



**MINISTERIO DE ENERGIA  
Y MINAS**



**DIRECCION GENERAL DE  
ASUNTOS AMBIENTALES**

**ESTUDIO DE EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE PLANTEAMIENTOS PARA  
REDUCCION O ELIMINACION DE LA CONTAMINACION DE ORIGEN MINERO EN LA  
CUENCA DEL RIO HUAURA**

**JUNIO 1998**

## INDICE

1. **INTRODUCCION**
  - 1.1. ANTECEDENTES
  - 1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS CUENCAS
  - 1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO
  - 1.4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO
  
2. **DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES FISICOS Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DE LA CUENCA.**
  - 2.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA
  - 2.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
  - 2.3. CLIMA Y METEOROLOGIA
  - 2.4. HIDROLOGIA DE LA CUENCA
  
3. **GEOLOGIA REGIONAL**
  - 3.1. GENERALIDADES
  - 3.2. GEOMORFOLOGÍA
  - 3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL
  - 3.4. SISMICIDAD
  - 3.5. GEOLOGÍA MINERA
  
4. **ECOLOGIA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA**
  - 4.1. INTRODUCCIÓN
  - 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE VIDA Y FORMACIONES ECOLÓGICAS
  
5. **ACTIVIDAD MINERA EN LA CUENCA DEL RIO HUAURA**
  - 5.1. GENERALIDADES
  - 5.2. TIPO DE ACTIVIDAD MINERA
  - 5.3. CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD MINERA
  - 5.4. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LA ZONA
  - 5.5. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LOS CUERPOS MINERALIZADOS
  - 5.6. YACIMIENTO DE CAUJUL
  - 5.7. YACIMIENTO DE MALLAY
  - 5.8. PROCESOS UTILIZADOS EN EL BENEFICIO DE MINERALES DE MINA
  - 5.9. DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES MINERAS EN LA CUENCA Y CONTAMINACIÓN
  - 5.10. DESCRIPCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUAURA
  - 5.11. DESCRIPCION DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO HUAURA
  
6. **TRABAJOS DE CAMPO**
  - 6.1. OBJETIVOS
  - 6.2. PLAN DE MUESTREO Y EVALUACION
  - 6.3. FUENTES DE CONTAMINACION

- 6.4. CRITERIOS PARA CONFORMACION DE LA UBICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACION E IMPACTOS
  - 6.5. COLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANALISIS DE LABORATORIO
  - 6.6. COLECCIÓN DE MUESTRAS
  - 6.7. PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS PARA MUESTREO Y EVALUACION DE SUELOS CON FINES AGRICOLAS
  - 6.8. ANALISIS DEL AGUA DE RIEGO
  - 6.9. OBTENCION DE DATOS PARA PLANEAMIENTO DE MEDIDAS DE REMEDIACION
7. ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES
- 7.1. IDENTIFICACION DE AREAS DE ACTIVIDAD MINERA RESPECTO A LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO
  - 7.2. CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL (EXCENDENCIAS SOBRE LOS LMP ESCOGIDOS)
  - 7.3. DETERMINACION Y ANALISIS DE CARGAS METALICAS DISPUESTAS AL RIO HUAURA
  - 7.4. BALANCE DE SULFATO
  - 7.5. BALANCE DE FIERRO
  - 7.6. BALANCE DE ZINC
  - 7.7. OTRAS CARGAS METALICAS
  - 7.8. EVALUACION DEL POTENCIAL DE DRENAJE ACIDO DE MATERIALES SOLIDOS DE LA CUENCA
  - 7.9. IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS SUELOS
8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
- 8.1. GENERALIDADES
  - 8.2. REDUCCION DE LA CONTAMINACIÓN
  - 8.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
9. DISEÑO CONCEPTUAL Y ESTIMADO DE COSTOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN
- 9.1. GENERALIDADES
  - 9.2. DISEÑO CONCEPTUAL
  - 9.3. PLAN DE IMPLEMENTACION DE PROYECTOS PRIORITARIOS

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El Perú es un país minero. Esta actividad representa aproximadamente entre el 40 y el 50% del producto de exportación. Su participación en la minería mundial destaca como producto de primer nivel en zinc, plata y estaño y, en menor escala, en plomo, cobre y oro.

En los últimos 5 ó 6 años, se ha vivido una etapa de apertura a la economía global y a las inversiones, lo cual está conduciendo a la presencia de capitales, privados, tanto nacionales como extranjeros, en las diferentes etapas de la actividad minera.

### **1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS CUENCAS**

El Decreto Legislativo 757, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, contiene las disposiciones requeridas para promover la inversión privada en todos los sectores de la economía nacional, dicta las disposiciones para dar seguridad jurídica a los inversionistas e incentiva un modelo de desarrollo que armoniza la inversión productiva con la preservación del medio ambiente. El Título 15° del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería señala los requerimientos ambientales que tiene que cumplir todo titular de actividad minera. Asimismo, el D.S. 016-93-EM y el D.S. 059-93-EM contienen el Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades minero-metalúrgicas. Se reglamenta el control de la contaminación en estas actividades mediante mecanismos tales como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos nuevos o ampliaciones mayores al 50 %, y los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para unidades en operación.

Además de la contaminación netamente inorgánica, como producto de la alteración de los minerales sulfurados, por los agentes del intemperismo (aire y agua), es posible también tener la presencia la contaminación orgánica, principalmente del tipo antropogénico, como producto de las actividades humanas de primera necesidad. Toda esta contaminación, inorgánica y orgánica, es la que al final discurre a la cuenca.

### **1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

El propósito del estudio es realizar la Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del Río Huaura, de la contaminación originada por la actividad minera histórica y presente, a fin de establecer los lineamientos del Programa de Adecuación Ambiental Minero de la Cuenca, así como formular un Programa de Restauración del Pasivo Ambiental Histórico, desarrollando, a nivel conceptual, los proyectos individuales que deben comprender estos Programas o Planes, incluyendo la estimación de costos de los mismos.

### **1.4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**

En primer lugar, se ha efectuado una amplia revisión de la mayor cantidad de información posible relacionada con este tema. Indudablemente, la información más valiosa y reciente la constituyen los programas de monitoreo de las empresas formales de la zona (del EVAP o PAMA y EIA).

Con estos resultados de análisis químicos y flujos volumétricos, se ha procedido a efectuar balances de agua y de carga sobre ciertos elementos contaminantes.

La siguiente etapa importante ha sido la visita al lugar, para efectuar trabajos muy específicos tales como la verificación de los impactos, toma de muestras faltantes, toma de nuevas muestras a fin de complementar los balances efectuados, realizar entrevistas a grupos de población y apreciar qué otras formas posibles de contaminación pueden existir en la cuenca (minas abandonadas, actividad de pequeña o micro minería, centros poblados, etc.).

La parte final ha consistido en estructurar un diagnóstico cuantitativo de la cuenca en lo que a contaminación relacionada con la minería se refiere, para luego plantear las soluciones a toda la problemática que no esté cubierta en los PAMAS de las empresas formales. Estos resultados serán invaluable para un seguimiento posterior de lo que sería el programa de adecuación de la cuenca.

## **2. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES FISICOS Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DE LA CUENCA.**

### **2.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA**

- **Situación y extensión**

El río Huaura nace en la Vertiente Occidental de la Cordillera de los Andes a más de 5,000 msnm., y discurre en dirección Oeste para desembocar en el Océano Pacífico.

Políticamente la cuenca forma parte de las provincias de Chancay y Oyón, pertenecientes al departamento de Lima; abarcando una extensión de 4,770 km<sup>2</sup>. Geográficamente, sus puntos extremos se encuentran entre los paralelos 10° 27' y 11° 13' de Latitud Sur y los meridianos 76° 32' y 77° 39' de Longitud Oeste.

- **Desarrollo vial y acceso dentro de la cuenca**

El acceso de la cuenca se realiza por el sistema de vías que integran las ciudades de Huaura y Huacho con todos sus distritos y otras ciudades ubicadas en la cuenca. La carretera longitudinal de la cuenca se inicia en la ciudad de Huacho uniendo las poblaciones de Huaura, San José, Quipico, Cañas, Sayán, Churín, Andajes, Oyón, Quichas; cruza la divisoria de las cuencas de los ríos Supe y Chancay, permitiendo la integración de los departamentos de Ancash, Lima y Huánuco.

- **Hidrografía y fisiografía.**

La cuenca es drenada por el río Huaura que tiene sus orígenes en los nevados y glaciares altitudinales y que pertenece a la Vertiente del Océano Pacífico siguiendo una dirección Suroeste.

Limita por el norte con las cuencas del río Supe y Pativilca, por el sur con la cuenca del río Chancay-Huaral, por el este con las cuencas de los ríos Marañón, Huallaga y Mantaro y por el Oeste con el Océano Pacífico Cuenta con un área de 3,015 km<sup>2</sup> por encima de la cota 1,800 m.s.n.m., área que corresponde a la denominada cuenca húmeda o "imbrífrica" del río Huaura que cuenta con un área total de 4,770 km<sup>2</sup>.

El río Huaura, que colecta el escurrimiento superficial de la cuenca, tiene sus orígenes en una serie de pequeñas lagunas ubicadas en las cercanías de la divisoria que separa a las cuencas de los ríos Marañón, Huallaga y Mantaro.

Entre estas lagunas destacan las de Surasaca, Cochaquillo, Patón, Coyllarcocha y Mancancocha, embalsadas y en actual operación, todas estas lagunas se hallan ubicadas a una altura de 4,500 m.s.n.m. y en la parte alta de la cuenca del río Huaura.

El río Huaura en un comienzo recibe el nombre de Quichas, manteniendo esta denominación hasta la localidad de Oyón y la desembocadura del río Pampahuay, a partir de la cual el río se denomina Huaura, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico.

En la parte inferior de la cuenca y como resultado de la disminución brusca de la pendiente y de la velocidad del agua, se produce la deposición del material aluviónico formando una llanura o cono de deyección. De acuerdo a estas características, la cuenca presenta dos zonas del valle que termina en un llano aluvial o cono de deyección que corresponde al 8% restante.

- **Población dentro de la cuenca.**

La población en la cuenca baja o valle es típicamente urbana y está localizada en la ciudad de Huaura y demás distritos periféricos. En esta área como en todas las ciudades de la costa, el crecimiento ha sido mayor a la tasa de crecimiento vegetativo, explicado por las corrientes migratorias del campo a la ciudad, ocasionando problemas socioeconómico complejos.

La población de la cuenca alta está distribuida en área rural y dentro de ésta, en terrazas o valles interandinos, siendo la actividad principal la agricultura. Sin embargo, la irregularidad en el tiempo de las aguas pluviales, como la irregularidad topográfica del área que dificulta la construcción de obras de infraestructura de riego, han convertido a dicha actividad, en una de subsistencia, sin un significado económico.

- **Tierras agrícolas dentro del área**

La fuente de agua más importante para el desarrollo de la agricultura, la constituyen los ríos y quebrada afluentes del río Huaura. En la provincia de Oyón, existe un área agrícola de 29,012 Ha de las cuales 10,270 Ha (37.2%) se encuentran bajo riego. Sin embargo, la disponibilidad de agua para riego es muy irregular y está sujeta a la estación lluviosa; únicamente 535 Ha (5.2%) disponen de riego permanente.

## USO AGRICOLA DE AGUA

Distrito	Superficie Cultivable (Ha)				
	Agricultura Riego Permanente	Agricultura Riego Temporal	Total Bajo Riego	Agricultura En seco	Total
Oyón	---	1,874	1,874	5,107	6,981
Pachangara	---	686	686	4,282	4,968
Andajes	298	591	889	537	1,426
Caujul	---	654	654	559	913
Navan	---	878	878	1,324	2,202
Cochamarca	95	772	867	181	1,048
Santa Leonor	25	827	852	2,499	3,351
Checras	117	1,899	2,016	966	2,982
Paccho	--	961	961	1,647	2,608
Leoncio Prado	---	1,428	1,428	1,105	2,533
Total	535	10,270	10,805	18,207	29,012

## 2.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Dentro del área de la cuenca del río Huaura, existe información cartográfica y topográfica diversa preparada y elaborada por entes especializados del Estado (IGN, SAN, INGEMMET, ect). Organos sectoriales de desarrollo (Oficina de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura, Catastro Minero) y levantamientos topográficos con mayor detalle elaborados para proyectos en el sector agricultura y minería.

Se indica a continuación la información cartográfica de interés que ha sido utilizada para el desarrollo del estudio de evaluación ambiental territorial dentro del ámbito geográfico de la cuenca del río Huaura.

Cartografía a escala : 1:100,000 elaborada por el IGN. El área de la cuenca del río Huaura está cubierta por las hojas : Oyon (22-j) Canta, (23-j), Ambar (22-i), Huaral (23-i) Barranca (22-h).



Cartográfica a escala : 1:25,000 elaborada por el IGN que comprende la superficie y hojas indicadas en el párrafo anterior.

Adicionalmente a la información cartográfica indicada, existe información vial, e información aerofotográfica.

### **2.3. CLIMA Y METEOROLOGIA**

- **Generalidades**

La caracterización de los elementos meteorológicos que modulan el clima de la cuenca del río Huaura se viene registrando adecuadamente en diferentes estaciones meteorológicas, ubicadas especialmente dentro de la cuenca.

Cabe recalcar la importancia de conocer el comportamiento climático por su interacción e implicancias en el impacto ambiental dentro de un ecosistema en el cual se desarrollan una gama de actividades humanas y principalmente aquellas referidas a la actividad minero-metalúrgica que puedan afectar significativamente al medio físico de toda la cuenca hidrográfica, afectando inclusive a otras actividades como la agricultura, y también a la flora, fauna y en última instancia deteriorando el medio ambiente, si es que no se identifica la interacción que tienen los elementos climatológicos con las actividades minero-metalúrgicas y no se toma las medidas correctivas correspondientes.

- **Características de los parámetros climatológicos**

- **Precipitación pluvial**

El escurrimiento natural se origina como consecuencia de las precipitaciones estacionales que ocurren en la cuenca alta y del deshielo de los nevados.

La precipitación pluvial varía desde escasos milímetros en la costa árida y desértica, próxima al mar, hasta alrededor de los 1,500 mm, en las nacientes del río Quichas, por encima de la cota 4,800 m.s.n.m.

Las precipitaciones que ocurren en las partes altas de la cuenca, durante los meses de Octubre a Mayo, tienen su origen en las masas de aire húmedo, de la cuenca del Amazonas. Durante los meses de lluvia, la dirección de movimiento de las masas de aire es tal que, a pesar de haber descargado esta su mayor cantidad de humedad de la vertiente oriental del continente, logran pasar a la otra vertiente con un grado de humedad suficiente para ocasionar precipitaciones de relativa importancia.

Virtualmente no ocurre ninguna precipitación bajo los 1300 metros de altitud, donde se observa el más bajo límite de vegetación natural.

Existe una alta correlación entre la precipitación y la altitud. Este análisis se realizó empleando los pluviómetros ubicados desde 100 m.s.n.m. La precipitación media anual fluctúa entre 1.2 mm. y 1,510 mm.

- **Temperatura.**

Al igual que la precipitación pluvial y tal vez con mayor nitidez, la temperatura es el elemento meteorológico cuya variación espacial está ligada al factor altitudinal.

Estudios efectuados por el ONERN dentro de la cuenca del río Huaura han permitido establecer variaciones medias anuales que van desde los 20°C en la Costa hasta los 6°C en las partes más altas. En costa, y hasta unos 800 m.s.n.m., la temperatura aumenta a medida que se avanza tierra dentro, a partir de los 800 m.s.n.m., temperatura desciende a medida que se gana en altitud.

En el sector altitudinal comprendido entre los 1,800 y 2,800 m.s.n.m. la gradiente térmica disminuye con la altitud, el promedio de temperatura es de 14°C.

En el sector inmediato, comprendido entre 2,800 y 3,700 m.s.n.m. se ha estimado un valor promedio de 10°C.

Finalmente, en el área comprendida entre los 3,700 y 4,200 m.s.n.m. se cuenta con la estación (Pachamachay, Surasaca, sobre los 4,200 m.s.n.m.) la temperatura promedio anual es de 8°C.

#### - **Humedad relativa**

La humedad relativa es mayor en la costa (85%) que en la sierra (64%). Igualmente se ha establecido que mientras en la costa es mayor durante el invierno, en la sierra es mayor en verano.

#### - **Evaporación**

Como patrón de comportamiento dentro de la cuenca del río Huaura, se puede indicar que la evaporación es mayor a medida que avanza en nivel, pero hasta una altitud, es decir, en cierta medida, este elemento meteorológico tiene una relación directa con la temperatura y una relación inversa con la humedad relativa.

#### - **Viento**

Este elemento meteorológico es controlado en la estación de Corpac Callao y, en base a tal información, se ha establecido que la velocidad del viento oscila entre 0 y 25 Km/hr en promedio.

### **2.4. HIDROLOGIA DE LA CUENCA.**

#### • **Descripción general**

El comportamiento hidrológico de la cuenca del río Huaura ha sido motivo de estudios por la ONERN en 1973. La cuenca tiene una extensión total del orden de 2,592 Km<sup>2</sup>, de los cuales 2,541 Km<sup>2</sup> pertenecen a la denominada cuenca húmeda. La cuenca alta presenta nevados importantes que contribuyen al mejoramiento del régimen de descargas del río Huaura en el período de estiaje, el caudal de escorrentía se incrementa con las precipitaciones estacionales.

Se dispone de registros de caudales medios diarios desde el año 1926, período más que suficiente para determinar el patrón de comportamiento hidrológico ya que dicho período multianual comprende información de años extremadamente húmedos en los cuales se ha presentado el "Fenómeno del Niño" y períodos secos.

Las descargas normalmente se concentran durante los meses de enero a mayo, estando el período de estiaje comprendido en el lapso entre julio y setiembre. Se ha establecido que el rendimiento medio anual en la cuenca húmeda es del orden de 303,490 m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>.

#### • **Comportamiento estacional del río Huaura.**

La ONERN, mediante el análisis de los hidrogramas de descargas diarias correspondientes al período multianual (1926-1968), ha podido diferenciar tres períodos dentro del ciclo anual: período de avenidas, de estiaje y un período transicional entre avenidas y estiaje.

- **Tendencia de las descargas anuales del río Huaura.**

Análisis estadísticos efectuados en base a la información histórica del período (1926-1968) ha permitido establecer una cierta tendencia a la disminución, a largo plazo, de los volúmenes de las descargas anuales.

### ANÁLISIS DE DESCARGAS EXTREMAS DEL RÍO HUAURA

PERIODO DE RETORNO (AÑO)	CAUDAL DE AVENIDAS (m3/seg.)
100	600
50	500
20	340
10	230
5	150

### DURACIÓN Y FRECUENCIA DE DESCARGAS

DURACION (%)	CAUDALES (m3/seg)
0	230
5	52
50	15
75	30
80	10
95	4.0
100	6.17

- **Hidrología de algunas areas específicas**

El conocimiento de la variación del nivel freático, así como de la calidad y cantidad de agua proveniente de tales acuíferos, dará pautas para plantear soluciones de control y/o mitigación de afluentes provenientes de las actividades mineras, los mismos que pudieran transportar elementos contaminantes.

### **3. GEOLOGIA REGIONAL**

#### **3.1. GENERALIDADES**

La geología regional de la cuenca comprende una secuencia de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas cuyas edades varían desde el Jurásico superior hasta el cuaternario reciente.

- **Rocas volcánicas**

Las rocas volcánicas están constituidas por andesitas, piroclásticas brechas de color gris verdoso, de textura porfirítica, constituyen terrenos aceptables para la ubicación de obras de Ingeniería, estos depósitos tienen su mayor distribución dentro de la cuenca alta y algunos sectores de las cuencas media y baja.

- **Depósitos sedimentarios**

Los depósitos sedimentarios comprenden unidades antiguas, de edad jurásico superior, cretáceo inferior y cretáceo superior. Las rocas jurásicas están representadas por lutitas de color negro, gris, verdoso y rojizo, algunas veces carbonosas (grupo Chicama), y en algunos sectores se hallan intercalados con horizontes delgados de cuarcita gris blanquecina; por su poca resistencia a los agentes de intemperismo da lugar a un relieve de formas topográficas suaves, como afloramiento típico.

Las rocas del cretáceo medio están representadas por paquetes gruesos de areniscas, cuarcitas blancas grises a pardas, intercaladas con lutitas pizarrosas, resistentes a la erosión lo que determina formaciones de cerros prominentes que destacan en la topografía de la región.

Acompañando a las rocas anteriormente mencionadas, se encuentran en la cuenca alta rocas calizas oscuras, intercaladas con lutitas negras a grises oscuras, lutitas arenosas pardo rojizas, limonitas marrón rojizas en capas gruesas y medianas, areniscas cuarzosas de color gris, componentes de las formaciones Chulec-Pariatambo.

Las rocas de cretáceo superior consisten en una serie de conglomerados, areniscas y lutitas (formación Huaylas) de aproximadamente 300 metros de grosor que afloran muy localmente.

- **Rocas ígneas**

Las rocas intrusivas en la cuenca del río Huaura forman parte del Batolito Andino y su afloramiento tiene gran amplitud de distribución. Estas rocas varían en composición desde diorita a granodiorita, con variaciones a adamelita y tonalita, existen afloramientos de granodiorita típicos.

#### **3.2. GEOMORFOLOGÍA**

- **Generalidades**

La cuenca del río Huaura pertenece a la vertiente del Pacífico y comprende sectores de la Costa y Sierra del departamento de Lima; de Oeste a Este, se puede diferenciar tres macro-unidades geomorfológicas:

Las pampas costaneras se desarrollan a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud aproximada a los 200 msnm. Están constituidas por terrazas aluviales y marinas, abanicos aluviales, dunas y mantos de arena.

El flanco occidental varía desde altitudes promedio de 200 msnm hasta los 3,500 msnm: se caracteriza por unidades geológicas de fuerte pendiente y por estar intensamente disectada por numerosos valles profundos.

La unidad del Altiplano se desarrolla en la sección oriental de la cuenca, aproximadamente desde los 3,500 msnm; se caracteriza por su topografía suave y más o menos ondulada.

- **Unidades geomorfológicas**

Se ha diferenciado los siguientes ambientes geomorfológicos:

- Ribera litoral
  - Llano aluvial-pampa costanera
  - Estribaciones del frente andino
  - Valle del río Huaura y quebrada tributaria
  - Altiplanicies
  - Area glaciada.
- La unidad de ribera litoral se ubica en una altitud estimada entre 0 y 50 msnm con una topografía llana de playa, limitada por cerros aislados constituyendo recursos para materiales de construcción.
  - La unidad Llano Aluvial.- Pampa costanera se ubica entre los 50 y 200 msnm con pendientes naturales del orden de 1° a 10° y afloramiento de colinas distribuidas muy localmente.
  - Las estribaciones del frente andino están entre las altitudes de 200 y 400 msnm, correspondiente a cerros que se ubican al Norte y Este, sobre el llano aluvial y pampas costaneras.
  - La unidad de valle y quebradas tributarias ocupa la mayor parte de la cuenca y está comprendida entre altitudes de 400 a 3,800 msnm, se caracteriza por presentar una topografía muy variada, con pendientes naturales comprendidas entre 5° y 35°, localmente pueden tener mayor pendiente.
  - La unidad de altiplanicies está comprendida entre las altitudes de 3,800 a 4,000 msnm, son de relieve moderado, disectada por las nacientes de los ríos quebradas, el área es estable en condiciones naturales.
  - La unidad de área glaciada se encuentra entre los 4,000 msnm y la divisoria de aguas de la cuenca a 4253 msnm. Presenta una morfología moderada a abrupta, producto del modelado glacial y fluvio-glacial, en condiciones naturales estables.

- **Parámetros geomorfológicos**

Los principales parámetros geomorfológicos establecidos son:

- Superficie de la cuenca.
- Forma de la cuenca.
- Sistema de drenaje
- Elevación de los terrenos
- Coeficientes denudacional y torrencialidad

El sistema de drenaje lo establece el río Huaura y sus tributarios considerándose como un sistema poco desarrollado, con una densidad de drenaje equivalente a 0.51 m/km<sup>2</sup> y con una extensión media de escurrimiento superficial de 490.35 m.

- **Agentes modeladores**

Entre los agentes principales que han dado origen a las geoformas actuales, se tienen el agua y el viento son los que han jugado un papel muy importante, (aguas provenientes del deshielo de los glaciares pleistocénicos han sido en gran parte responsables del origen del valle actual del Huaura de los otros valles vecinos como el Pativilca, Santa, etc.); la acción erosiva continúa en la actualidad, principalmente por las aguas meteóricas que se colectan en las partes altas del flanco andino.

Las intensas lluvias que se producen en la región costanera, después de largos períodos de sequía, originan grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

### **3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

- **Generalidades**

En la cuenca del río Huaura los rasgos estructurales están en estrecha relación con las características de las rocas aflorantes; producto de los esfuerzos producidos durante la Orogenia Andina, a la que se han sumado los efectos del posterior emplazamiento del batolito y el movimiento epirogénico de los Andes.

Las rocas sedimentarias, principalmente las que afloran en la parte alta de la cuenca se hallan fuertemente plegadas y falladas; en cambio las rocas de raíces volcánico-sedimentaria que afloran en las partes bajas de la cuenca, muestran un tectonismo muy moderado.

Las rocas intrusivas que forman gran parte de la cuenca presentan formas alargadas que coinciden con la orientación de los Andes, presentando diversos sistemas de emplazamiento.

- **Plegamientos**

Estas estructuras se relacionan a las lutitas Chicama de naturaleza plástica y a los volcánicos de la formación Casma: los primeros son de rumbo E-W, con emplazamientos y fallas; en cambio la formación Casma presenta rumbos NW-SE, con pliegues amplios y abiertos.

En el área occidental, existe un anticlinal asimétrico en la formación Chicama con eje orientado SE-NW.

En la cuenca intermedia, existen plegamientos en los volcánicos Calipuy y orientación NW-SE con buzamientos promedio a los 20°.

- **Fallamientos**

Las rocas sedimentarias e ígneas que afloran en la cuenca, están afectadas especialmente por fallas tanto de tipo inverso como normal, siendo el fallamiento inverso el más importante, y con la misma orientación que los pliegues.

Las fallas de tipo normal tienen rumbo promedio a los N 40° E y afectan tanto a los pliegues como a las fallas inversas causando desplazamiento.

### **3.4. SISMICIDAD**

- **Sismicidad histórica**

Del análisis histórico general se puede deducir que los sismos más importantes que pudieron haber afectado en algún grado la cuenca, son aquéllos que se han producido en la

Costa. De acuerdo a esta información y para un período de aproximadamente de 400 años, se tiene que en la cuenca se han producido sismos con intensidades máximas de VI-VII M.M.

- **Evaluación de la actividad sísmica en la cuenca**

La actividad sísmica que se observa en la región corresponde a un área de baja concentración, caracterizada por un número relativamente pequeño de sismos entre 70 y 100 km, de profundidad, pero con un tectonismo considerable.

- **Probable actividad sísmica futura**

Se tiene cálculos de probabilidades de la ocurrencia de un sismo de cierta magnitud para períodos de 10, 50 y 100 años, habiéndose determinado previamente la magnitud máxima probable en un intervalo fijo de tiempo.

- **Riesgo sísmico crítico en la cuenca**

De acuerdo a la evaluación de riesgo sísmico para la cuenca del río Huaura, se tiene que desde el año 1555 hasta 1980, la magnitud máxima registrada es de 6.9 mb; entre 1963 y 1980, es de 6.6 mb, según la historia sísmica y la evaluación realizada se considera como terremoto crítico en la cuenca uno de magnitud de 6.5 mb, el cual tiene un período de retorno de 60 años.

### **3.5. GEOLOGÍA MINERA**

La actividad minero-metalúrgica en la cuenca se puede considerar en un nivel de desarrollo moderado, pero que se remonta desde antiguos trabajos coloniales, pasando por diferentes épocas de reactivación en los últimos 50 años por el interés en ciertos metales industriales como el plomo, plata, zinc y en menor orden de importancia, el cobre.

A nivel de toda la cuenca, el yacimiento minero Raura determina las características ambientales de sus efluentes industriales en niveles ligeramente ácidos con pH promedio de 6.9 y de carga contaminante de metales en solución con sólidos totales disueltos.

Los yacimientos mineros en la región son de ambientes mesotermal a epitermal de tipo relleno de fisuras originadas por presiones tectónicas durante la formación de la Cordillera de los Andes.

La mineralización comprende principalmente sulfuros como enargita, pirita, galena, esfalerita, arsenopirita y tetraedrita. La mineralización de cobre se concentra en forma de sulfosales: la mineralización de Pb –Zn presenta en menor cantidad arsenopirita, estibina, pirita y marcasita.

En la actualidad existen actividades exploratorias en toda la cuenca con objetivos específicos de ubicar auríferos – volcánicos especialmente en el sector de la cuenca media.

En las actuales condiciones de exploración intensa en la región se prevé que en corto plazo se pueda poner en marcha un nuevo proyecto minero con los potenciales riesgos ambientales ya mencionados dentro de la Cuenca del río Huaura.

## **4. ECOLOGIA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El conocimiento de la ecología en el ámbito de la cuenca del río Huaura, es esencial para la determinación de los impactos producidos y potenciales por la actividad minera, por lo que el presente estudio ecológico tuvo por finalidad la identificación y descripción de las zonas de vida existentes.

### **4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE VIDA Y FORMACIONES ECOLÓGICAS**

#### **a) Zonas de vida**

1. Desierto desecado Subtropical.
2. Desierto perárido Montano bajo subtropical.
3. Matorral desértico Montano bajo subtropical.
4. Desierto superárido Premontano tropical.
5. Desierto perárido Premontano tropical.
6. Matorral desértico Montano bajo tropical.
7. Matorral desértico Premontano tropical.
8. Monte espinosa Premontano bajo tropical.
9. Estepa espinosa Montano bajo tropical
10. Estepa montano tropical.
11. Páramo muy húmedo Subalpino tropical.
12. Bosque húmedo Montano Tropical.
13. Bosque muy húmedo Montano tropical
14. Páramo pluvial Subalpino tropical

#### **b) Formaciones Ecológicas**

1. Desierto Premontano
2. Matorral desértico Premontano
3. Estepa espinosa Premontano
4. Pradera húmeda montano
5. Pradera muy húmeda Montano.

**FORMACIONES ECOLOGICAS IDENTIFICADAS  
EN LAS CUENCAS DEL RIO HUAURA**

<b>Formaciones Ecológicas</b>	<b>Altitud m.s.n.m.</b>	<b>Sectores de Uso</b>
DESIERTO PRE-MONTANO 0 a 900 msnm.	0 a 600 400 a 900 0 a 400 0 a 40 0 a 900	Valle agrícola de costa Area agrícola de quebrada. Pampas eriazas Areas salinizadas Pampas y colinas per-áridas (comprende montañas aisladas hasta de 1,000 m de elevación)
MATORRAL DESERTICO PRE-MONTANO 500 a 1,800 msnm	500 a 1,800  500 a 1,800	Area agrícola de quebrada y piedemonte  Montañas áridas
ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO 1,600 A 2,800 msnm	1,600 a 2,800  1,600 a 2,800	Area agrícola de ladera y pie de monte Montañas semi-áridas
PRADERA HUMEDA MONTANO 2,600 a 3,700 msnm	2,600 a 3,700  3,400 a 3,700  2,600 a 3,700	Area agrícola de laderas y colinas Praderas húmedas (pastizales) Montañas húmedas
PRADERA MUY HUMEDA MONTANO 3,700 a 4,200 msnm	3,700 a 4,200	Praderas y montañas muy húmedas

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS FORMACIONES ECOLOGICAS IDENTIFICADAS**

<b>Formaciones Ecológicas</b>	<b>Niveles Altitudinales Extremos (msnm)</b>	<b>Temperaturas Promedio Anual (°C)</b>	<b>Precipitación Promedio Anual (mm)</b>	<b>Tipo de actividad apreciada</b>	<b>Potencial Agropecuaria</b>
DESIERTO PREMONTANO	0-900	19.5	0 – 50	Agricultura intensiva y semi-intensiva bajo riego. Ganadería establecida de vacunos y pastoreo de caprinos	Excelente
MATORRAL DESERTICO PREMONTANO	500-1,800	17.0	50 – 200	Agricultura de subsistencia bajo riego y escaso pastoreo temporal	Pobre
ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO	1,600-2,800	14.0	200 – 500	Agricultura de subsistencia bajo riego y al secano. Incipiente actividad forestal y pastoreo temporal de ganado vacuno.	Regular
PRADERA HUMEDA MONTANO	2,600-3,700	10.0	500- 1,000	Agricultura semi-intensiva mayormente bajo secano (comercialización de productos). Gran actividad forestal y pastoreo semipermanente de ganado vacuno y ovino	Muy bueno
PRADERA MUY HUMEDA MONTANO	3,700-4,200	8.0	1,000 – 1,400	Pastoreo extensivo de ganado vacuno y ovino	Bueno

## FAUNA DE LA ZONA

<b>Aves</b>				
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>	
Falconiformes	Accipitridae	Buteo melanoleucus	Aguilucho	
	Falconidae	Falco sparveritus	Halcón americano	
	Apodidae	Streptoprocne Zonaris	Vencejo grande	
	Trochilidae	Metalura phoebe	Picaflor negro	
	Picidae	Colaptes rupicola	Carpintero serrano	
	Tyrannidae	Ochthoeca rufipectoralis		Pepite
		Tyrannus melancolicus		
		Hirundiniidae	Camptostoma obsoletum	Golondrina Santa Rosata
	Troglodytidae	Notiochelidon murina		Cucarachero
		Turdidae	Notchelidon cyanoleuca	Chiguanco
	Fringilidae	Trogloditas aedon		Esquiro
		Turdud chiguanco		
		Zonotrichia copensis		
			Sporophila spp	
<b>Anfibios</b>				
Anura	Bufo	Bufo sp	Sapo	
<b>Mamíferos</b>				
Carnívoro	Mustelidae	Conepatus rex	Zorrillo	
	Chincilidae	Lagidium peruvianum	Vizcacha	
	Creceidae	Akodon sp	Ratones	
Rodentia		Phyllotis sp	Pericotes	
<b>Animales Domésticos</b>				
Artiodactyla	Camelidae	Lama glama	LIAMA	
		Lama paco	Alpaca	
		Ovis sp	Oveja	
	Suidae	Sus scrofa domesticus	Cerdo	
Perisodactyla	Equidae	Equus caballus	Caballo	
		Equus asinus	Asno	

**POBLACION Y NUMERO DE HOGARES DE LA CUENCA**

**DEL RIO HUAURA (1993)**

	<b>POBLACION</b>	<b>HOGARES</b>
Checras	1,071	340
Ayón	9,891	2,320
Sayán	18,268	3,912
Pachangara	3,131	814
Huaura	24,295	5,470
Andajes	1,033	336
Végueta	12,688	2,801
Caujul	732	186
Paccho	1,992	647
Cochamarca	1,336	320
Leoncio Prado	2,063	586
Santa Leonor	1,592	439
Caleta de Carquín	4,837	1009
Santa María	19,219	4,169
Hualmay	23,671	4,845
Nava	839	254
<b>TOTAL</b>	<b>126,658</b>	<b>28,457</b>

## **5. ACTIVIDAD MINERA EN LA CUENCA DEL RIO HUAURA**

### **5.1. GENERALIDADES**

En la cuenca del río Huaura, se desarrolla actividad minera formal de explotación polimetálica, siendo las empresas más importantes Uchucchacua e Iscaycruz, compañías que se encuentran operativas actualmente; también se han desarrollado los yacimientos de la pequeña minería como Caujul y Mallay.

El yacimiento minero de Uchucchacua que se encuentra en la provincia de Oyón, es considerada de origen epigenético, del tipo relleno de fracturas y reemplazamiento metasomático con mineralización de Ag, Zn- Mn- Fe. Con minerales de pirargirita, galena, esfalerita, alabandita, pirolusita, pirita, pirrotita, calcita; con leyes de 10.4 Oz Ag/Tc, 2.9% Pb, 2.5% Zn y 4.6% de Mo.

El yacimiento minero de Iscaycruz, también se encuentra en la provincia de Oyón, la mineralización se presenta en forma de cuerpos masivos de geometría lenticular. Los principales minerales metálicos presentes son esfalerita, galena, calcopirita, marmatita y pirita. Las leyes del mineral 18% reportan de Zn principalmente.

También existe la actividad minera no-metálica, el caso de producción de carbón, con sus yacimientos de Gazuna, Pampahuay y Parquín que en total producen aproximadamente 14,000 TM/año, que representa el 8.4% de la producción nacional de carbón.

### **5.2. TIPO DE ACTIVIDAD MINERA**

La extracción minera es a través de socavones, en vetas de potencias variables, y el yacimiento de Iscaycruz se presenta en cuerpos masivos de geometría lenticular.

Entre los tipos de procesos que se utiliza, el más importante es el de flotación diferencial, recuperando los valores contenidos en el mineral polimetálico, en tres concentrados individuales de cobre, plomo y zinc.

También podemos mencionar la explotación y beneficio de carbón tipo antracítico; lo hacen en forma intermitente, de acuerdo con la demanda del mercado.

### **5.3. CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD MINERA**

La actividad extractiva en mina, por sí misma, puede ser la iniciadora de los procesos contaminantes (generación de desmonte, acceso u oxidación de estructuras rocosas, alteración del nivel freático de la mina, fisuración de estructuras, etc.).

Otra premisa importante se refiere al nivel o grado de contaminación; ésta es mayor cuando más compleja sea la mineralogía involucrada en los yacimientos, cuando más fisuradas y antiguas sean las labores subterráneas y cuando más variados sean los ciclos climáticos respecto a mayor o menor frecuencia de agua. El pH de las soluciones en contacto con los minerales juega un rol fundamental en definir las características contaminantes.

Los primeros tipos de reacción corresponden a procesos naturales de generación de drenaje ácido en mina y acumulaciones de desmonte o pilas de relave antiguos. El segundo caso se refiere a procesos físico-químicos de flotación, donde los agentes no sólo reaccionan con las especies valiosas, sino también con impurezas en reacciones no deseadas que son las que inevitablemente incrementan la contaminación por iones disueltos. Un tercer grupo de contaminantes se refiere a los centros poblados, en términos de residuos de las fábricas y aguas residuales domésticas que generan los poblados a lo largo de la cuenca y los poblados relacionados con la actividad minera.

#### **5.4. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LA ZONA**

En general, la mineralización está vinculada a los procesos tectónicos y magmáticos ocurridos durante la Orogenia Andina de la región central del país, cuyas fases más significativas están relacionadas a las intrusiones que acompañan a este proceso.

Sus yacimientos minerales de dos tipos : Metasomatismo de contacto y relleno de fisuras.

Metasomatismo de contacto o reemplazamiento metasomático, presenta la mayor potencialidad geo-económica sobre todo en minerales de zinc y plata.

Relleno de Fisuras; este tipo de yacimiento es conocido también como mineralización en vetas o filones; corresponde a un relleno sistemático de fracturas pre-existentes por soluciones hidrotermales de flujos mineralizantes.

#### **5.5. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LOS CUERPOS MINERALIZADOS**

La mineralización del Yacimiento Uchucchachua, comprende unidades calcáreas del Cretáceo, rocas de la Formación Calipuy y pórfidos de dacita.

La unidad más antigua es la secuencia de areniscas cuarcíferas, calizas y lutitas del Grupo Goyllarisquizga que infrayacen a las calizas del Grupo Machay y a niveles superiores de la Formación Celendín. Hacia el Este, en el área de Cachipampa, aflora la secuencia de capas rojas de la Formación Casapalca. En su mayor parte, los cuerpos mineralizados y las labores subterráneas, se emplazan en la Formación Jumasha que alcanza un espesor promedio de 4,000 metros.

El yacimiento Uchucchachua es considerado de origen epigenético del tipo de relleno de fracturas y reemplazamiento metazomático con mineralización de Ag-Pb-Zn-Mn-Fe.

Los principales minerales son la pirargirita, proustita, galena, esfalerita, alabandita, pirita, pirrotita, calcita, rodocrosita y jamesonita. Este yacimiento es el más antiguo de la zona, está trabajando desde hace 30 a 35 años.

Mineralización del Yacimiento Iscaycruz; afloran rocas sedimentarias de edad cretácica, Grupos Goyllarisquizga y Machay, Formaciones Jumasha y Celendín así como pequeños stocks de dacita porfírica.

Las rocas de la formación Santa constituyen ambiente favorable a la mineralización, la que ocurre en forma discontinua. Los principales minerales son: esfalerita, galena, calcopirita, pirita, pirrotita y especularita, con reservas de 3.5 millones TM con 18% Zn. También existen yacimientos carboníferos.

Dentro de ellos, el carbón antracítico que se produce en la zona (muy importante por su alto contenido de carbón fijo y poder calorífico) resulta muy comercial.

La cuenca carbonífera de Oyón se conoce desde la época colonial, hasta la actualidad. En la zona se permite agrupar la ocurrencia de carbón en tres áreas principales:

Area Norte	:	Región Gazuna
Area Central	:	Región Pampahuay
Area Sur	:	Región Checras – Parquín

Reservas de carbón: Pampahuay 43'300,000 TM y Gazuna de 107'812,000 TM.

## **5.6. YACIMIENTO DE CAUJUL**

Está ubicado en la provincia de Oyón; consta de 19 concesiones, en la actualidad está paralizado; el área de afloramiento de rocas volcánicas de la Formación Calipuy, presenta zonas de alteración propilítica, intensa silicificación y piritización.

Caujul es una zona minera de tipo filoneano, es decir relleno de fracturas de origen epigenético. Minerales son plata nativa, galena, freibergita, esfalerita, pirita, baritina y cuarzo.

## **5.7. YACIMIENTO DE MALLAY**

Se ubica en la provincia de Oyón, se encuentra paralizado por motivos económicos. Los principales minerales son: galena, tetrahedrita y esfalerita.

## **5.8. PROCESOS UTILIZADOS EN EL BENEFICIO DE MINERALES DE MINA**

De los procesos utilizados para beneficiar los minerales de mina, el más importante es el método de Flotación Diferencial de cobre-plomo-zinc.

Desde el punto de vista ambiental, el proceso de flotación diferencial que se practica en las concentradoras presenta las siguientes desventajas: Dada la naturaleza física de los diferentes minerales, es necesario apelar a procesos de remolienda de diferentes productos intermedios, con el propósito de liberar las especies valiosas de las que no lo son, se utiliza reactivos que comprometen la parte ambiental de las soluciones. Un ejemplo notorio en este caso se refiere al empleo de cianuro como depresor para minerales de ZINC Y FIERRO. Un tercer aspecto se relaciona con la distribución de los diferentes minerales que son portadores de impurezas tóxicas en los diferentes concentrados y relave final del proceso. Un aspecto ventajoso de este proceso de flotación diferencial es su relativamente corto tiempo de contacto entre las soluciones y los minerales finamente diseminados; este hecho no permite que se produzca reacciones de los sulfuros con los agentes activos del proceso de flotación y generar productos de reacción.

## **5.9. DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES MINERAS EN LA CUENCA Y CONTAMINACIÓN**

Como parte de los trabajos de campo se ha efectuado un minucioso trabajo de identificación de las fuentes de contaminación de origen minero en la cuenca.

La cuenca del río Huaura cubre una zona relativamente nueva, la mina Uchucchacua empieza sus operaciones en la década del 60 produciendo concentrado de plata, la Mina Iscaycruz entre en funcionamiento el año 1996 para producir concentrados de zinc; y la mina Mallay que pertenece a la UNI que hace servicio a pequeños mineros (antes perteneció al Banco Minero del Perú). Trabaja intermitentemente.

En su recorrido el río Huaura, desde su nacimiento, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico tiene sus afluentes:

- a) Afluentes por la margen derecha, aguas abajo
  - Río Huancayo, Río Yarucaya.
- b) Afluentes por la margen izquierda, aguas abajo
  - Río Pampahuay, Río Checras, Río Huananque.

En la cuenca del río Huaura las minas en actual explotación son: Uchucchacua, Iscaycruz y Mallay; sin actividad las minas de Caujul, Anamaray, Santa Rita (socavón y tajo abierto), Mina Eureka, Anguicita, Vizcacha; así como las carboníferas Gazuna y Pampahuey.

## 5.10. DESCRIPCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUAURA

- **Sub- cuenca del río Huancoy**

Son minas que se encuentran inactivas, pero que trabajaron y concentraron sus minerales por el método de flotación diferencial 450,000 TM ocupando un área aproximada de 24,000 m<sup>2</sup> en 21 canchas, vat leaching 25,000 TM de residuos y heap leaching con 80,000 TM de residuos almacenados.

- **Relaves de la mina Mallay**

Sus relaves drenan a la quebrada Pacus y ésta al río Huaura. Los relaves que fueron almacenados en dos canchas de 1,500 TM cada una.

- **Desmante de las minas Santa Rita**

Teniendo acumulados aproximadamente 12,000 TM junto al tajo abierto y los desmontes de 4 socavones, acumulan aproximadamente 400,000 TM.

## 5.11. DESCRIPCION DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO HUAURA

- **Relaves de la mina Uchucchacua**

Acumula sus relaves con alto contenido de manganeso que son tratados con cal; drena a la quebrada Mancacuta y de ésta al río Huaura.

- **Desmante de la mina Uchucchacua**

También cuando llueve drena a la Quebrada Mancacuta y de ésta al río Huaura. Esta mina tiene su PAMA. (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental).

El yacimiento minero Uchucchacua es propiedad de la Cía de Mina Buenaventura S.A.

- **Relaves de la mina Iscaycruz**

El depósito de relaves de la mina Iscaycruz drena a la Quebrada Cochaquillo y de esta al río Checras, de igual manera los desmontes acumulados, sin embargo, para mitigar toda esta contaminación la Empresa dispone de PAMA. Los propietarios son GLENORE AG MINERO PERU S.A.

- **Residuos domésticos**

Estimando la producción de residuos domésticos en 0.4 kg/día/habitante, la cantidad de basura producida para Iscaycruz es de 440 kg/día y 480 kg/día en Uchucchacua.

- **Aguas servidas de campamentos**

Considerando la producción de aguas servidas en 190 l/día/habitante, se ha estimado un volumen de aguas servidas de 209 m<sup>3</sup>/día para los campamentos de Iscaycruz y 228 m<sup>3</sup>/día para los campamentos de Uchucchacua.

Las aguas servidas del campamento Uchucchacua son enviadas directamente a la laguna Lutacocho; y el Campamento de Iscaycruz de las aguas servidas pasan por pozos sépticos previamente, sin embargo, este sistema resulta inadecuado para la demanda de la población.

### INVENTARIO DE EFLUENTES

Ubicación	Origen	Situación
Quebrada Gazuna	Drenaje de mina Gazuna	Labores de mina
Mina Anamaray	Drena al río Huaura	Labores de mina
Agua Conc. Iscaycruz	Drena a la Qda. Mancacuta	Drenaje de la Conc.
Agua Mina Pampahuay	Drena a la Qda. Pampahuay	Drenaje de mina
Aguas termales "VIROC"	Drena al río Huaura	Drenaje de Agua Termal
Agua Conc. Mallay	Drena a la laguna Lutacocha	Sin salida
Agua de relaves Santa Rita	Drena a la Qda. Huancoy	Drenaje de relaves
Agua de mina Santa Rita	Drena a la Qda. Huancoy	Drenaje de mina
Aguas de Churín	Drena al río Huaura	Drenaje de Agua Termales
Aguas termales Chuchín	Drena al río Huaura	Drenaje de Agua Termales
Agua mina Uchucchacua	Drena a la Qda. Mancacuta	Drenaje de mina
Agua mina Iscaycruz	Drena a la Qda. Cochaquillo	Drenaje de mina

RIO QUICHAS

MINA ANAMARAY

MINA PAMPAHUAY

PAMPAHUAY

PATON

MINA ISCAYCRUZ

CHURIN

MINA SANTA RITA

RIO HUAURA

QDA. COCACHACRA

CHIUCHIN

HUANCOY

CHECRAS



OCEANO PACIFICO



REPUBLICA DEL PERU  
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS



DIRECCION GENERAL  
DE ASUNTOS AMBIENTALES

### ESQUEMA DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

FUENTE :  
SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL

## **6. TRABAJOS DE CAMPO**

### **6.1. OBJETIVOS**

Los objetivos del trabajo de campo desarrollados por CESEL-TRC ENVIRONMENTAL SOLUTIONS, INC., han estado fundamentalmente orientados a alcanzar los Objetivos Generales del Estudio. En tal sentido han consistido en:

- Ubicación de fuentes de contaminación ambiental de origen minero, principalmente las correspondientes a minas abandonadas.
- Determinar los constituyentes relativos a las cargas causadas por las fuentes de contaminación en las aguas superficiales.
- Caracterización isogeográfica y muestreo de suelos de las áreas afectadas con aguas contaminadas, con la finalidad de determinar las características cualitativas del impacto ambiental en las áreas de cultivo.
- Muestreo de plantas representativas de las áreas vulnerables a la contaminación, por las aguas de la explotación minera, con el objeto de efectuar el análisis foliar y determinar sus características químicas.
- Obtención de datos e información de respaldo para el planeamiento de medidas de remediación.

### **6.2. PLAN DE MUESTREO Y EVALUACION**

#### **Planeamiento general**

El planeamiento general se efectuó luego de haber efectuado un trabajo de reconocimiento a lo largo de toda la cuenca y después de haber revisado toda la documentación relacionada con la zona de estudio, en el que se incluyeron Estudios y Mapas de INGEMMET, INRENA, IGM, EIA y PAMAS; así como los resultados de los trabajos de monitoreo de la calidad de las aguas en la cuenca del río Huaura efectuados en los meses de junio y setiembre de 1997, por encargo del Ministerio de Energía y Minas.

En base a la actividad precedente descrita se identificó las zonas críticas, con antecedentes de impactos en la calidad de las aguas y de los suelos, influenciados por operaciones mineras actuales y antiguas. En correspondencia a este último, se estableció zonas donde convenía efectuar muestreos de suelos y aguas superficiales y para determinar sus características químicas en el laboratorio.

### **6.3. CRITERIOS PARA APROXIMACION INICIAL EN UBICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACION**

Como una aproximación básica para la ubicación de las fuentes de contaminación, se efectuó lo siguiente:

- Empleo de información disponible para identificar fuentes asociadas a minas existentes en operación; así como referencia de minas abandonadas.
- Revisión de fotografías aéreas disponibles para la ubicación de minas y/o áreas distribuidas.
- Trabajo de reconocimiento de campo y discusiones con los lugareños para identificar minas que pudieran ser activas como fuentes:
- Muestreo focalizado de campo, aparejado con análisis de calidad de agua con equipos de campo y determinación de las cargas de las minas para identificar las zonas críticas, las fuentes más probables de contaminación e identificar los puntos para muestreo confirmatorio para análisis en laboratorio.

## **7. ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES**

### **7.1. IDENTIFICACION DE AREAS DE ACTIVIDAD MINERA RESPECTO A LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO**

Con el propósito de identificar las diversas fuentes de contaminación en la cuenca así como establecer los puntos de control de éstas, tanto en los efluentes o quebradas como en el río Huaura mismo, se llevó a cabo, durante la segunda quincena de setiembre 1997, dos eventos de muestreo.

Una primera zona contaminante por la margen derecha del río Huaura, del Puente Alco hacia la parte alta, constituida por los drenajes de la cancha de relaves y socavón principal de la mina inactiva Sta. Rita, cuyos flujos volumétricos son inferiores a los 10 lts/seg, pero registran significativos tenores de arsénico fierro y manganeso.

Otra fuente importante de generación de iones disueltos lo constituye las aguas termales de Churín, que aportan visiblemente unos 20 lts/seg y cuyos principales elementos metálicos son fierro y manganeso. Es bastante probable que un significativo flujo de esta agua termal aporte subterráneamente al río Huaura.

Respecto a los contaminantes por la margen izquierda del río Huaura, tomando también como referencia al puente Alco hacia los puntos más elevados, tenemos que el afluente más importante por su caudal es el río Checras, con un flujo volumétrico de unos 7,000 lts/seg y que drena los afluentes que proceden de la Mina Iscaycruz y de las aguas termales de Chinchín, que en volúmenes del orden de unos 50 lts/seg discurren al río Checras. Asimismo, el río Checras, en sus nacientes, trae los elementos disueltos de las aguas termales de Huancahuasi.

Otra fuente importante en esta misma margen es la que corresponde al río Pampahuay, que recoge afluentes de la mina Uchucchacua, a través de la laguna y río Patón, y de varias minas antiguas de carbón que reportan niveles significativos de fierro en solución, siendo el pH de 4.60

Una fuente de contaminación menos trascendente está constituida por el drenaje de la mina Anamaray, de solo unos 8 lts/seg de flujo volumétrico y con un pH de 8.80.

Otro aspecto interesante de mencionar se refiere a las nacientes del río Huaura, que se materializa en la laguna de Surasaca, cuya agua es regulada para el regadío de las tierras bajas, y del llamado Túnel Shucshapa que forman el río Quiches, el cual se une con el río Pampahuay, cerca del Oyón, para dar origen al río Huaura.

### **7.2. CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL (EXCEDENCIAS SOBRE LOS LMP ESCOGIDOS)**

Sólo hay 2 efluentes no controladas que sobrepasan los LMP de Clase III. Estos son los drenajes de la cancha de relaves y socavón principal de la mina abandonada Sta. Rita, que excede en arsénico, fierro y cadmio, pero que solo representa un volumen muy reducido. Los niveles de manganeso son apreciablemente altos, pero este elemento no es regulado por ninguno de los reglamentos de calidad de agua o de emisiones para efluentes mineros.

El otro efluente que se excede en fierro y en acidez (pH) es aquel que proviene de las operaciones subterráneas antiguas de las minas de carbón situadas en la parte alta de la laguna Patón.

## **8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

### **8.1. GENERALIDADES**

La autoridad competente ha establecido límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes en operaciones mineras existentes y en nuevos proyectos mineros. Asimismo, también se cuenta con LMP de calidad para aguas de río, distinguiéndolos según su uso. Los LMP de aguas de Clase III son aplicables a este río, debido a que las aguas superficiales en esta área no son utilizadas para consumo, pero si para fines agrícolas.

Para las minas inactivas y abandonadas, no hay control de los efluentes, de modo que las aguas pueden ser consideradas como de ocurrencia natural al igual que las aguas termales que también están presentes en la zona. Por lo tanto, serían aplicables los LMP de aguas de Clase III. Los LMP de efluentes, aplicables a los efluentes controlados de minas activas, descargados en un drenaje natural.

En general, los objetivos de las actividades de remediación en la cuenca del río Huaura son alcanzar la Clase III y los LMP de efluentes a lo largo de su recorrido. Sin embargo, dada la naturaleza y extensión de los problemas ambientales así como las inversiones de mitigación requeridas, lo más sensato es plantear una priorización de los diferentes proyectos a fin de lograr los objetivos primigenios en un tiempo más prolongado.

### **8.2. REDUCCION DE LA CONTAMINACIÓN**

El concepto fundamental dentro de este tópico se orienta a permitir el máximo beneficio de uso de agua a los usuarios aguas abajo. Actualmente, las aguas del río Huaura son utilizadas para regadío en las llamadas cuencas media y baja. Por lo tanto, el objetivo de remediación a corto plazo es asegurar que se alcance los LMP de aguas de Clase III, aguas abajo de las operaciones mineras.

Se propone como objetivo de corto plazo alcanzar dichos estándares en el punto 12 en el río Huaura. Es bueno mencionar que dichos LMP ya son alcanzados, pero lo importante es que se tenga la seguridad de que siempre se logre en el futuro. Este objetivo de corto plazo puede ser asegurado en unos 3 a 5 años, y está muy relacionado al cumplimiento del EIA y PAMAs.

## **9. DISEÑO CONCEPTUAL Y ESTIMADO DE COSTOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

### **9.1. GENERALIDADES**

Esta sección presenta el diseño conceptual de las medidas de mitigación descritas en la Sección anterior. Los controles de ingeniería recomendados son claramente típicos y generalmente muy similares para cada labor o instalación, por tal razón son discutidas genéricamente por tipo de solución.

### **9.2. DISEÑO CONCEPTUAL**

- **Pilas de desmonte**

El diseño para rehabilitación de depósitos de desmonte es como sigue:

Maximizar drenaje y escorrentía.

Graduar taludes para un factor estático de seguridad de 1.5, un pseudo factor estático de seguridad de 1.1 y proveer una pérdida de erosión del suelo máxima de 4.5 toneladas métricas por hectárea por año.

Reducir la infiltración en 95%

Minimizar la erosión a través de controles de Ingeniería (zanjas, taludes adecuados y vegetación).

Minimizar la cantidad de desmontes en canales de drenaje natural y ríos.

Una vez las pilas que sean rehabilitadas y revegetadas, debe ejecutarse controles para prevenir el uso de las tierras para agricultura. La irrigación e instalaciones asociadas con la agricultura incrementará la infiltración, lo que resultaría contrario a los objetivos primarios de las actividades de rehabilitación.

Los vertederos de drenaje deberían ser conformados, por ejemplo, con concreto enrocado o una cobertura de membrana con suelo o grava. Esto ayudará a minimizar las infiltraciones y la erosión.

Una incertidumbre en la factibilidad de este diseño es la disponibilidad de fuentes apropiadas de suelos como material de préstamo. Los suelos locales en áreas que no son usados actualmente para agricultura son relativamente delgadas, y sólo aproximadamente la mitad de los suelos pueden ser quitada para evitar dejar grietas.

- **Pilas de relave**

El diseño básico para la rehabilitación de las pilas de relave es como sigue:

Eliminar charcos de agua sobre la superficie de los relaves.

Eliminar la erosión de relaves de las riberas.

Reducir infiltración en aproximadamente 95%.

Remover relaves del cauce natural de avenidas con un período de retorno de 25 años.

Prevenir escorrentías de áreas agua arriba.

Conformar taludes para un factor de seguridad estático de 1.5 un factor de seguridad pseudo estático de 1.1 y proveer una pérdida de erosión máxima de suelos de 4.5 toneladas métricas por hectárea por año.

Las zanjas alrededor del perímetro de área rehabilitada no necesitan estar tratadas superficialmente. Sin embargo, ellas deberían ser diseñadas para proteger contra la erosión y excesiva infiltración. Sobre las pilas de relaves rehabilitadas, las zanjas deberían estar tratadas por ejemplo, con concreto o geomembrana. Esto ayudará en minimizar la infiltración y la erosión.

Tal como se ha discutido anteriormente para los depósitos de desmonte, se deberá identificar una fuente adecuada de material de préstamo para cubiertas de suelo. La investigación de fuentes de material de préstamo sería ejecutada como parte del diseño detallado. Si hay insuficiente suelo disponible, los sistemas de cubierta alternativas pueden ser investigados; por ejemplo, mezclas de suelos pobres con abono y cal.

También deben ser implementados controles para prevenir el uso de depósitos de relave rehabilitadas para agricultura. La agricultura incrementa las infiltraciones, lo que es contrario a los objetivos del diseño, y habría el riesgo potencial que las plantas que crezcan en los relaves podrían acumular elevadas concentraciones de metales tales como cobre, arsénico, plomo y zinc.

- **Bocaminas**

El diseño básico para el cierre de una bocamina es como sigue:

El drenaje de las minas subterráneas abiertas debe ser minimizado.

El taponeo de las minas subterráneas abiertas no debería resultar en excesiva filtración en otras áreas.

Los 2 métodos para cerrar bocaminas son: 1) instalación de un tapón y 2) mejorar el drenaje de los trabajos subterráneos.

Las mejoras de drenaje sobre los trabajos subterráneos son muy específicas a cada lugar. En general, los objetivos son los mismos de la rehabilitación de residuos, esto es desviar los drenajes de áreas sobre las minas, prevenir charcos, y cerrar cualquier ventilación u otra abertura la cual puede filtrar agua subterránea sobre los trabajos mineros.

Las 2 claves decisivas en la instalación de tapones son 1) proveer un buen sello entre el tapón y el túnel y 2) Filtrar el drenaje ácido potencial para cualquier otro lugar. Un buen sello de tapón se logra localizándolo suficientemente lejos de la bocamina, dentro del túnel en roca de buena calidad; remover y limpiar roca fracturada suelta en el área del tapón, proveer tapones de cemento de alta calidad y de suficiente longitud, inyectar "grout" al espacio entre el concreto y la roca, y "grouting" en las fracturas de la roca alrededor del tapón si es necesario, lo que impedirá el ingreso de aire y agua.

La filtración de otras áreas a veces ocurre cuando la roca está fracturada. El tapón incrementa la presión hidráulica dentro de la mina subterránea y fuerza el agua a través de las fracturas. Esto puede a veces ser mitigado identificando las fracturas e inyectando grout antes de instalar el tapón. Si una inaceptable cantidad o calidad de filtración ocurre un resultado de taponear una mina subterránea, la filtración debe ser colectada y manejada, por ejemplo por tratamiento.

Una evaluación de la permeabilidad de la roca y las seguridad contra la generación de otras filtraciones inaceptables sería ejecutada como parte del diseño detallado.

En relación a los estimados de costos de las medidas de mitigación (proyectos), tenemos a bien presentar el siguiente detalle:

Estimado de costos de Medidas de Mitigación.

**ESTIMADO DE COSTOS DE MITIGACION  
HUAURA**

<b>DEPOSITO DE RELAVES</b>		<b>COSTOS U.S.\$</b>
Santa Rita		243,768
Mallay		7,865
Yscaycruz		En Operación
Uchucchacua		En Operación
	Sub-Total	251,633
<b>DESMONTE</b>		
Santa Rita (S. Principal)		141,917
Santa Rita (Tajo Abierto)		227,000
Anamaray		5,970
Túnel Sucshapa		5,970
		380,857
	+ 64%	243,749
	Sub-Total	624,606
<b>SOCAVONES</b>		
3	Santa Rita	120,000
	Mallay	En Operaciones
2	Yscaycruz	En Operaciones
2	Uchucchacua	En Operaciones
2	Anamaray	60,000
--	Denuncio _Caujul	-----
12	Gazuna	240,000
8	Pampahuay	160,000
15	Parquin	300,000
	Sub -Total	880,000
<b>GRAN TOTAL US\$</b>		<b>1,756,239</b>

HUAURA

**SANTA RITA  
ESTIMACION DE COSTOS**

UBICACIÓN	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Relaves	Rehabilitación superficie de relaves				
	Restaurar taludes/áreas aplanadas (10%)	M <sup>3</sup>	27,750	US\$ 0.65	18,038
	Cubrir con capas de suelo.	M <sup>2</sup>	69,375	US\$ 1.35	93,656
	Revegetar	M <sup>2</sup>	69,375	US\$ 0.25	17,344
	Instalar sistema de drenaje enrocado.	M	780	US\$ 25.00	19,500
	Sub-Total				US\$ 148.638
	Costos de Ingeniería	%	10%		14,864
	Aseguramiento de calidad de construcción	%	15%		22,296
	Gerenciamiento de la construcción	%	10%		14,864
	Monitoreo y Preparación de reportes	%	4%		5,946
	Contingencias.	%	25%		37,160
	Sub- Total				US\$ 95.130
TOTAL				US\$ 243.768	

**HUAURA  
CANCHA DE RELAVES DE MALLAY**

**ESTIMACION DE COSTOS**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Relaves	Rehabilitación superficie de relaves	M <sup>3</sup>	300	US\$ 0.65	195
	Restaurar taludes/áreas aplanadas (10%)	M <sup>2</sup>	1,000	US\$ 1.35	1,350
	Cubrir con capas de suelo.	M <sup>2</sup>	1,000	US\$ 0.25	250
	Revegetar	M	120	US\$ 25.00	3,000
	Instalar sistema de drenaje enrocado.				
	Sub-Total				US\$ 4.795
	Costos de Ingeniería	%	10%		480
	Aseguramiento de calidad de construcción	%	15%		719
	Gerenciamiento de la construcción	%	10%		480
	Monitoreo y Preparación de reportes	%	4%		192
	Contingencias.	%	25%		1,199
Sub- Total				US\$ 3.070	
TOTAL				US\$ 7.865	

## **PLAN DE IMPLEMENTACION DE PROYECTOS PRIORITARIOS**

Los trabajos de remediación para las minas abandonadas e inactivas han sido divididos dentro de 7 proyectos separados, con las actividades de monitoreo representando uno de los proyectos.

Los trabajos de implementación de cada uno de estos proyectos se ejecutarían en forma subsecuente a la aprobación por el Ministerio de Energía y Minas, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Preparación y aprobación de Plan detallado de trabajo. El plan presentaría alcances detallados del trabajo, programación y costos para las actividades asociadas con el diseño detallado de cada proyecto.
- La implementación de las actividades descritas en el plan de trabajo. Normalmente para los proyectos las siguientes actividades se espera que serán necesarias.
  - Reconocimiento de cada una de las localizaciones donde los trabajos serán ejecutados para mejorar la definición de los tamaños de las áreas a ser rehabilitadas y proveer topografía detallada.
  - Estudios geotécnicos y proveer topografías detallada.
  - Estudios geotécnicos de las pilas de desperdicio minero y localizaciones de material de préstamo para determinar las propiedades geotécnicas de estos materiales.
  - Estudios hidrológicos para definir las capacidades del sistema de drenaje y los caudales de avenida de los ríos.
  - Análisis de estabilidad para determinar pendientes seguras y criterios de diseño para los sistemas de cubierta.
  - Preparación de planos de diseño y especificaciones.
  - La implementación de las actividades de diseño deberían también incluir estudios de alternativas de sistemas de cubierta y revegetación.
  - Para las tareas de monitoreo, la implementación de un programa de monitoreo de 5 años para evaluar la eficiencia de las actividades de remediación.
  - Selección de Contratistas.
  - Inicio de las obras de Ingeniería y trabajos de remediación.
- Ajustes en los controles de ingeniería de acuerdo a las evidencias de los trabajos de monitoreo.

El período de 3 a 5 años para la implementación de las medidas de remediación, que es discutida en la Sección VI2, comenzará con la preparación del Plan de Trabajo, detallado y la Fase de Diseños y Estudios Definitivos.

**HUAURA**

<b>DESMONTE</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>SUB- TOTAL</b>
Santa Rita Sección Principal	Restaurar taludes (áreas empinadas 20%) Cubrimiento en capa de suelo. Revegetar Instalar sistema de drenaje  Sub- Total	       141.917
Santa Rita (Tajo Abierto)	Efectúan rehabilitación en áreas de apertura para tajo abierto. Instalar sistema de drenaje.  Sub- Total	       227.000
Anamaray	Restaurar taludes (áreas empinadas 20%) Cubrimiento en capa de suelo. Revegetar Instalar sistema de drenaje  Sub- Total	       5,970
Túnel Shueshap	Gastos de Ingeniería Aseguramiento de la calidad de la construcción. Gerenciamiento de la Construcción Muestreo y Preparación de reportes Contingencias  Sub- Total	       5.970
	Gastos de Ingeniería Aseguramiento de la calidad de la construcción. Gerenciamiento de la Construcción Muestreo y Preparación de reportes Contingencias	
	Sub- Total	243.749
	TOTAL	624.606

**PRIORIZACION DE PROYECTOS PLANTEADOS  
PARA LA CUENCA DE RIO HUAURA**

<b>NUMERO</b>	<b>PROYECTO</b>	<b>ESTIMADO DE CAPITAL (US\$)</b>	<b>CONTRIBUCIÓN A LA CONTAMINACION</b>	<b>REDUCCION A LA CONTAMINACION CON MEDIDAS</b>	<b>PRIORIDAD</b>
1	<b>Rehabilitación de los Depósitos de relaves de Santa Rita</b>	243,800	No determinada de los Sólidos erosionados Peligro de colapso	Eliminar peligro de Colapso y de arrastre no Cuantificado de sólidos	1
2	Cierre de 8 minas de Carbón de Pompahuay	16,000	No determina, peligro de colapsar los socavones	Eliminar el peligro de Drenaje, y la estabilidad Física de las minas	1

### NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE AGUA

Parámetro	Unidad	Niveles Máximos Permisibles			
		Ley General de Aguas		Efluentes Líquidos Minero-Metalúrgicos (d)	
		Clase I <sup>(a)</sup>	Clase III <sup>(b)</sup>	En cualquier Momento	Promedio Anual
PH	--	5-9 (e)	5-9 (e)	> 5.5 y <10.5	> 5.5 y <10.5
TSS	mg/l			100	50
Nitratos (como N)	mg/l	0.01	0.01		
OBO*	mg/l	5	15		
Oxígeno Disuelto	mg/l	3	3		
Arsénico	mg/l	01	0.2	1	0.5
Cadmio	mg/l	0.01	0.05		
Cianuro Total	mg/l	0.2	0.05(c)	2	1
Cobre	mg/l	1	0.5	2	1
Cromo	mg/l	0.05	1		
Hierro	mg/l	0.30	1 (e)	5	2
Mercurio	mg/l	0.002	0.01		
Niquel	mg/l	0.002	0.02		
Plomo	mg/l	0.05	0.1	1	0.5
Selenio	mg/l	0.01	0.05		
Sulfuros	mg/l	0.001	+0.005		
Zinc	mg/l	5	25	6	3
Coliformes Totales*	NM/100 cm <sup>3</sup>	8.8	5000		
Coliformes Fecales**	NMP/100 cm <sup>3</sup>	0	1000		

- (a) Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.  
 (b) Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y beebida de animales.  
 (c) Cianuro libre.  
 (d) R.M. – 011-96-EM/VM  
 (e) D.S. N<sup>o</sup> 007-83-SA del 11703/83

\*Demanda bioquímica de oxígeno,5 días ,20<sup>o</sup>

\*\* Entendidas como valor máximo en 80% de 5 o más muestras mensuales.

- (f) En el largo plazo, esto es, dentro de 5 a 10 años, el objetivo sería mejorar la calidad de las aguas de riego, verificando el cumplimiento de lo ya efectuado y completando con los otros proyectos menores de mitigación en la parte alta de la cuenca.

Para los proyectos de corto plazo se propondrá un diseño conceptual basado en lo que se denomina nivel de Control 1, esto es, medidas apropiadas de mitigación para conseguir reducciones en la contaminación en el orden de 60 a 70%.

### **8.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos de corto plazo, aparte de lo que las empresas formales deberán ejecutar a la luz de sus PAMAs y EIAs. Se propone mitigar los componentes de la mina abandonada Santa Rita, que se traducen en drenajes contaminados provenientes de la cancha de relaves y del socavón principal y de la mina de carbón en el río Pampahuay, cuyo drenaje si bien no es muy significativo; sin embargo, es bastante contaminado.

#### **• Mina Abandonada Santa Rita.**

Este es uno de los emplazamientos mineros abandonados más impresionantes de la zona. Cuenta con 4 socavones utilizados probablemente para extraer mineral sulfurado, el que era recuperado por flotación en la planta concentradora adyacente (ya desmantelada), asimismo, presenta 21 canchas de relaves, con contenidos de pirita, lo que las hace potencialmente generadoras de drenaje ácido. De otro lado, también se registra en la zona un tajo abierto, apilamientos de minerales probablemente en proceso de lixiviación en pilas para oro y se incluye, además, una tina donde hay acumulado mineral posiblemente aurífero.

El plan de mitigación en este emplazamiento abandonado comprendería los siguientes puntos:

- Taponamiento de los 4 socavones que se encuentran a diferentes niveles en la topografía de la zona Sólo el que drena actualmente sería taponeado involucrando medidas de nivel 2; el resto sólo incluiría medidas de nivel 1.
- Cobertura simple (nivel 1) a las canchas de relaves que no presentan contenidos significativos de pirita (< 5% Fe S<sub>2</sub>)
- Cobertura de tipo nivel 2 a las canchas de relaves que presentan potencial para generación de drenaje ácido.
- Renivelación y revegetación con pastos de la zona a las pilas de minerales auríferos.
- Renivelación y reacomodo de los minerales contenidos en la tina de lixiviación.
- Colocar avisos de alerta en el tajo abierto para evitar accidentes de animales en esta zona.

Como podemos apreciar, esto prácticamente podría representar un plan de cierre definitivo para estas operaciones abandonadas.

#### **• Mina de Carbón en río Pampahuay**

Para el uso de estas operaciones mineras abandonadas, donde el drenaje de la bocamina es la principal amenaza de contaminación, se propone lo siguiente:

- Taponamiento de la bocamina con medidas de nivel 1, las cuales serán evaluadas en un lapso prudencial para ser confirmadas o modificadas según mejor convenga a fin de asegurar la completa contención del drenaje.
- Renivelar y revegetar las pequeñas zonas de desmontes y apilamientos de carbón.

### **7.3. DETERMINACION Y ANALISIS DE CARGAS METALICAS DISPUESTAS AL RIO HUAURA**

Una de las maneras de poder comprobar fehacientemente la contaminación de un río (o una corriente de agua superficial) es efectuando un balance de cargas metálicas a lo largo de su recorrido.

También, es importante tener en cuenta la presencia de aguas subterráneas que podrían estar ingresando en forma no visible al curso del río e interferir con los cálculos de cargas a efectuarse.

### **7.4. BALANCE DE SULFATO**

Dos importantes contribuyentes en las cargas de sulfato son las empresas formales Uchucchacua (Buenaventura) e Iscaycruz con aproximadamente la mitad de la carga de sulfato que se registra en el punto de control N° 2, donde el flujo másico varía entre 164,000 y 170,00 kg SO<sub>4</sub>=/día. Para este nivel de carga, teniendo en cuenta el flujo volumétrico del río en este punto, le corresponde una concentración entre 90 y 95 mg/Lso<sub>4</sub> = , el cual es un tenor relativamente bajo. Si se le compara con las concentraciones de la Clase III de la Ley General de Aguas.

### **7.5. BALANCE DE FIERRO**

Después del sulfato, el hierro es el siguiente ión metálico disuelto de importancia. La carga de hierro se incrementa en más de 600% entre los puntos 8 y 12.

### **7.6. BALANCE DE ZINC**

La carga metálica de zinc en el punto 12 de control en el río Huaura es de unos 120 kg/d, siendo el río Chacras uno de los más importantes contribuyentes a este valor.

### **7.7. OTRAS CARGAS METALICAS**

Otros elementos relacionados con la actividad minera de la zona serían el plomo, manganeso y arsénico. Todos ellos reportan los siguientes niveles de carga en el punto 12.

- Plomo	:	65 kg/d
- Manganeso	:	950 kg/d
- Arsénico	:	6 kg/d

### **7.8. EVALUACION DEL POTENCIAL DE DRENAJE ACIDO DE MATERIALES SOLIDOS DE LA CUENCA**

Con el propósito de lograr una caracterización geoquímica de los principales materiales mineros en la cuenca del río Huaura, respecto al potencial de drenaje ácido que estos sólidos podrían generar más adelante en el tiempo.

Se colectó un total de 7 muestras, los materiales sólidos provienen de los lugares más variados respecto a contaminación, predominando los desmontes y relaves.

Es importante tomar todas las medidas de precaución cuando se diseñe alternativas para la muestra N° 7, que posee un alto potencial de generación de drenaje ácido.

**RESULTADO POTENCIA NETO DE NEUTRALIZACIÓN DE LA  
CUENCA DEL RIO HUAURA**

MUESTRA		% S	PN	PA	PN/N	PN/PA
01	Relave Uchucchacua	1.60	520.84	50.00	470.84	10.42
02	Desmonte Uchucchacua	0.076	500.95	2.37	498.58	211.37
03	Desmonte Tunel Shugshapa	2.51	129.01	78.43	50.58	1.64
04	Desmonte Mina Anamaray	5.60	129.66	175.00	-43.64	0.74
05	Desmonte cerca de Fundición de Pomamayo.	1.55	71.46	48.43	23.03	1.48
06	Desmonte Mina Sta. Rita	5.61	124.83	175.31	-50.48	0.71
07	Relave de Sulfuros de Mina	11.62	29.53	363.22	-333.69	-0.08

PN, PA, PNN expresados en Kg. Ca CO<sub>3</sub>/TM evaluados según : EXTRACTS. FROM FIELDS AND LABORATORY METHODS APPLICABLE TO OVERBURDENS AND MINE SOILS, U.L. EPA 600/278-054, 1978. Los valores de % S corresponden al contenido de azufre de los sulfuros de cada muestra.

#### **7.9. IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS SUELOS**

La cuenca del río Huaura es una reconocida zona agrícola donde se cultivan una serie de especies vegetales. Dependiendo de las condiciones de altitud temperatura y disponibilidad de agua.

Por ejemplo, cerca de Oyón y Churin, es posible registrar siembra de maíz, que se lleva a cabo en seco. De otro, durante la época de lluvia, es común ver el cultivo de la oca, en adición al maíz, que también se siembra en esta época del año.

Gramíneas tales como cebada, trigo y arveja también son cultivos característicos de seco, que aprovechan la humedad del terreno, necesitándose poco riesgo para su manutención.

Entre Churin y Sayán, predominan los frutales tales como papaya, manzana, pero, etc. Las zonas de cultivo son bastante estrechas por el poco espacio que existe en esta quebrada.

En Sayán, es posible encontrar cultivos de vid, frutas (plátanos, chirimoyas, mango, etc), todos los cuales son afamados por su calidad.

Entre Sayán y Huacho, se encuentran caña de azúcar, hortalizas y camote.

Prácticamente, toda esta actividad agrícola no es afectada por las descargas de elementos inorgánicos ni sólidos en suspensión que generan las operaciones mineras. Esto se comprueba por los valores de análisis registrados en el punto 12 en el puente Alco, que cumple con los LMP para Aguas de Clase III.

Lo que si se ha manifestado que causa mayor daño es el efecto de las avenidas o huaycos de material morrénico que tienden a interferir seriamente con las áreas agrícolas y que ocurren fundamentalmente en la época de lluvia.

**RESULTADOS DEL ANALISIS ESPECTROGRAFICO**

**SEMICUANTITATIVO DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA**

<b>Código</b>	<b>Muestra</b>	<b>E. Mayores</b>	<b>E. Menores</b>	<b>E. trazas</b>			<b>Vestigios</b>
SH-01	Relaves Uchucchacua	Sí Fe Ca Mn		Al Pb Mg	Ag As	Cu Na Zn Ti K	Ni Co Sn Au
SH-02	Desmontes Uchucchacua	Ca Si	Al Fe Mg Mn	Ti	Cu Na K Pb		Ag Ni Co Au
SH-03	Desmorte Túnel Sugshapa	Fe Sí Ca	Al Mg	Ti K	Mn Cu Na	Pb V Zn	As Sb Ag
SH-04	Desmorte Mina Anamaray	Fe Si	Al Ca Pb	Mg Mn As Ti K	Sb Cu Ag Zn	Na	V Ni Co Au
SH-05	Desmorte Cerca de la fundición Pomamayo	Fe Si	Al Ca Mn Pb	Mg Cu Zn Ti K	As Sb Ag	Sn Na Bi	V Ni Co Au

#### **6.4. CRITERIOS PARA CONFORMACION DE LA UBICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACION E IMPACTOS**

Para poder confirmar las fuentes de contaminación, sus impactos; así como para posibilitar el planeamiento de las futuras medidas de remediación, se efectuó lo siguiente:

- Inventario de efluentes, socavones de minas abandonadas, depósitos de desmonte, canchas de relaves, plantas concentradoras y fundiciones en abandono.
- Toma de muestras de agua en 20 puntos para análisis en laboratorio en 2 periodos durante los meses de junio y setiembre.
- Toma de muestras de sólidos para evaluación de Potencial de Generación de Drenaje Acido.
- Toma de muestras de suelos para evaluación de impactos en su capacidad de uso con fines agrícolas y de plantas para comprobar su alteración fisiológica y productividad.

#### **6.5. COLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANALISIS DE LABORATORIO**

- a) Antes de comenzar con el procedimiento de muestreo se seleccionó adecuadamente el área y limpió el mismo de materiales extraños tales como ramas, rocas, desechos, etc.
- b) Antes del muestreo se colectó una pequeña cantidad de agua. El agua fue examinada respecto a la presencia de películas flotantes, nubosidad, materiales suspendidos u otras indicaciones de contaminación.
- c) Para coleccionar muestras de agua se empleó un cucharón de acero inoxidable. Se tuvo cuidado durante el muestreo para prevenir la perturbación indebida del agua.
- d) Después de la toma de cada muestra, el equipo de muestreo que iba a ser reutilizado era lavado con agua desionizada y luego secado, esto se hizo para limpiar el equipo y prevenir la contaminación de muestras.
- e) Los procedimientos de manipulación, preservación, identificación y almacenamiento de la muestra, siguieron los protocolos estándar.

#### **6.6. COLECCIÓN DE MUESTRAS**

- a) Los desechos de mina y materiales que fueron muestreados para pruebas de potencial de generación de ácidos, comprendieron:
  - Pilas de desmontes, incluyendo:
    - Pilas de mineral de baja ley.
    - Pilas de residuos de mineral.
    - Cúmulo de pilas de lixiviación.
    - Rocas de sitio
    - Relaves
- b) Las decisiones sobre qué lugares requerían toma de muestra y evaluación se han apoyado en reconocimiento de la mineralización y los antecedentes de operaciones mineras; así como reconocimientos geológicos y del tipo de suelos.

- c) Se ha buscado que las muestras de materiales colectadas para el balance ácido/base sean tan representativas como fuera posible.
- d) Como resulta importante determinar las características promedio de un cuerpo de material en cuando a generación de acidez y neutralización, la obtención de muestras representativas comprendió la toma de muestras en varios puntos del cuerpo de materiales y luego fueron mezcladas, para obtener un “compósito”.

## **6.7. PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS PARA MUESTREO Y EVALUACION DE SUELOS CON FINES AGRICOLAS**

Para efectuar la evaluación del impacto ambiental mediante la identificación causa/efecto del recurso suelo, se ha realizado un diagnóstico ambiental edáfico de las áreas potencialmente afectadas tanto dentro de la cuenca del río Huaura como de las áreas que utilizan el agua del río Huaura como agua de regadío para las tierras de cultivo del valle costero de la cuenca.

### **• Análisis de suelos**

#### **a) Análisis de caracterización**

Dentro del cual se incluye los siguientes parámetros y su respectivo método de evaluación:

- Conductividad Eléctrica (CE): Posta de saturación y se lee con el salómetro.
- pH: Método de potenciómetro relación agua – suelo 1:1
- Calcáreo total : método gasovolumétrico.
- Materia orgánica: Método de Walkley y Balck.
- Fósforo disponible : Método Olsen modificado
- Potasio disponible : Método extracto de Acetato de amonio 1N Ph 7.0 y lectura por absorción atómica.
- Magnesio cambiante : Método por absorción atómica.
- Potasio cambiante : Método por absorción atómica.
- Sodio cambiante : Método por absorción atómica.
- Textura del suelo: Método de Bouyoucos.

#### **b) Análisis de microelementos disponibles**

Se somete a la muestra de suelo (T.F.S.A.) a una extracción mediante la solución de Hunter y luego se procede a determinar los microelementos : cobre, zinc, magnesio y hierro, mediante espectrofotometría de absorción atómica.

#### **c) Análisis de elementos pesados**

Se trata la muestra de suelo seca (T.F.S.A.) se le somete a un ataque con ácido métrico y perclórico y luego se lee con el espectrofotómetro de absorción atómica; los elementos determinados son: cadmio, cromo y plomo.

## **6.8. ANALISIS DEL AGUA DE RIEGO**

#### **a) Análisis hidroquímico normal.**

Este análisis se realiza directamente con la muestra de agua; se analizan los siguientes elementos:

- ph : Método del potenciómetro
- C.E. : Método del salómetro
- Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio: Método de espectrofotometría de absorción atómica.
- Cloruros: Titulación con nitrato de plata.

Nitratos : por Colorimetría.  
Sulfatos : Método turbidimétrico con cloruro de bario.  
Bicarbonatos : Método de titulación con ácido clorhídrico.  
Carbonatos : Método de titulación con ácido clorhídrico.  
Boro : Método de carmín sulfónico.

## b) Análisis de microelementos y metales pesados

Primeramente se acidifica el medio, mediante la aplicación al agua de ácido nítrico.

Posteriormente, se hace la lectura mediante el espectrofotómetro de absorción atómica, de los elementos: cobre, zinc, manganeso, hierro, cadmio, plomo y cromo.

## 6.9. OBTENCION DE DATOS PARA PLANEAMIENTO DE MEDIDAS DE REMEDIACION

Se procedió a coleccionar la siguiente información:

- Fotografías de todas las instalaciones claves remanentes de las minas abandonadas.
- Anotaciones sobre las dimensiones aproximadas de las instalaciones claves (tamaño de las aberturas de los socavones; longitud, ancho y altitud de las pilas de desmonte, canchas de relaves, etc.).

En relación a lo anterior se efectuó inventario de efluentes, depósitos de desmonte, canchas de relave, inventario de minas e inventario de Plantas Concentradoras.

### • Muestras sólidas colectadas

- Código : SH – 01  
Descripción : Relaves de la Concentradora de la Mina Uchucchacua.  
Los relaves drenan al río Huaura.
- Volumen : 4'000,000 m<sup>3</sup>  
- Tonelaje  
- Características:  
Los relaves proceden del tratamiento de minerales polimetálicos, los cuales en su composición predominan los carbonatos con 84%, cuarzo con 12% y pirita 3%.
- Código : SH – 02  
Descripción : Desmontes de la mina Uchucchacua. Los desmontes proceden de la mina del mismo nombre, los cuales cuando llueve discurren en el río Huaura.
- Volumen : 15,000 m<sup>3</sup>  
- Tonelaje : 27,000 TM  
- Características:  
Los desmontes están constituidos principalmente por carbonatos 80% arcillas 10% y cuarzo 9%.
- Código : SH – 03  
Descripción : Desmontes Túnel Sugshapa  
Es un túnel que ejecuta trabajos la Cía. Minera Raura, para llevar más agua a la Central Hidroeléctrica de Cashacuro; se encuentra debajo del León Dormido y del Nevado Condorsenga.  
Volumen : 7,500 m<sup>3</sup>  
- Tonelaje : 13,000 TM

- Características:  
El desmorte procede del Túnel Shugshapa, es roca inerte en su composición se encuentran carbonatos, feldespatos.

- Código : SH – 04  
Descripción : Desmontes de Mina Anamaray  
Se encuentra al Este de la Laguna Lutacocha.

- Volumen : 2,500 m<sup>3</sup>
- Tonelaje : 4,500 TM

- Características:  
El desmorte de la Mina Anamaray; en su composición está formado en su mayor parte por feldespatos, cuarzo y óxidos de hierro.

- Código : SH – 05  
Descripción : Desmontes cerca de la fundición de Pomamayo. Se encuentra en la margen derecha del río Quichas, frente al pueblo de Pomamayo.

- Volumen : 2,000 m<sup>3</sup>
- Tonelaje : 3,000 TM

- Características:  
El desmorte en su composición predomina, sericita, feldespatos potásicos y óxidos de hierro.

- Código : SH – 06  
Descripción : Desmontes de Mina Santa Rita. Se encuentra al Este de la Qda. Tucto, esta quebrada es afluente del río Huancoy que a su vez es afluente del río Huaura por la margen derecha.

- Volumen : 300,000 TM
- Tonelaje : 300,000 TM

- Características:  
Este desmorte es producto de la operación de minado de minerales polimetálicos, en su composición predomina los feldespatos, caliza y óxidos de hierro en menor escala.

- Código : SH – 07  
Descripción : Relave de sulfuros de Mina Santa Rita. Se encuentra ubicado en el mismo lugar del punto anterior.

- Volumen : 200,000 m<sup>3</sup>
- Tonelaje : 350,000 TM

- Características:  
Es el producto del proceso metalúrgico de minerales polimetálicos, cuya composición predomina el cuarzo, las arcillas y pirritas.

- **Relación de puntos de muestreo de campo de la cuenca del río Huaura**

- 1 Agua de Qda. De Mina Gazuna
- 2 Agua de Qda. Ushpa.
- 3 Agua Túnel Shucshapa
- 4 Agua laguna Surasaca
- 5 Mina Carbón (arriba de Quichas) sin drenaje
- 6 Agua Mina Anamaray
- 7 Drenaje Laguna Guengue
- 8 Agua Central Hidroeléctrica Cashahuero
- 9 Agua de laguna ácida (TINYAG)

- 10 Agua Concentradora Iscaycruz
- 11 Agua de Qda. Que baja a Pachangara
- 12 Agua Mina Carbón (Qda. Pampahuay)
- 13 Agua canal de la C.H. Patón
- 14 Desmonte de Bellavista (sin drenaje)
- 15 Aguas del río Patón
- 16 Aguas Termales "VIROC"
- 17 Agua Conc. Mallay (de la UNI)
- 18 Agua de Ada. Pampanapuquio
- 19 Agua puquiales debajo de relaves Sta. Rita
- 20 Agua Mina Santa Rita.
- 21 Tajo Abierto Mina Santa Rita (sin drenaje)
- 22 Agua del río Andajes
- 23 Agua río Huaura (antes de Andajes)
- 24 Aguas Termales de Churín
- 25 Aguas Termales de Fierro de Churín
- 26 Agua Qda., Chulpín
- 27 Agua río Checras (Picoy)
- 28 Aguas termiales Chiuchín
- 29 Agua del río Checras (cruce Chinchín-Churín)
- 30 Agua río Huaura (Puente Alco)

**RELACION DE MUESTRAS LIQUIDAS DE LABORATORIO DE LA  
CUENCA DEL RIO HUAURA**

**JUNIO 1997**

LH-01	C.H. Andahuasi
LH-02	Río Huaura (antes del río Checras)
LH-03	Río Checras (antes del río Huaura)
LH-04	Lagzaura (Ilega mineroducto de Iscaycruz)
LH-05	Río Huaura (antes del cruce con el río Patón)
LH-06	Río Patón (antes del río Huaura)
LH-07	Mina Uchucchacua
LH-08	Río Huaura (union río Quichas con el río Ushpa)

**CUENCA RIO HUAURA  
PUNTOS DE MUESTREO  
(ANALISIS DE LABORATORIO)  
CUADRO 1**

PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
	UBICACION E 255179 N 8767852	UBICACION E 293009 N 8800845	UBICACION E 293344 N 8800964	UBICACION E 295162 N 8799011
	FECHA: 23/06/97	FECHA: 23/06/97	FECHA: 23/06/97	FECHA: 25/06/97
	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION
. Caudal (l/seg)	3,690	6,650	2,760	400
. pH	7,7	7,8	7,7	10,10
. Sólidos suspendidos (mg/l)	18,0000	24,0000	34,0000	12,0000
. Sólidos totales disueltos (mg/l)	464,0000	362,0000	574,0000	1,012,0000
. Cobre (mg/l)	0,0010	0,0040	0,0040	0,0010
. Plomo (mg/l)	0,0040	0,0150	0,0040	0,24
. Zinc (mg/l)	0,0170	0,0560	0,0850	0,1700
. Cadmio (mg/l)	0,0020	0,0030	0,0030	0,0060
. Arsénico (mg/l)	0,0150	0,0166	0,0119	0,0408
. Antimonio (mg/l)	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006
. Bismuto (mg/l)	0,0011	0,0010	0,0012	0,0010
. Mercurio (mg/l)	0,0001	0,00001	0,00001	0,00001
. Fierro (mg/l)	0,1850	0,3490	0,6050	0,1050
. Manganeso (mg/l)	0,1020	1,7920	0,0190	0,0620
. Níquel (mg/l)	0,0410	0,0050	0,0050	0,0460
. Cromo <sup>+6</sup> (mg/l)	0,0034	0,0116	0,0102	0,0204
. Cromo <sup>+3</sup> (mg/l)	0,0004	0,0013	0,0012	0,0022
. Sulfatos (mg/l)	31,0200	36,1000	37,8600	75,1200

**CUENCA RIO HUAURA  
PUNTOS DE MUESTREO  
(ANALISIS DE LABORATORIO)  
CUADRO 2**

PARAMETROS	PUNTO 5	PUNTO 6	PUNTO 7	PUNTO 8
	UBICACION E 304678 N 8820191	UBICACION E 304488 N 8820260	UBICACION E 315675 N 8826160	UBICACION E 305990 N 8825028
	FECHA: 24/06/97	FECHA: 24/06/97	FECHA: 23/06/97	FECHA: 24/06/97
	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION
. Caudal (l/seg)	2,300	2,754	20	2,300
. pH	7,5	7,8	6,9	7,6
. Sólidos suspendidos (mg/l)	14,000	22,0000	16,0000	20,0000
. Sólidos totales disueltos (mg/l)	114,0000	442,0000	4,144,0000	62,0000
. Cobre (mg/l)	0,0010	0,0050	0,0010	0,0010
. Plomo (mg/l)	0,0060	0,0030	0,0310	0,0020
. Zinc (mg/l)	0,0580	0,0940	0,0680	0,0360
. Cadmio (mg/l)	0,0010	0,0030	0,0010	0,0030
. Arsénico (mg/l)	0,0135	0,0166	0,0512	0,0150
. Antimonio (mg/l)	0,0002	0,0005	0,0010	0,0001
. Bismuto (mg/l)	0,0002	0,0009	0,0010	0,0002
. Mercurio (mg/l)	0,00001	0,00006	0,00001	0,00001
. Fierro (mg/l)	0,1850	0,1580	0,1690	0,1790
. Manganeso (mg/l)	0,0220	7,7470	108,4370	0,0220
. Níquel (mg/l)	0,0070	0,0050	0,0060	0,0050
. Cromo <sup>+6</sup> (mg/l)	0,0023	0,0074	0,0152	0,0027
. Cromo <sup>+3</sup> (mg/l)	0,0002	0,0008	0,0011	0,0002
. Sulfatos (mg/l)	9,1200	31,0200	105,5800	17,5100

**RELACION DE MUESTRAS LIQUIDAS DE LABORATORIO DE LA  
CUENCA DEL RIO HUAURA**

**SETIEMBRE 1997**

LH-01	Aguas del túnel Shucshapa
LH-02	Agua drenaje de mina Anamaray
LH-03	Agua de inicio de quebrada Yarahuaino (cerca de P. C. Iscaycruz)
LH-04	Agua drenaje de mina de carbón en Pampahuay
LH-05	Agua canal hacia central hidroeléctrica Patón
LH-06	Agua quebrada debajo de relaveras en Santa Rita
LH-07	Agua de drenaje socavón principal de mina Santa Rita
LH-08	Agua de río Huaura antes del río Andajes
LH-09	Aguas termales de fierro de Churín
LH-10	Agua del río Checras junto a puente en Picoy
LH-11	Aguas termales en Chiuchín
LH-12	Aguas del río Huaura en el puente Alco

**CUENCA RIO HUAURA  
PUNTOS DE MUESTREO  
(ANALISIS DE LABORATORIO)  
CUADRO 3**

PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
	UBICACIÓN E 308164 N 8840355 FECHA: 23/09/97	UBICACIÓN E 310886 N 8831933 FECHA: 23/09/97	UBICACIÓN E 308940 N 8807492 FECHA: 24/09/97	UBICACIÓN E 311550 N 8816600 FECHA: 24/09/97
	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION
. Caudal (l/seg)	51	7,5	4,0	28
. pH	8,2	8,8	8,1	4,6
. Sólidos suspendidos (mg/l)	---	---	---	---
. Sólidos totales disueltos (mg/l)	---	---	---	---
. Arsénico (mg/l)	0,0033	0,0428	0,0017	0,0010
. Cobre (mg/l)	0,0020	0,0010	0,0010	0,0250
. Plomo (mg/l)	0,0040	0,0060	0,0490	0,0070
. Fierro (mg/l)	0,0070	0,0060	0,2280	5,4960
. Manganeso (mg/l)	0,0010	0,3400	1,0700	1,4900
. Níquel (mg/l)	0,0023	0,0028	0,0028	0,0524
. Cromo <sup>+3</sup> (mg/l)	0,0003	0,0015	0,0010	0,0038
. Cromo <sup>+6</sup> (mg/l)	0,0028	0,0063	0,0078	0,0217
. Cadmio (mg/l)	0,0030	0,0020	0,0050	0,0070
. Zinc (mg/l)	0,0250	0,0510	1,4520	0,2300

**CUENCA RIO HUAURA  
PUNTOS DE MUESTREO  
(ANALISIS DE LABORATORIO)  
CUADRO 4**

PARAMETROS	PUNTO 5	PUNTO 6	PUNTO 7	PUNTO 8
	UBICACIÓN E 313150 N 8819630 FECHA: 25/09/97	UBICACIÓN E 285000 N 8813637 FECHA: 26/09/97	UBICACIÓN E 283778 N 8813337 FECHA: 26/09/97	UBICACIÓN E 294698 N 8805668 FECHA: 27/09/97
	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	. Caudal (l/seg)	1,500	4,0	6,0
. pH	6,4	6,9	7,2	7,9
. Sólidos suspendidos (mg/l)	---	---	---	---
. Sólidos totales disueltos (mg/l)	---	---	---	---
. Arsénico (mg/l)	0,0011	0,7179	0,0013	0,0010
. Cobre (mg/l)	0,0010	0,0590	0,0010	0,0040
. Plomo (mg/l)	0,0090	0,0450	0,0400	0,0400
. Hierro (mg/l)	0,0040	4,6140	0,6240	0,2280
. Manganeso (mg/l)	1,1930	6,7690	0,4590	0,1290
. Níquel (mg/l)	0,0038	0,0033	0,0285	0,0033
. Cromo <sup>+3</sup> (mg/l)	0,0011	0,0005	0,0007	0,0019
. Cromo <sup>+6</sup> (mg/l)	0,0082	0,0042	0,0049	0,0151
. Cadmio (mg/l)	0,0020	0,1000	0,0030	0,0020
. Zinc (mg/l)	0,0330	6,5560	0,4080	0,0380

**CUENCA RIO HUAURA  
PUNTOS DE MUESTREO  
(ANALISIS DE LABORATORIO)  
CUADRO 5**

PARAMETROS	PUNTO 9	PUNTO 10	PUNTO 11	PUNTO 12
	UBICACIÓN E 293746 N 8802287 FECHA: 27/09/97	UBICACIÓN E 309881 N 8791329 FECHA: 27/09/97	UBICACIÓN E 305710 N 8791897 FECHA: 27/09/97	UBICACIÓN E 269282 N 8779001 FECHA: 27/09/97
	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION	CONCENTRACION
	. Caudal (l/seg)	20	7,000	50
. pH	5,9	8,5	6,1	8,2
. Sólidos suspendidos (mg/l)	---	---	---	---
. Sólidos totales disueltos (mg/l)	---	---	---	---
. Arsénico (mg/l)	0,0243	0,0011	0,0067	0,0033
. Cobre (mg/l)	0,0010	0,0010	0,0050	0,0010
. Plomo (mg/l)	0,0450	0,0040	0,0900	0,0360
. Hierro (mg/l)	4,7540	0,7890	0,1130	0,7060
. Manganeso (mg/l)	2,1280	0,0560	0,1230	0,5200
. Níquel (mg/l)	0,0476	0,0024	0,0717	0,0429
. Cromo <sup>+3</sup> (mg/l)	0,0003	0,0008	0,0009	0,0251
. Cromo <sup>+6</sup> (mg/l)	0,0021	0,0054	0,0060	0,2543
. Cadmio (mg/l)	0,0090	0,0010	0,0120	0,0020
. Zinc (mg/l)	0,1220	0,0540	0,0300	0,0650

