo no serán mencionados cuando presentemos este estudio o publiquemos los resultados.

7. Costo/Pago

No hay ningún costo o pago para usted si decide participar en este estudio.

8. Derecho a Negarse o Retirarse

Antes de empezar, queremos asegurarnos que usted entienda que depende de usted si participa o no en este estudio. Usted tiene el derecho para abandonar este estudio en el momento que quiera y por cualquier motivo.

9. Derecho a queja.

En caso que usted desea hablar acerca del estudio porque cree que ha sido tratado injustamente o que se le ha hecho algún daño al participar en este estudio, por favor comuníquese con el Dr. Neptalí Cueva Maza, presidente del comité de Ética del Instituto Nacional de Salud al teléfono 01-471-9920 (Lima).

10. Personas a quien contactar

Hay varias personas a las que usted puede llamar si tiene cualquier pregunta. Si usted tiene cualquier pregunta sobre este estudio o si le decide que sus muestras sean retiradas del almacenamiento, por favor avise a

- Biólogo Flaviano Bianchini al número (01) 985359040. Si habla español.
- Asociación Civil Centro de Cultura Popular LABDR, Jirón Junín 265 Chaupimarca, Cerro de Pasco. Número de teléfonos: 422410-422627
- Municipalidad Distrital de Simón Bolívar-Pasco, Plaza Simón Bolívar, Rancas.

11. Su consentimiento

Yo acepto participar en este estudio. Se me ha explicado la información en este formulario de consentimiento. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas. Yo siento que todas mis preguntas han sido contestadas. Reconozco que al participar en este estudio es mi decisión.

Yo doy consentimiento para que mi sangre sea tomada.	SI	NO
--	----	----

He leído o se me ha leído este formulario. Al firmar debajo, yo acepto que mi niño(a) participe en este estudio.

Nombre y firma del PADRE/TUTOR _____

El voluntario del estudio no puede leer. Yo testifico que este formulario de consentimiento ha sido leído con precisión y claridad al voluntario del estudio.

Nombre y firma del TESTIGO _____

Huella digital del pulgar del PADRE/TUTOR _____



VERSION DE LA TOMA DE MUESTRA _____ FECHA _____

06.02.2009



Firma: _____ Fecha: 10 / 2 / 9

Anexo N° 03

ASENTIMIENTO INFORMADO PARA MENORES DE 12 AÑOS DE EDAD

Análisis de agua en las cuencas de los ríos Tingo, Alto Huallaga y San Juan. Y análisis de diez metales en la sangre de la población infantil del Centro Poblado de Paragsha - Sierrín Boiyar - Pasco.

Asentimiento Informado que será leído a los participantes Menores de 12 años de Edad

Hola mi nombre es Flaviano Bianchini.

Soy un investigador de la universidad de Pisa, en Italia. Estamos estudiando la contaminación por parte de metales pesados en la sangre. Te estamos invitando a unirse a este estudio porque tal vez tienes metales pesados en tu sangre, y si es así podremos tomar unas medidas para que tu salud mejore.

Queremos que tú participes en nuestro estudio. Si tú quieres participar, entonces:

- Te tomaremos una muestra de sangre del brazo (cerca de 2 cucharas), esto nos ayudará para saber si tienes metales en la sangre.

Si no quieres, no tienes que participar en este estudio. Si no participas, esto no cambiará en nada las cosas en tu casa o en el colegio.

Tus padres saben de este estudio. Están de acuerdo en que participes pero no pueden obligarte a participar si tú no quieres. Ellos estarán contigo todo el tiempo.

Si deseas hablar con alguien acerca de este estudio puedes llamar a:

- Flaviano Bianchini. Teléfono: 01985359040
- Centro de Cultura Popular LABOR. Jirón Junín 266 –Chaupimarca- Cerro de Pasco. Teléfono: 063422410

Si deseas hablar acerca del estudio porque crees que has sido tratado injustamente o que se le ha hecho algún daño al participar en este estudio, por favor comuníquese con el Dr. Neptalí Cueva Maza, presidente del comité de Ética del Instituto Nacional de Salud al teléfono 01-47199520 (Lima)


¿Tienes alguna pregunta? SI NO

¿Quieres colaborar con el estudio? SI NO

 Mi nombre es (nombre del participante) Firma
 Fecha: _____

 Nombre y Apellidos del Entrevistador Firma
 Fecha: _____

001 02 2009

 Instituto Nacional de Salud
 Comité de Ética en Investigación
APROBADO
 Firma: _____ Fecha: 10/12/09



Consejo Municipal
Municipalidad Distrital Simón Bolívar
2006 - 2010



Lic. Celestino Ureta Atachagua
Alcalde

Lic. Hugo Sosa Santiago
Teniente Alcalde

Regidores

Lic. Elvis Borja Silvestre
 Lic. Nilton Pagán Vivar
 Obst. Denis Cristobal Ortiz
 Lic. Wuile Sarmiento Porras



Lic. Flaviano Bianchini

Bianchini Flaviano, nacido el 02 de febrero de 1,982 en Italia; reconocido activista por los Derechos Humanos y el Medio Ambiente, posee el Diploma de Químico otorgado por el Instituto Técnico Industrial “A. Merloni” de Fabriano – Italia el año 2001.

En el 2003 perteneció a la sección Milán de Amnistía Internacional, mientras que el 2005 es reconocido como *Licenciado en Ciencias y Tecnologías por el Ambiente y la Naturaleza* de la Universidad de Estudios de Camerino (Italia) con la Tesis “Aspectos tróficos de los Anuros en la presa lacustre Ciric, Iași, Rumania y proyecto de educación a la tutela de los anfibios”; asimismo, tiene la mención de especialización en Gestión y Valorización de los Recursos Naturales, otorgado por la Universidad de Pisa – Italia. Flaviano Bianchini ostenta el grado de Magister en Derechos Humanos otorgado por la Escuela Sant’anna de Pisa.

Como profesional entre febrero y marzo del año 2003 brindó sus servicios como voluntario en el Centro de Recuperación de Fauna Salvaje de Torreferrusa (Barcelona – España). Entre el 2002 y el 2003 a colaborado con el “Parque Regional Gola della Rossa e di Frasassi” en el servicio “Gestión de Fauna” prestando servicio en el ámbito del Plan de Gestión de la Fauna Salvaje.

De febrero del 2006 a febrero del 2007 a ejecutado el proyecto “El Oro del Guatemala”, financiado por la Cooperativa Social Il Tulipano, www.iltulipano.org, cuyo trabajo consistió en el análisis de la polución de las aguas causadas por las minas de oro a cielo abierto y en la defensa de los derechos humanos de las poblaciones indígenas, trabajo desarrollado en colaboración con el Colectivo Ecologista MadreSelva del Guatemala, el Comité Ambientalista Valle de Siria de Honduras y CEICOM de El Salvador.

Durante el 2007 a dirigido una serie de conferencias organizadas por Amnistía Internacional en toda Italia sobre el impacto ambiental, sanitario y social de las minas de oro en América Central; asimismo, a participado como Relator en la Reunión Anual de Amnistía Internacional en Vasto (CH) desarrollada en abril del 2007 y en el Seminario “Ciencia y Derechos Humanos” organizado por la Universidad de Palermo en diciembre del 2007.

Durante su vida académica y profesional ha escrito diversas publicaciones entre las que resaltan:

“Diet composition during breeding period in populations of *Bufo viridis*, *Pelobates Fuscus* and *Rana esculenta* complex from Ciric river’s basin (Iași, Romania)”. An. Șt. Univ. Al. I. Cuza Iași, s. Biologie Animală. Andreea Nicoară, Mircea Nicoară, Flaviano Bianchini, 2005.

“Calidad del agua en el área de explotación minera del Proyecto San Martín, en el Valle de Siria y repercusiones sobre la Salud Humana”. 2006.

“Calidad del agua en la zona de explotación minera de San Sebastián, común de Santa Rosa de Lima, Departamento de Usted Unión, El Salvador”. 2006.

“Calidad del agua del Río Tzalá, común de Sipakapa, Departamento de San Marcos. Guatemala”. 2007.

En el junio del 2008 escribió un capítulo del expediente “Derechos Humanos y Derechos Ambientales” para la Publicación “La Nueva Ecología” de la Revista Legambiente.

En el 2009 realizó el Estudio “Evaluación de la Calidad de los Recursos Hídricos en la Provincia de Pasco y de la Salud en el Centro Poblado de Paragsha” para el Centro de Cultura Popular Labor.

Por su trabajo a favor de los valores de respeto al medio ambiente y a los derechos humanos, recibió en junio del 2006 el reconocimiento “**Día del Trabajador Social**” de la Universidad San Carlos de Guatemala.

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN LOS TALLERES GRÁFICOS
SONIMAGENES S.C.R.L.

Av. 6 de agosto 968 – Jesús María

Teléfono: 332-3964

E-mail: adm@sonimagenes.com



Centro de Cultura Popular

e-mail: centrolabor@laborpascoperu.org.pe

Web: www.laborpascoperu.org.pe