

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA

SECCIÓN DE POST-GRADO



**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL
DE LA CUENCA TORRES Y VIZCARRA AFECTADA POR LA
ACTIVIDAD MINERA METALÚRGICA**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN METALÚRGIA.**

PRESENTADO POR:

SANTIAGO GUALBERTO VALVERDE ESPINOZA

MARZO 2002

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar en estas líneas mis sinceros agradecimientos a todos aquellos que de una u otra forma aportaron su experiencia para la culminación del presente trabajo.

En la parte profesional y en especial quiero agradecer al Ingeniero Jose Vidalon Gálvez Jefe del proyecto de Eliminación Pasivos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas y al Ingeniero Atilio Mendoza Director del instituto de Minería y Medio Ambiente de la FIGMM de la UNI, por el apoyo que me brindaron desinteresadamente en los momentos decisivos para la realización del presente trabajo.

Finalmente agradezco a mi familia por la formación personal que me dieron y el apoyo para seguir adelante en mis estudios y en especial a mi esposa Irene Obregón Obregón.

RESUMEN

El reconocimiento ambiental de la cuenca de los ríos Torres y Vizcarra nos permite indicar que el emplazamiento y el desarrollo minero - metalúrgico activo de las minas Huanzalá, Don Froylán, Domingo Sabio y concentradora Huallanca e inactivos como las minas San Francisco, Mercedes y mina Perú son las principales fuentes generadoras de drenaje contaminante y dispersión de relaves que llegan hasta la parte media de la cuenca (La Unión). Los impactos generados ocurren principalmente sobre la flora, fauna y áreas urbanas (impacto social), dado que las aguas dispersan los relaves hasta las zonas de cultivos emplazadas en ambos márgenes de la cuenca hasta las proximidades de la ciudad de La Unión, los metales disueltos como Pb, As, Cu, Zn sobre los **LMP** en el agua la hacen no apta para consumo doméstico y de animales.

Podemos notar que los efluentes de las quebradas Pucarrajo, Palmar llevan valores de As, y los drenajes de las minas San Francisco, Mercedes y Perú contienen valores de pH ácido y alto contenido de metales pesados contaminantes. La poza de sedimentación de la mina Huanzalá actualmente se encuentra colmatada y los relaves expuestos al intemperismo muestran fuerte oxidación y generación de drenaje ácido; de la misma manera la acumulación de hierro férrico y pH ácido en la laguna de Contaycocha ha generado la extinción definitiva de la fauna acuática.

El emplazamiento de la concentradora Huallanca muestra condiciones críticas de estabilidad física en caso de fenómenos naturales.

Actualmente cerca a ésta relavera confluyen los drenajes ácidos de las minas San Francisco y Mercedes.

En la ciudad Huallanca se puede apreciar que las aguas del río Torres llegan con alto contenido de sólidos en suspensión y metales contaminantes.

Las aguas del río San Juan que confluyen al río Torres dando origen al río Vizcarra se encuentran con valores por debajo del LMP. De la misma manera las aguas de los ríos Lampas y Andachupa.

En la margen izquierda ocurren aguas termales en Tauripampa (Baños Cónoc) emplazadas antes de llegar a La Unión; éstas aguas muestran temperaturas de 28 °C y drenan hacia el río Vizcarra.

Antes de llegar a La Unión, en la parte alta de la margen izquierda del río Vizcarra se desarrolla una amplia meseta donde se encuentran restos arqueológicos Incaicos denominados Huánuco Pampa, los cuales muestran el empleo de alta ingeniería donde se han empleado bloques de caliza y arenisca para la construcción de una gran ciudadela con sus respectivos canales.

El río Vizcarra corta la secuencia de esquistos verdosos grises del Complejo Marañón a la altura de Sillapata hasta su desembocadura en el Marañón (Tingo Chico). Estos esquistos se caracterizan por el alto contenido de micas (cloritas, muscovitas, flogopitas) y carbonatos que les permite neutralizar los posibles drenajes ácidos del mismo modo las secuencias de calizas entre Huanzalá y Sillapata.

Los planes de mitigación y restauración ambiental por parte del Estado consistiría en el desarrollo de proyectos a fin de mitigar los drenajes ácidos de las minas San Francisco, Mercedes y Perú actualmente inactivas con el fin de recuperar la calidad de las aguas y que puedan ser utilizadas en la agricultura de la zona.

En base a la evaluación de las características geológicas, productos de actividades minero - metalúrgicas y ambientales de las minas inactivas que ocurren en la margen derecha de la cuenca de los ríos Torres y Vizcarra se desarrollaron perfiles de proyectos de mitigación ambiental que permitieron establecer la prioridad de mitigación así como un estimado de los costos según se aprecia en el siguiente cuadro

Mina	Fuentes Drenaje Acido	Tonelaje Material (TM)	Costo Mitigación (\$)	Prioridad Mitigación
San Francisco	Desmontes +5 bocaminas	4'500,000	839,737	I
Mercedes	Desmontes +2 bocaminas	3'600,000	741,943	II
Perú	Desmontes +2 bocaminas	3'000,000	607,643	III
		TOTAL :	\$ 2'189,323	

Así tenemos que los programas de mitigación ambiental en la cuenca de los ríos Torres y Vizcarra se caracteriza porque en su margen izquierda se tiene unidades mineras activas (Minas Huanzalá, Mina Don Froylán , Mina Domingo Sabio y Concentradora Huallanca), que asumirían parte de la rehabilitación de la cuenca y el Estado asumiría el de las minas inactivas (San Francisco, Mercedes y Perú) emplazadas en la margen derecha de la cuenca y que actualmente generan drenaje ácido.

DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA TORRES Y VIZCARRA AFECTADA POR LA ACTIVIDAD MINERA METALÚRGICA

RESUMEN

CAPITULO

- 1 Introducción.
- 2 Ubicación.
- 3 Información referencial.
- 4 Geología.
 - 4.1 Geología Regional.
 - 4.2 Complejo del Marañón.
 - 4.3 Geomorfología.
- 5 Hidrogeología.
 - 5.1 Microcuenca.
 - 5.2 Enmarcación de la Zona de Estudio.
 - 5.3 Parámetros Meteorológicos.
 - 5.3.1 Clima y Pluviometría.
 - 5.3.2 Valles.
 - 5.3.3 Vegetación.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO AMBIENTAL.

1. Metodología de trabajo.
 - 1.1 Información.
 - 1.2 Trabajo de Campo.
- 2 Monitoreo Ambiental.
 - 2.1 Estaciones de Monitoreo.
 - 2.2 Resultados de Mediciones en el Campo.
- 3 Área de Interés Histórico Cultural.
- 4 Minas Activas e Inactivas.
 - 4.1 Minas Activas.
 - 4.1.1 Unidad Minera Don Froylan.
 - 4.1.2 Unidad Minera Huanzála.
 - 4.2 Minas Inactivas.
 - 4.2.1 Mina Mercedes.
 - 4.2.2 Mina San Francisco
 - 4.2.3 Mina Perú
- 5 Análisis de Aguas y Sólidos.
 - 5.1 Resultados de los Análisis del Agua del Río Vizcarra en el laboratorio
 - 5.2 Resultados de Análisis de Sedimentos en Malla -80 de la Cuenca del Río Torres Y Vizcarra en Laboratorio.
- 6 Reconocimiento de Contaminación.
 - 6.1 Diagnostico Ambiental.
 - 6.2 Fuentes de origen de la Contaminación Minera.
 - 6.3 Impactos ambientales.

- 6.3.1 Sobre las Poblaciones.
- 6.3.2 Sobre la Flora.
- 6.3.3 Sobre la Fauna.

CAPITULO III

TECNOLOGÍA AMBIENTAL

- 1 Planes de Adecuación y Restauración.
- 2 Planeamientos para Mitigación.
- 3 Niveles Referenciales de Algunos Parámetros en Aguas para Evaluar la Contaminación.
 - 3.1 Anexos Según el MEN.
- 4 Datos de Caudal y Concentración de Metales Contaminantes de las Estaciones de la Cuenca Torres Y Vizcarra.
- 5 Determinación de Carga Contaminante en Estaciones.

CAPÍTULO IV.

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE ORIGEN MINERO.

- 1 Prevención de la Contaminación de Origen Minero.
- 2 Métodos de Clausura de Galerías Mineras.
 - 2.1 Método de Descarga Cero.
 - 2.2 Método del Rebose.
 - 2.3 Método de Eliminación de Ingreso de Aire.
 - 2.4 Método Mixto.
- 3 Efecto del Taponeo.

CAPITULO V

PERFIL DE PROYECTO DE MITIGACIÓN DE MINA SAN FRANCISCO

Resumen

- 1 Ubicación y Acceso.
- 2 Contexto Geológico.
- 3 Pasivos Ambientales
- 4 Monitoreo Ambiental.
 - 4.1 Análisis de Aguas y Sólidos.
 - 4.1.1 Resultados de Mediciones en el Campo.
 - 4.1.2 Resultados de Análisis de Aguas en Laboratorio.
 - 4.1.3 Resultados en Potencial Neto de Neutralización.
- 5 Análisis Petrominerográfico.
 - 5.1 Sedimento Laguna San Francisco
 - 5.2 Desmonte Mina San Francisco
 - 5.3 Escorias de Mina San Francisco
- 6 Factores Hidrológicos, Geoquímicos y Geotécnicos.
- 7 Impactos Ambientales.
 - 7.1 Diseño del Plan de Mitigación de la Mina San Francisco.

- 7.2 Beneficios Ambientales Sociales
- 8 Cálculo de costos para el control de Contaminación de la Mina San Francisco.
 - 8.1 Cierre de Bocamina.
 - 8.2 Renivelación Parcial de Desmonte, Refine de Talud y Compactación.
 - 8.3 Construcción del Dique Calcáreo.
 - 8.4 Construcción del Canal de Escorrentía con Lecho de Caliza.
 - 8.5 Construcción Franja Neutralizante de Caliza al Borde de la Laguna.
 - 8.6 Cobertura y Revegetación.
- 9 Presupuesto Para el Control de Contaminación de la Mina San Francisco.

CAPITULO VI.

PERFIL DE PROYECTO DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN MINA MERCEDES.

RESUMEN.

- 1. Ubicación
- 2. Derecho Minero.
- 3. Contexto Geológico.
- 4. Pasivos Ambientales.
- 5. Monitoreo Ambiental.
 - 5.1 Análisis de Aguas y Sólidos.
 - 5.2 Resultados de Análisis de Aguas de Laboratorio.
 - 5.3 Resultados del Potencial Neto de Neutralización(PNN).
 - 5.4 Análisis Petromineragráfico.
- 6. Factores Hidrológicos Geoquímicos y Geotécnicos
- 7. Impactos ambientales.
 - 7.1 Diseño del Plan de Mitigación.
 - 7.2 Esquema del Plan de Mitigación en Mina Mercedes.
- 8. Beneficios Ambientales y sociales.
- 9 Cálculo de Costos para el Control de Contaminación de la Mina Mercedes.
 - 9.1 Cierre de Bocamina.
 - 9.2 Renivelación Parcial de Desmonte, Refine de Talud y Compactación.
 - 9.3 Construcción Dique Calcáreo.
 - 9.4 Construcción Canal de Escorrentía con Lecho de Caliza.
 - 9.5 Cobertura y Revegetación.
- 10 Presupuesto para el control de contaminación de la mina abandonada mercedes.

CAPITULO VII.

PERFIL DE PROYECTO DE MITIGACIÓN AMBIENTAL DE MINA PERÚ.

INTRODUCCIÓN:

- 1. Ubicación y Acceso.
- 2. Derecho Minero.

3. Contexto Geológico
4. Pasivos Ambientales
5. Monitoreo Ambiental
 - 5.1 Análisis de Aguas y Sólidos
 - 5.1.1 Resultados de Mediciones en el Campo.
 - 5.1.2 Resultados de Análisis de Aguas en Laboratorio.
 - 5.1.3 Resultados del Potencial Neto de Neutralización.
 - 5.2 Análisis Petrominerográfico
 - Mina Perú Desmonte.
 - Mina Perú Sedimento.
 - 5.3 Factores Hidrológicos, Geoquímicas y Geotécnicos
 - 5.4 Impactos ambientales.
6. Diseño del plan de mitigación.
 - 6.1 Esquema de Mitigación Mina Perú.
7. Beneficios Ambientales y Sociales.
8. Cálculo de los Costos para el Control de Contaminación de la Mina Perú.
 - 8.1 Cierre de la Bocamina.
 - 8.2 Renivelación Parcial de Desmonte, Refine de Talud y Compactación.
 - 8.3 Construcción Dique Calcáreo.
 - 8.4 Construcción Canal de Escorrentía con Lecho de Caliza.
 - 8.5 Cobertura y Revegetación.
9. Presupuesto para el Control de Contaminación de la mina Abandonada Perú.

CAPITULO VIII.

ASPECTOS DEL PROGRAMA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL DE MINAS ACTIVAS EN LA CUENCA DEL RÍO TORRES Y VIZCARRA.

1. Unidad Minera de Floylán.
 - 1.1 Impacto ambiental.
 - 1.2 Costo estimado para prevenir la contaminación.
2. Compañía minera Santa Luisa.
 - 2.1 Antecedentes.
 - 2.2 Plan de Mitigación.
3. Mina Domingo Sabio y Concentradora Huallanca.
 - 3.1 Impacto Ambiental.
 - 3.2 Costo para Prevenir la Contaminación.

CONCLUSIONES

ANEXOS

TÉRMINOS DE REFERENCIA MODELO PARA LA LICITACIÓN DE LOS TRABAJOS DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL DE LOS DEPÓSITOS DE DESMONTE EN LAS MINAS ABANDONADAS DE LA CUENCA DEL RÍO TORRES Y VIZCARRA (MINA SAN FRANCISCO).

1. Antecedentes.
2. Objetivo.

- 3 Generalidades.
- 4 Ubicación de la Obra.
- 5 Descripción del Trabajo a Realizar.
 - 5.1 Estudios Hidrológicos Integrales.
 - 5.2 Estabilidad Geotécnica y Control Periódico del Depósito.
 - 5.3 Renivelación Parcial de Desmonte y Compactación.
 - 5.4 Construcción del Dique Calcáreo.
 - 5.5 Construcción deL Canal de Derivación con el Lecho de Caliza.
 - 5.6 Construcción de una Franja de Caliza Neutralizante.
 - 5.7 Cobertura y Revegetación.
- 6 Requisitos de la Empresa.
- 7 Plazo de Ejecución.
- 8 Costo Referencial.
- 9 Forma de Pago.
- 10 Financiamiento.

CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.

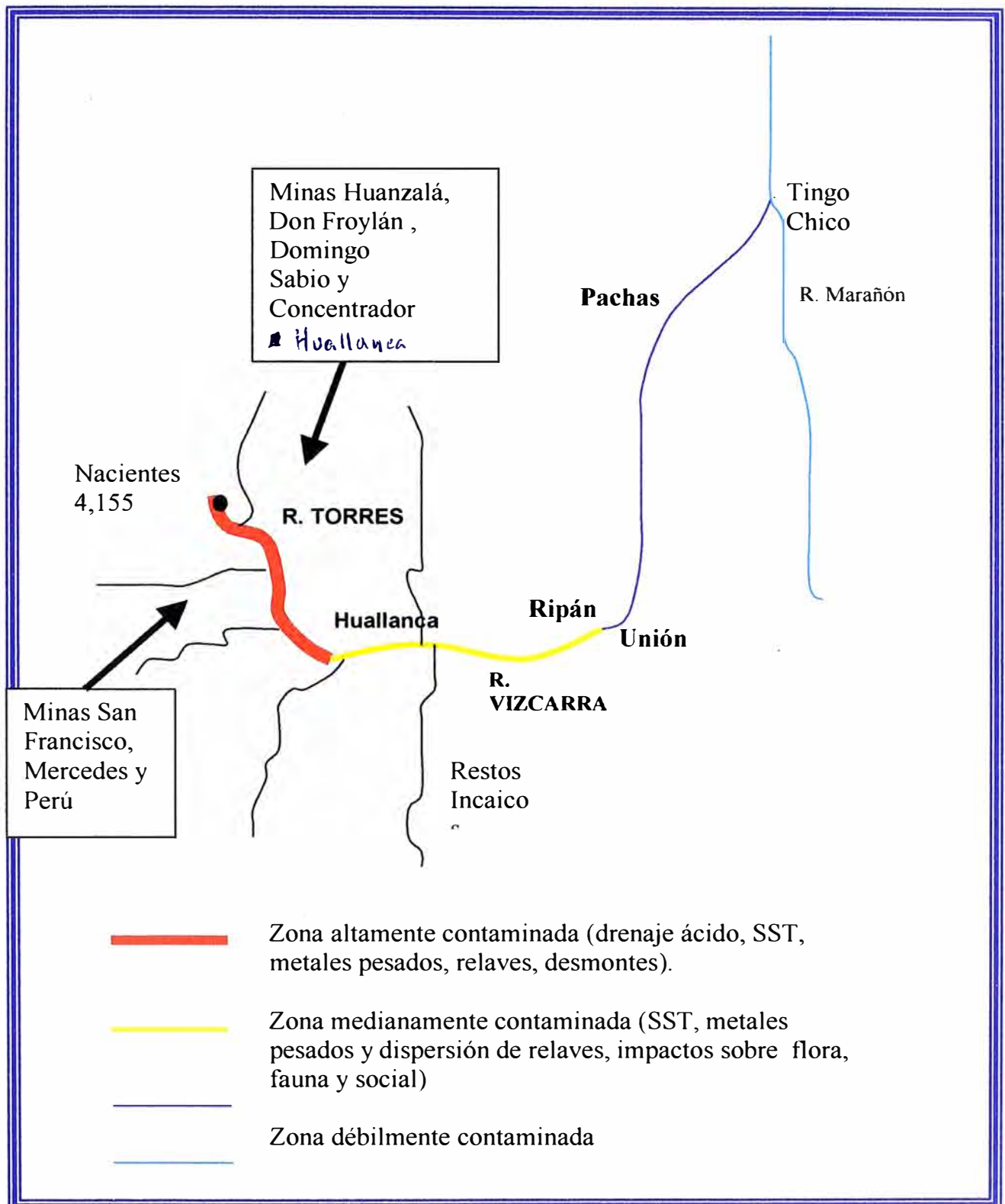
El presente trabajo reporta los avances respecto al reconocimiento ambiental de la Cuenca de los ríos Torres y Vizcarra ; haciendo énfasis en las fuentes contaminantes de origen minero y metalúrgico a cargo de la actividad privada y del Estado evidenciadas de la información existente, mediciones en el campo y en el laboratorio.

El desarrollo del trabajo empieza en el año de 1996 con el monitoreo periódico quincenal de la cuenca, posteriormente se realiza entre los meses de octubre del 1998 y Enero de 1999 , para lo cual se contó con la infraestructura e instrumentación del Instituto de Minería y Medio Ambiente, y del Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica de la UNI.

El presente trabajo trata de mostrar una alternativa de mitigación del impacto ambiental ocasionado por la actividad minera pasada y presente en las zonas que están empleadas en la cuenca del río Torres y Vizcarra.

Las aguas superficiales de la cuenca Torres y Vizcarra fueron y consideramos que son apropiados para diversos usos, principalmente para fines de riego, es decir apropiadas para diferentes cultivos en casi cualquier tipo de suelo por lo que merece evitar la contaminación. Sin embargo, la calidad del agua para otros usos se ve afectada por la presencia de contaminantes en concentraciones altas, superiores a sus respectivos límites máximos permisibles(LMP), siendo lo mas persistente la presencia de metales pesados, estos se debe en parte a procesos naturales y por otro lado al aporte de desechos sólidos como relaves, escorias, desmontes, drenajes de galerías y socavones.

ESQUEMA ZONAS DE CONTAMINACIÓN CUENCA RÍOS TORRES Y VIZCARRA



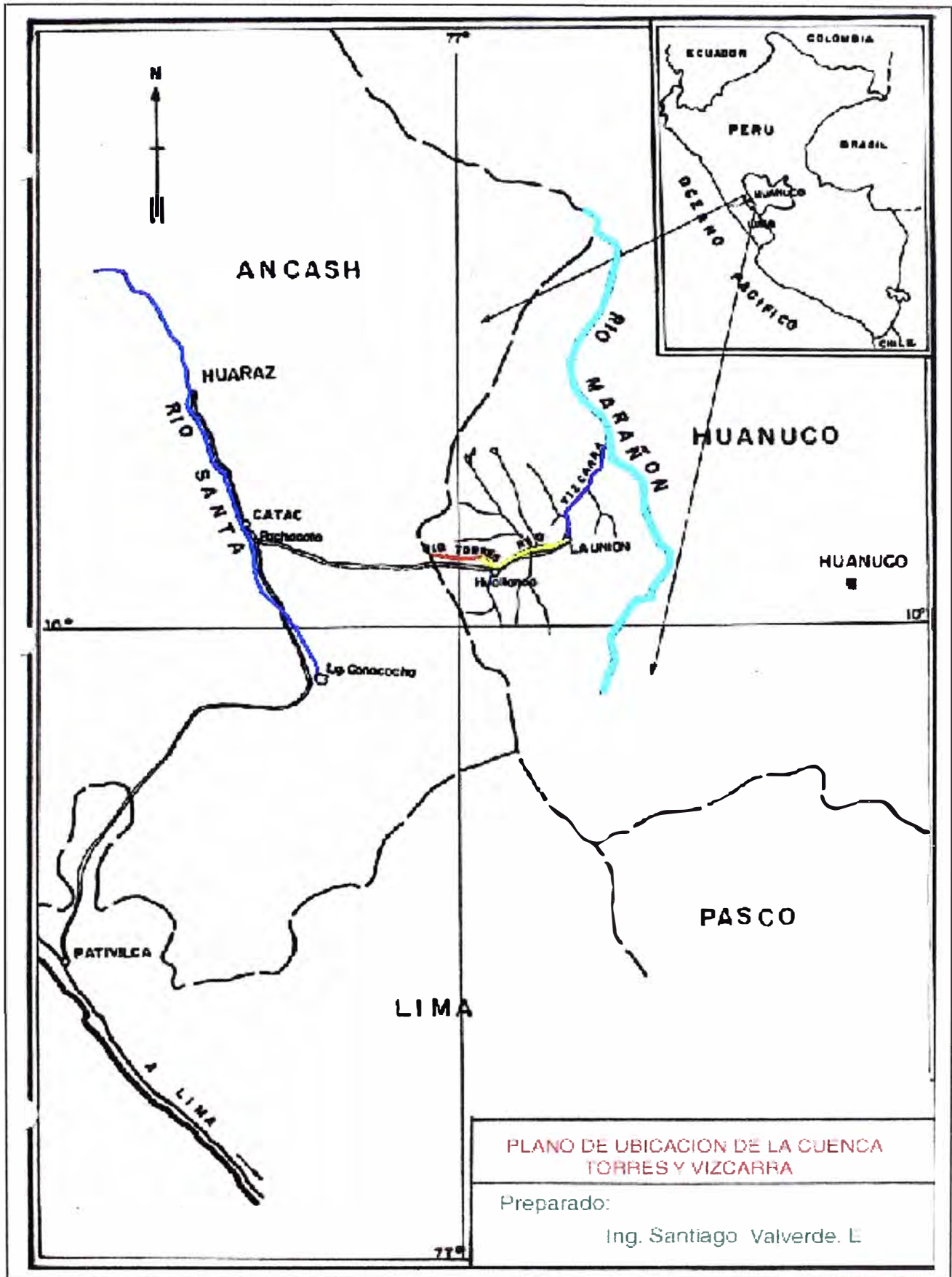
2 UBICACIÓN.

El área de estudio de la Cuenca Torres-Vizcarra se ubica principalmente en la Provincia Dos de Mayo cuya capital es La Unión correspondiente al departamento de Huanuco. La cuenca tiene como poblaciones importantes Huallanca, La Unión, Ripán, Pachas, Yanas y Tingo Chico éste último en plena desembocadura del río Torres–Vizcarra en la margen derecha del río Marañón. Una parte pequeña correspondiente a las nacientes de la cuenca pertenece a la provincia de Bolognesi del departamento de Ancash. La cuenca abarca un área aproximada de 1632 km² y tiene una longitud total de 55 Km., la diferencia de cota es de 1320 m entre el nivel de la desembocadura en el río Marañón y las nacientes del río Torres .Ver figura No. 1.

3 INFORMACIÓN REFERENCIAL.

- PAMA de mina Huanzalá
- EIA de Unidad Minera Don Froilan – Mina Pucarrajo
- Reporte del Ministerio de Energía y Minas “Mina Huanzalá y la Cuenca de los Ríos Torres y Vizcarra”
- Geología de los Cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca (Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i y 21-j). INGEMMET- Lima-Perú Noviembre, 1996.
- Guía para el Cierre de Minas – MEM - sub.-Sector Minería – DGAA – Lima-Perú, Julio, 1995.
- Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras – MEM - Sub-Sector Minería – DGAA – Volumen XVI.
- Design Manual – Neutralization of Acid Mine Drainage – U.S. Environmental Protection Agency – Office of Research and Development Industrial Environmental Research Laboratory, EPA-600/2-83-001, January 1983.
- Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Minas – MEM- Sub-Sector Minería – DGAA – Volumen IV.
- Presas de Relaves en el Perú – MEM – INGEMMET – Dirección General de Geología – Dirección de Geotecnia – 1982.

Informe del Monitoreo de la Cuenca del Río Vizcarra Torres – MEM – UNI –
FIGMM – Octubre 1996.



4 GEOLOGÍA.

4.1 Geología Regional.

En el área ocurren secuencias de rocas desde Precámbrico hasta las acumulaciones recientes de morrenas glaciares y depósitos aluviales recientes. Iniciando por la desembocadura se tiene una consistente secuencia correspondiente al Complejo Marañón constituidos por esquistos verdes, esta secuencia es la mas antigua en el área y constituye el substratum en profundidad.

4.2 Complejo del Marañón.

Son afloramientos de rocas antiguas (Neoproterozoico) que se distribuyen desde la desembocadura hasta la altura del puente Pachas aproximadamente.

Está constituido esencialmente por esquistos y filitas en colores marrón a verdosos, la orientación de la esquistosidad tiene un rumbo N 85° E y buzamiento 50° NO. Los esquistos presentan abundancia de estructuras con venillas de cuarzo que cortan la esquistosidad, existen también pliegues replegados y deformados aproximadamente paralelos a la orientación de los Andes. La secuencia en su conjunto se observa bastante deformada.

Las texturas frecuentes y de fácil observación son grano-blásticas observándose en algunos casos porfidoblastos de plagioclasas y cuarzo. Algunos esquistos verdes evidencian que la roca original han sido secuencias volcánicas que fueron metamorizadas a rocas con epidotas, plagioclasas, cuarzo, cloritas, cordieritas y muscovita.

4.3 Geomorfología

El río Torres-Vizcarra cuyas nacientes están en los deshielos de la Cordillera Huayhuash y drena sus aguas a la cuenca del río Marañón (Hoya Hidrográfica del Océano Atlántico) describiendo un curso moderadamente sinuoso y con un rumbo de Sudeste – Noreste.

En el área del emplazamiento del río Torres-Vizcarra se pueden reconocer geformas diferenciadas empezando en las nacientes con valles glaciares amplios de típica sección en U como en las quebradas Palmareda, Pucarrajo, Torres con bofedales que albergan una flora típica de estas alturas superior a los 4,000 msnm

En el desarrollo del río Torres-Vizcarra se tiene un predominio de valles juveniles de fondo amplio con presencia de terrazas como el observado en su desembocadura en el río Marañón con alturas de banco de hasta 4 m como mínimo y que han sido aprovechadas para el emplazamiento de áreas de cultivo como también la ubicación de las principales poblaciones como Tingo Chico, La Unión, Ripán, Huallanca.

Entre las poblaciones de La Unión y Huallanca es importante la presencia del Cañón Huactahuaro trabajado por el río Torres-Vizcarra en formaciones sedimentarias de calizas, areniscas fuertemente plegadas pertenecientes a las Formaciones Oyón, Celendín y Chimú. Este cañón llega en ocasiones a menos de 20m de ancho produciéndose entonces un curso torrentoso.

La laguna Contaycocha que se encuentra colmada parcialmente de sedimentos proveniente de las plantas de concentración minera ubicadas aguas arriba destacando entre ellas la Mina Huanzalá.

5. HIDROGEOLOGÍA.

5.1 Microcuenca.

La microcuenca principal de la zona es la del río Torres y tiene como afluentes principales a los ríos Palmar, Tanash y riachuelos pequeños como Chocopata, Cachina y otros que aportan al cauce principal hasta llegar a la laguna Contaycocha.

El río Torres llega hasta la localidad de Huallanca donde se une con el río San Juan para formar el río Vizcarra, al cual confluyen los ríos Andachupa, Lampas, Chacamayo (La Unión) y otros tributarios hasta llegar al Marañón en el lugar denominado Tingo Chico. Estos ríos son de aguas persistentes durante todo el año, aumentando sus caudales en temporadas de lluvia.

5.2 Enmarcación de la Zona de Estudio.

La zona de estudio se encuentra enmarcada entre las coordenadas siguientes:

Latitud	Longitud
8.896.800	280.000
8.895.400	280.000
8.896.800	284.000
8.895.400	284.000

Esta zona cubre un área aproximada de 2.200 ha con altitudes que van de 4.000 a 4.650 msnm.

5.3 Parámetros Meteorológicos.

5.3.1 Clima Y pluviometría

El clima en la zona de la cuenca del río Torres Vizcarra es variado y está definido por las altitudes desde su desembocadura en el río Marañón (2835 msnm) donde tenemos clima templado, moderado y lluvioso con un invierno seco variando en la zona central de la cuenca a un clima frío boreal con temperaturas mayores a 10 °C, pasando a un clima de Tundra Seca de Alta Montaña con temperatura media en el mes más cálido mayor a 0 °C ; en las nacientes de la cuenca tenemos pequeñas áreas de clima de Nieve Perpetua de Alta Montaña con temperatura media en todos los meses menor a 0 °C. (Distribución climática según W. Köppen).

Las precipitaciones pluviales son marcadas en el año registrándose las mayores entre los meses de octubre a abril con registros excepcionales mayores a 250 mm en el mes de marzo y las menores se registran entre los meses de mayo a setiembre siendo el mes de junio el mas seco llegando a veces a registrar una precipitación total de 2mm en el mes (Estación de Huallanca).

Las temperaturas en general varían desde los –8 °C a 14 °C en los meses de abril a octubre y durante los meses de noviembre a marzo se registran temperaturas de – 4 °C a 6 °C.

Dado que en la unidad de producción Huanzalá no existen estaciones meteorológicas y tomando en cuenta la proximidad y altitudes semejantes de la estación meteorológica de Huallanca (SENAMHI) y de las lagunas Taucán-Gochahuain, se ha considerado apropiado tomar en cuenta la información producida

por la estación meteorológica antes citada y por el departamento de ingeniería de la compañía Minera Santa Luisa S.A. en los estudios realizados para la construcción de la presa Gochahuain.

5.3.2 Valles.

La Cuenca Torres Vizcarra en sus nacientes (4155 msnm,) se caracteriza por ser muy estrecha y el suelo formado por el material coluvial producto de la descomposición de calizas, pizarras, lutitas, areniscas de la margen izquierda del río Torres y volcánicos de su margen derecha es de potencia pequeña desarrollándose gramíneas ligadas a bofedales que sirven de pastoreo a ganado vacuno, ovinos, equinos. Entre la mina Huanzalá y el poblado de Huallanca sigue siendo el valle muy estrecho creciendo en sus laderas empinadas eucaliptos. Siguiendo el cauce estrecho hasta la confluencia del río Andachupa con el río Vizcarra; a partir de esta zona el valle tiende abrirse en forma de abanico desarrollándose la agricultura en los poblados de la Unión, Ripán con sembríos de maíz, papas, trigo y ganado vacuno, ovino. El valle tiende ampliarse y es Controlado un suelo proveniente de la erosión de rocas metamórficas del tipo filitas que se encuentran alteradas generando un alto contenido de minerales micáceos como cloritas, flogopitas que se descomponen generando suelos con valores de hierro, magnesio.

5.3.3 Vegetación.

En las partes altas por encima de los 4000 msnm los suelos están cubiertos solamente de ichu, matará y yareta (musgos) típicas de éstas alturas. La zona más baja especialmente en las terrazas que han sido formadas en las márgenes del río Torres Vizcarra predominan los cultivos de maíz y papa en aproximadamente 50% de cada uno en escala menor están las habas, tarhui, alberjas. Otros cultivos que están condicionados a la altitud absoluta de su ubicación son los pastos naturales como la alfalfa que permiten el desarrollo de la actividad ganadera - lechera ubicando a la ciudad de Huallanca como una importante productora de queso; los flancos del valle desarrollado por el Torres Vizcarra han sido aprovechados también por plantaciones de eucaliptos que proporcionaron de madera para la actividad minera antes floreciente.

CAPITULO II.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL.

1. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

1.1 Información.

Comprende:

- Información bibliográfica.
- Construcción de planos en base a hojas IGN a escala 1/100000 de Chiquián (21-i), Recuay (20-i), Yanahuanca (21-i) y La Unión (20-i).

1.2 Trabajo de Campo:

- Identificación y ubicación de efluentes, sus puntos de descarga, depósitos de escorias, relaves y desmontes, campamentos y poblaciones, etc.
- Reconocimiento geológico de la zona de trabajo y yacimientos.
- Identificación y delimitación de áreas y recursos afectados por la actividad minera (actual e histórica)
- Identificación de áreas de interés histórico cultural, de parques naturales o reservas y de áreas de interés científico especial.
- Diseñar el programa de muestreo de confirmación y realizar la comprobación puntual, para un relacionamiento regional (cuenca) integrado de los efluentes. Este diseño debe considerar la determinación de anomalías de origen natural (pH y metales disueltos)
- Muestreo sistemático de aguas y sedimentos con algunas mediciones in situ.
- Análisis de muestras de aguas y sedimentos en malla –80.
- Definir objetivos y metas de los programas de restauración en los casos que ocurran en la cuenca.
- Indicar áreas de riesgo y planes de contingencia.

Preparación de perfiles de proyecto de ingeniería a nivel conceptual.
Trabajos posteriores.

2. MONITOREO AMBIENTAL

La cuenca Torres Vizcarra se caracteriza por desarrollarse entre cotas de 4155 y 2835 msnm, mostrar en sus nacientes afloramiento de rocas sedimentarias y en su parte baja rocas metamórficas del complejo del Marañón; la mineralización polimetálica se emplaza en rocas sedimentarias en la parte alta teniendo como fuentes activas bocaminas abandonadas y relaveras como la de Huanzalá y de la Concentradora Huallanca; por lo cual a fin de evaluar los impactos por efluentes de aguas y la dispersión de los relaves hemos considerado conveniente el monitoreo de aguas y sedimentos ligados a los ríos Torres Vizcarra y sus afluentes

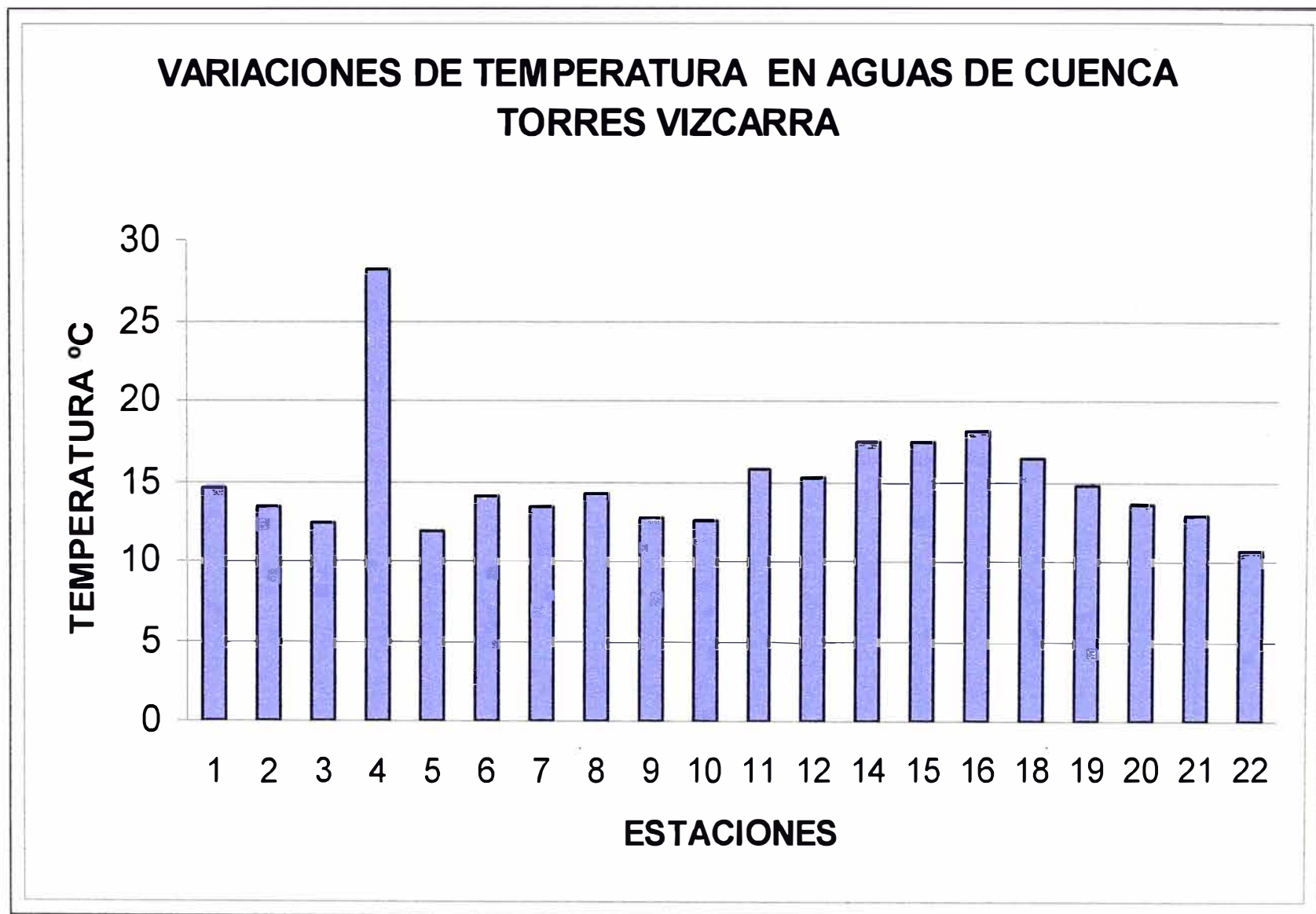
2.1 estaciones de Monitoreo

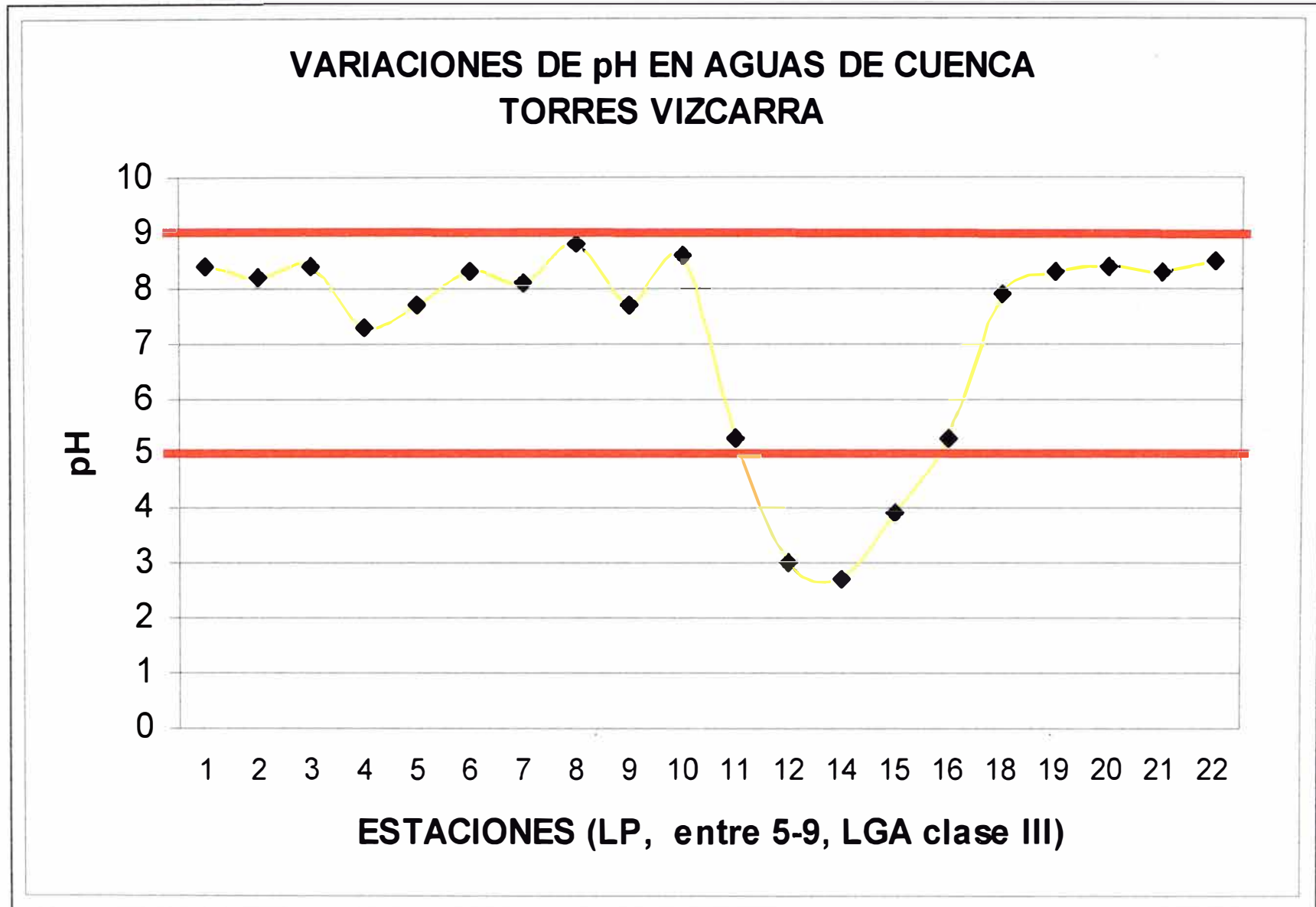
1. Río Marañón altura Tingo Chico
2. Río Torres-Vizcarra Torres a 500 m antes de su confluencia con el río Marañón
3. Entre Pachas y Unión
4. Agua termales de Conoc
5. Riachuelo frente a Huanuco Pampa
6. Aguas arriba antes de llegar a la Unión
7. Río Lampas antes de llegar al río Vizcarra
8. Río Andachupa antes de llegar al río Vizcarra
9. Río Vizcarra antes de la confluencia con río Andachupa
10. Río San Juan antes de llegar al río Vizcarra
11. Río Vizcarra aguas debajo de Concentradora Huallanca
12. Efluente de mina Mercedes
13. Muestra de relavera de Concentradora Huallanca
14. Efluente de mina San Francisco
15. Laguna Contaycocha
16. Poza de sedimentación de mina Huanzalá

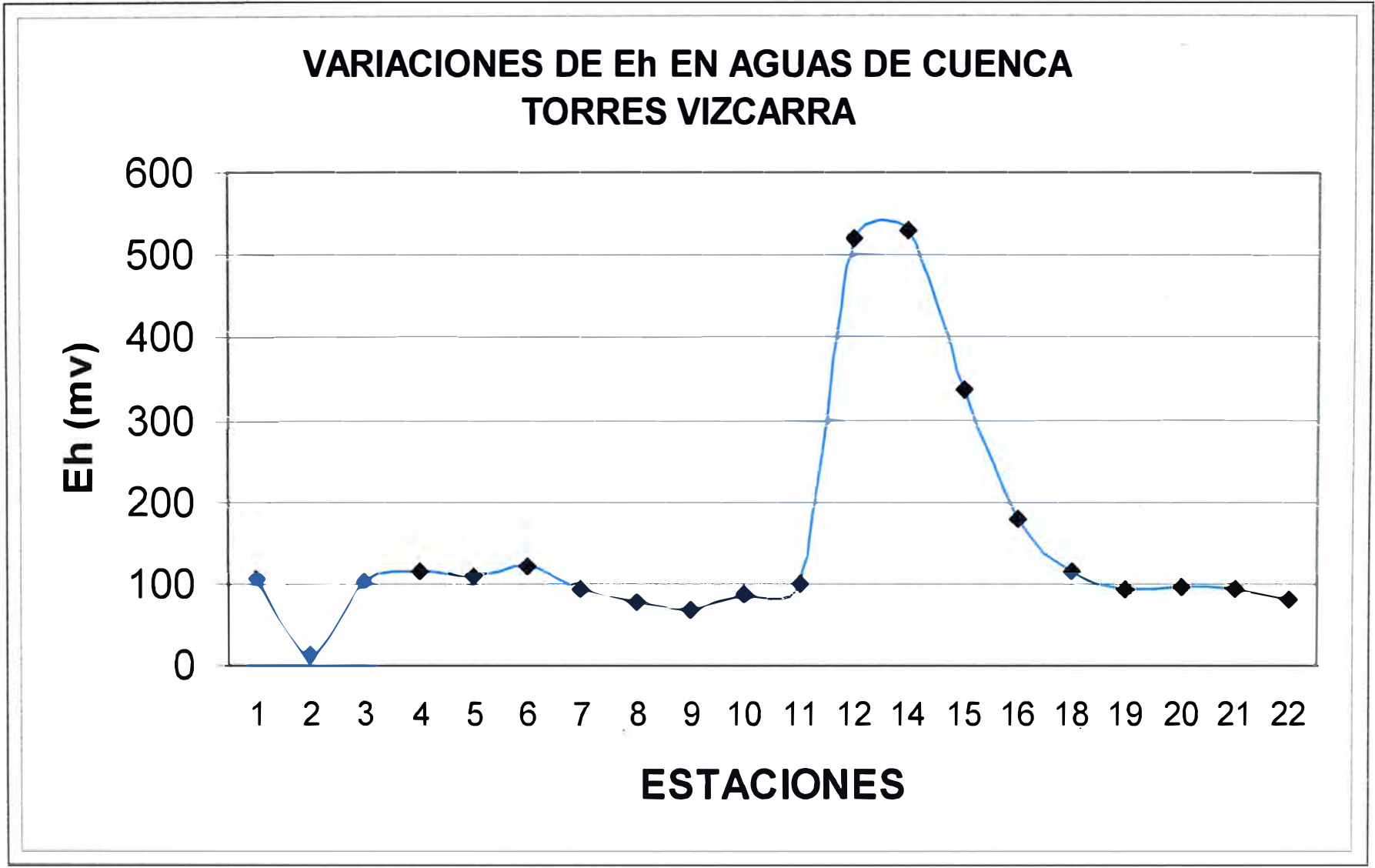
17. Muestra de relavera de mina Huanzalá
18. Río lateral de quebrada Chuspic cerca de la relavera de mina Huanzalá
19. Quebrada Palmar antes de su confluencia con el río Vizcarra
20. Aguas de Qda Torres después de la confluencia con aguas de la Qda Pucarrajo
21. Aguas de quebrada Pucarrajo
22. Río Torres antes de la confluencia con el río Pucarrajo.

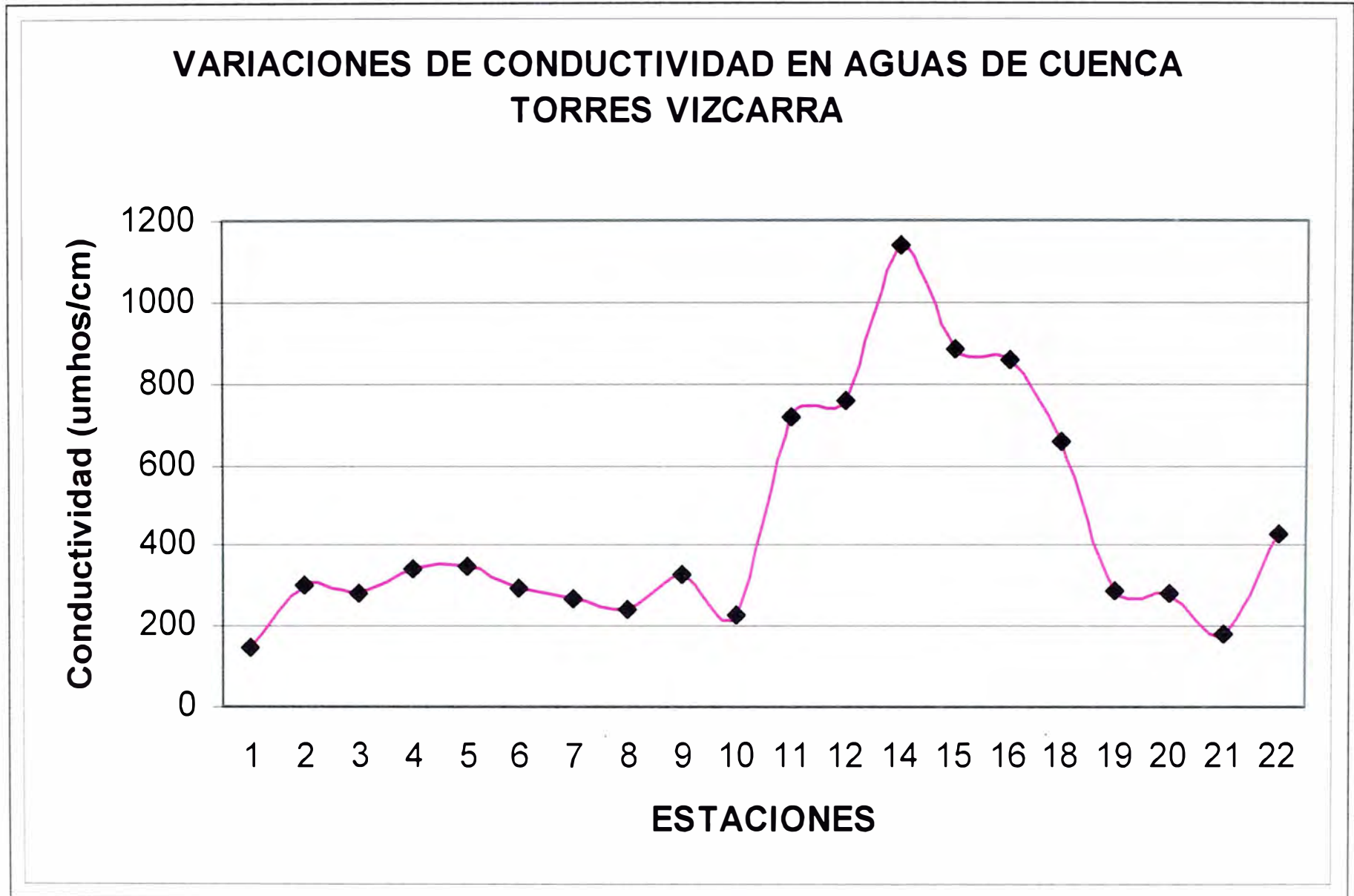
2.2 Resultados de Mediciones en el Campo.

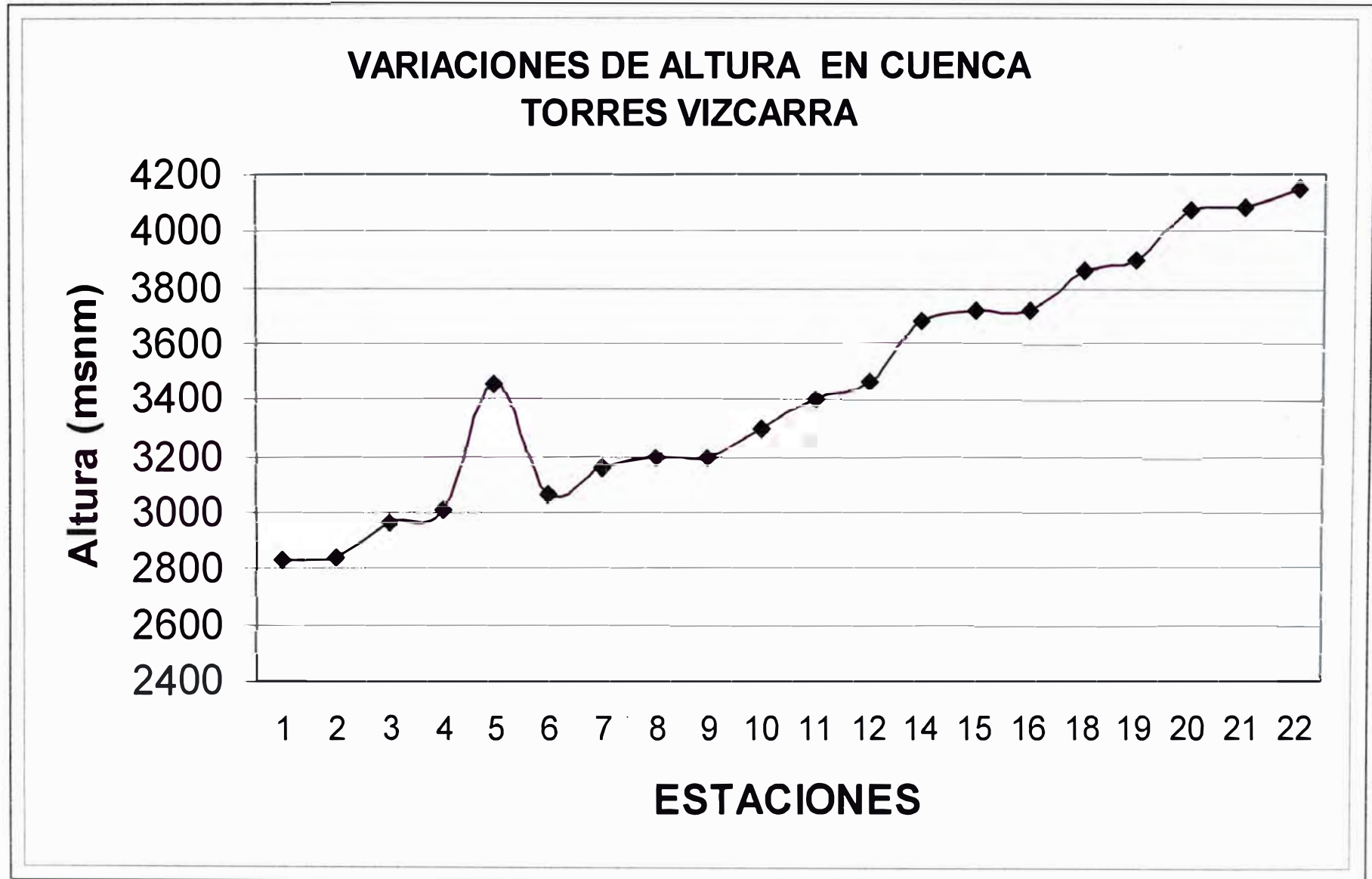
Estación	T°C	Conduct. Humos/cm	PH	Eh (mv)	Caudal m ³ /Seg	Altura (msnm)	Este (UTM)	Norte (UTM)
1	14.5	150	8.4	105	30	2835	311247	8933667
2	13.4	301	8.2	14	18	2840	311177	8932788
3	12.3	279	8.4	104	15	2960	303355	8920938
4	28.2	340	7.3	-	-	3005	302253	8916711
5	12.5	350	7.7	95	5	3460	301496	8908173
6	14.1	295	8.3	122	14	3070	301871	8911853
7	13.4	270	8.1	92	4	3163	295507	8909963
8	14.3	241	8.8	78	8	3195	294171	8910270
9	12.7	330	7.7	68	6	31.95	294021	8910078
10	12.6	228	8.6	86	4	3300	287331	8905331
11	15.7	720	5.3	98	3	3405	286575	8906236
12	15.2	755	3	519	0.015	3465	286174	8906479
13	-	-	-	-	-	3455	286246	8906581
14	17.4	1137	2.7	531	0.01	3685	282598	8908768
15	17.5	883	3.9	337	-	3720	282074	8908768
16	18.2	856	5.3	180	-	3725	281900	8908743
17	-	-	-	-	-	3900	278580	8908714
18	18.4	858	7.9	117	0.012	3865	278965	8908090
19	14.8	286	8.3	92	0.01	3900	277944	8908359
20	13.6	281	8.4	96	0.01	4080	274029	8911785
21	12.9	179	8.3	93	0.008	4085	273927	8911827
22	10.7	432	8.5	81	0.005	4155	273106	8911138











3. ÁREA DE INTERÉS HISTÓRICO CULTURAL

La zona de mayor importancia corresponde al emplazamiento de la ciudadela Inca denominada Huánuco Pampa emplazada en la parte alta de la margen derecha del río Vizcarra a la altura de La Unión. Este emplazamiento se caracteriza por mostrar una gran obra arquitectónica relacionada a un palacio incaico con gran desarrollo de ingeniería en su construcción y canales de drenajes donde se ha utilizado el tallado rocas de matriz de cuarcita con diseminación de carbonatos; actualmente delimitada por una cerca.

Esta ciudadela esta emplazada sobre formaciones recientes de naturaleza esencialmente conglomerática designadas con el nombre de Formación La Unión que se encuentran en posición subhorizontal sobre formaciones cretáceas, localmente el área se denomina Pampas de Huánuco Viejo. El grosor de esta formación es de 250 m y se expone al Sur de La Unión



RESTOS DE EDIFICACIONES ARQUEOLÓGICAS DE HUÁNUCO PAMPA.



**PORTADA DE COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE HUÁNUCO PAMPA
ESTACION 5B**



**VISTA DEL POBLADO DE LA UNIÓN MOSTRANDO LADERAS CON
SOMBRÍO DE EUCALIPTO**

4. MINAS ACTIVAS E INACTIVAS.

4.1 Minas Activas.

Corresponde principalmente al tramo entre las nacientes y su confluencia con el río San Juan donde ocurren minas polimetálicas como: Huanzalá cuyas bocaminas generan drenaje ácido y también el emplazamiento de sus relaveras y desmontes.

4.1.1 Unidad Minera Don Froylan.

Cuya mina Pucarrajo vierte sus efluencias a la cuenca del Chavín; mientras que la concentradora San Rafael (150 TPD) descarga sus efluencias al río Torres.

4.1.2 Unidad Minera Huanzalá.

La mina Huanzalá se encuentra ubicada en el distrito de Huallanca Provincia de Dos de Mayo, Departamento de Huánuco, a unos 9 Km en línea recta de Huallanca y a 440 Km de la ciudad de Lima.

La unidad minera Huanzalá de la Compañía Minera Santa Luisa S.A. opera desde 1968 con una capacidad inicial de 500 TPD a una producción de 1800 TPD actualmente..

4.2 Minas Inactivas.

4.2.1 Mina Mercedes.

El yacimiento está constituido principalmente por una veta de rumbo N 75° E y que buza 55-65 SE, tiene una potencia máxima de 0.50 m y tiene mas de 20 m de largo.

En esta mina las labores consistían en un socavón de 22 m y en varios pozos pequeños

La mineralización esta constituida por pequeños ojos y vetillas de galena, blenda y pirita, existiendo también pirita y calcita.

Su geología se resume al afloramiento de una caliza de color gris claro en contacto con un stock de granodiorita siendo el rumbo del contacto N 55° E y buzamiento 10-20° NO.

4.2.2 Mina San Francisco.

El yacimiento se encuentra paralelo a la estratificación. consiste de roca fracturada y panizo con venas y fallas irregulares pequeñas, las pocas venas que están a la vista son estériles . un examen cuidadoso de muchos desmontes revelaron solo unos pocos especímenes con cristales o venillas de tetrahedrita y galena . es posible que las bolsonadas ricas de tetrahedrita hayan sido explotadas y que la mina haya sido abandonada después de ser agotadas éstas.

La parte del mineral consiste de tetrahedrita y en menor cantidad de pirita y cuarzo, en unas pocas bolsonadas las cavidades están rellenas con arcilla plástica blanca, la mayor parte del mineral contiene mas de 75 % de tetrahedrita

Su geología está constituida por areniscas gris claro de grano grueso, se encuentra descansando sobre una pizarra de color gris oscuro , al parecer ha habido movimiento intraestratal entre ambas rocas porque entre ellas se observa brecha y panizo. aflora también al Este del área de la mina un sill riolítico de 2 a 3 m de espesor con rumbo aproximado de N 35° O y un buzamiento entre 75° NE y las vertical.

Las minas de la zona fueron trabajadas hasta 1925 desde entonces fueron cerradas por carencia de mineral o por dificultades de transporte . de acuerdo a los informes del la gente del lugar, estas

minas y la de San José del Banco, producía la mayor cantidad de cobre y plata del distrito de Huallanca

Estas minas, Mercedes y San Francisco, actualmente se encuentran drenando soluciones ácidas cuyas escorrentías llegan al río Torres.

4.2.3 Mina Perú.

La mina Perú revela una gran actividad minero-metalúrgica en un yacimiento donde la mineralización ocurre emplazado en cuarcitas. La acumulación de 3'000,000 TM de desmontes como capacidad de generación de drenaje ácido por la acción de aguas superficiales y en parte activado por las aguas ácidas de la bocamina principal que tiene un pH de 3.1 y disolución de metales contaminantes; sus escorrentías han generado una dispersión en forma de abanico de los desmontes e hidróxidos de hierro produciendo impactos negativos sobre la agricultura, ganadería y núcleos humanos.

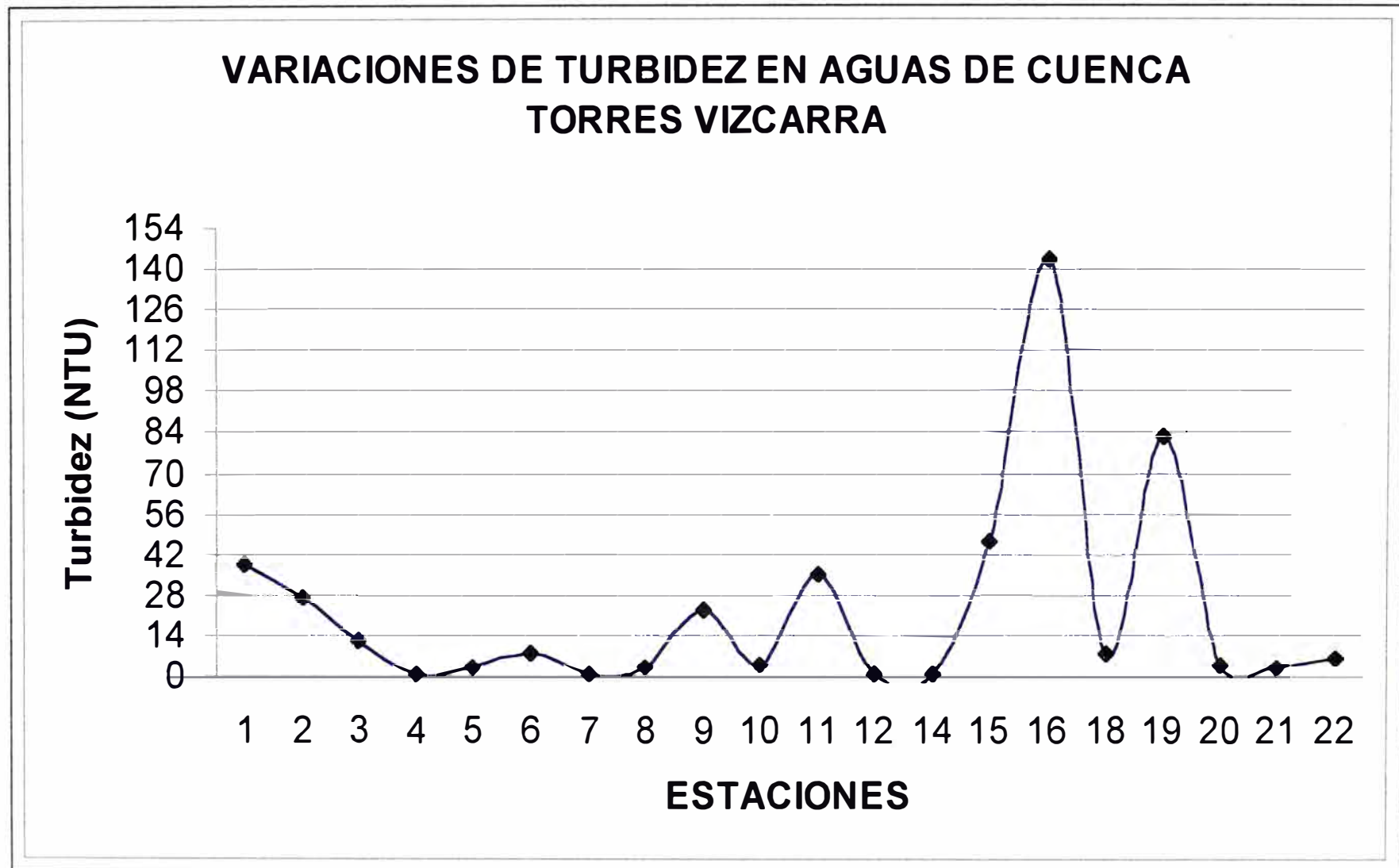
5 ANÁLISIS DE AGUAS Y SÓLIDOS.

5.1 Resultados de Análisis de Aguas del Río Vizcarra en Laboratorio,

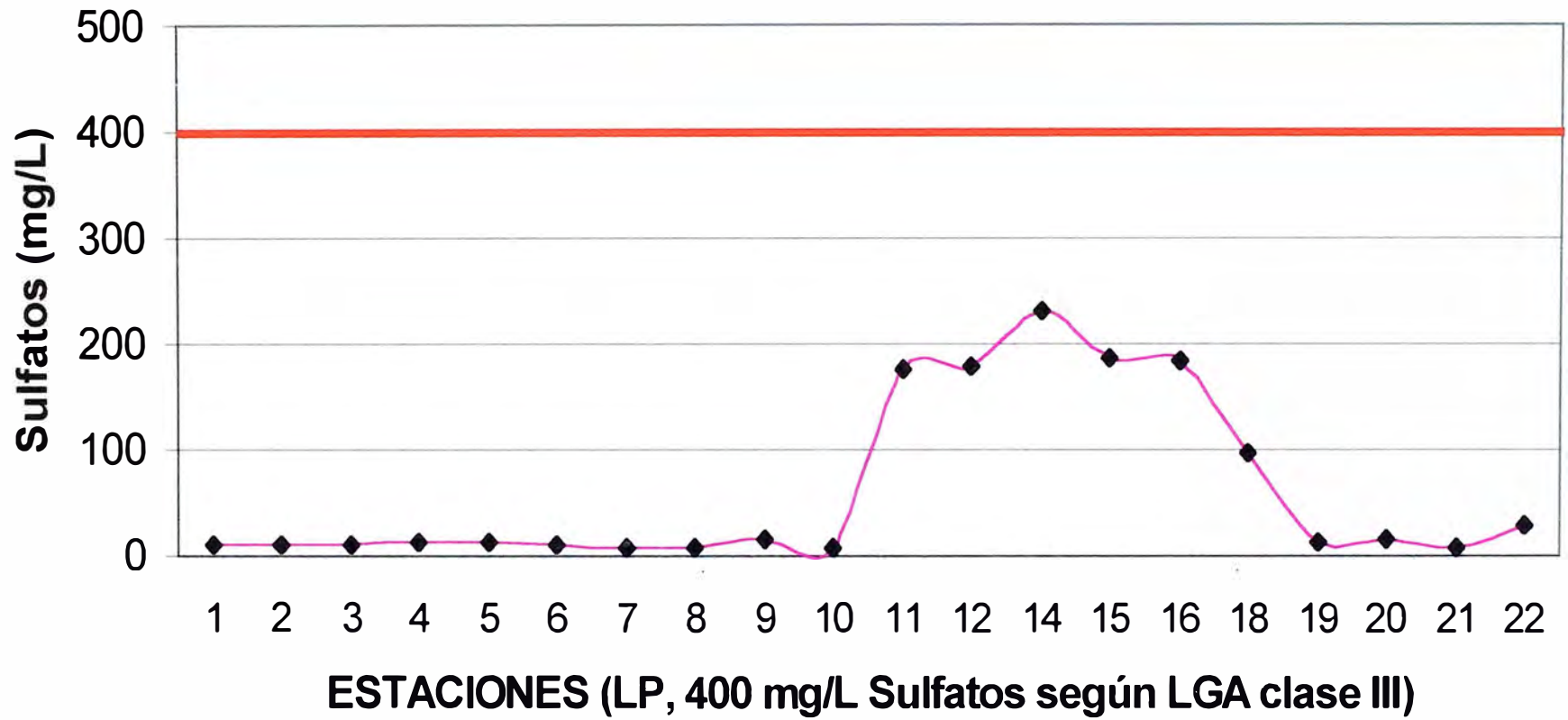
Muestra	Turbid. (NTU)	SO ₄ ⁻² (ppm)	As (ppm)	S.S.T. (ppm)	S.D.T. (ppm)
1	38.5	9.68	0.003	88	208
2	26.9	10.95	0.003	72	236
3	12.0	10.32	0.002	60	242
4	1.01	14.19	0.002	12	304
5	3.53	13.53	0.002	32	318
6	7.81	9.68	0.003	56	240
7	0.72	9.05	0.003	10	226
8	3.23	8.43	0.004	14	212
9	23.20	14.84	0.002	80	300
10	3.96	9.05	0.003	46	210
11	35.20	177.00	0.003	92	510
12	0.60	179.64	0.011	10	532
14	0.91	231.93	0.017	12	886
15	46.30	187.51	0.005	98	696
16	143.00	184.85	0.004	196	636
18	8.27	98.52	0.003	58	484
19	82.90	13.84	0.004	122	226
20	4.21	14.84	0.003	38	248
21	3.42	8.67	0.002	26	110
22	6.59	28.79	0.002	64	356

SST: Sólidos Suspendidos

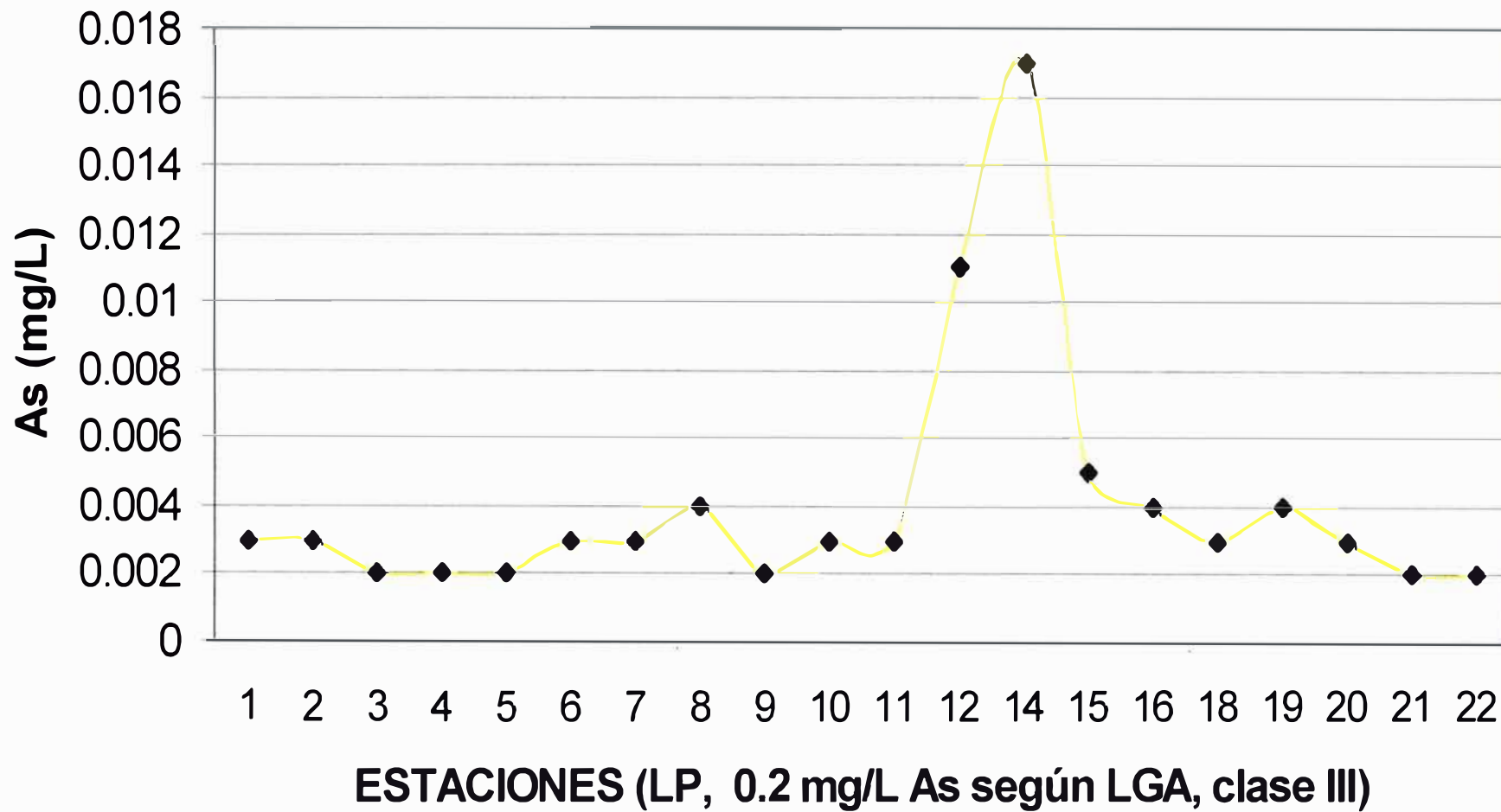
TotalesSDT: Sólidos Disueltos Totales

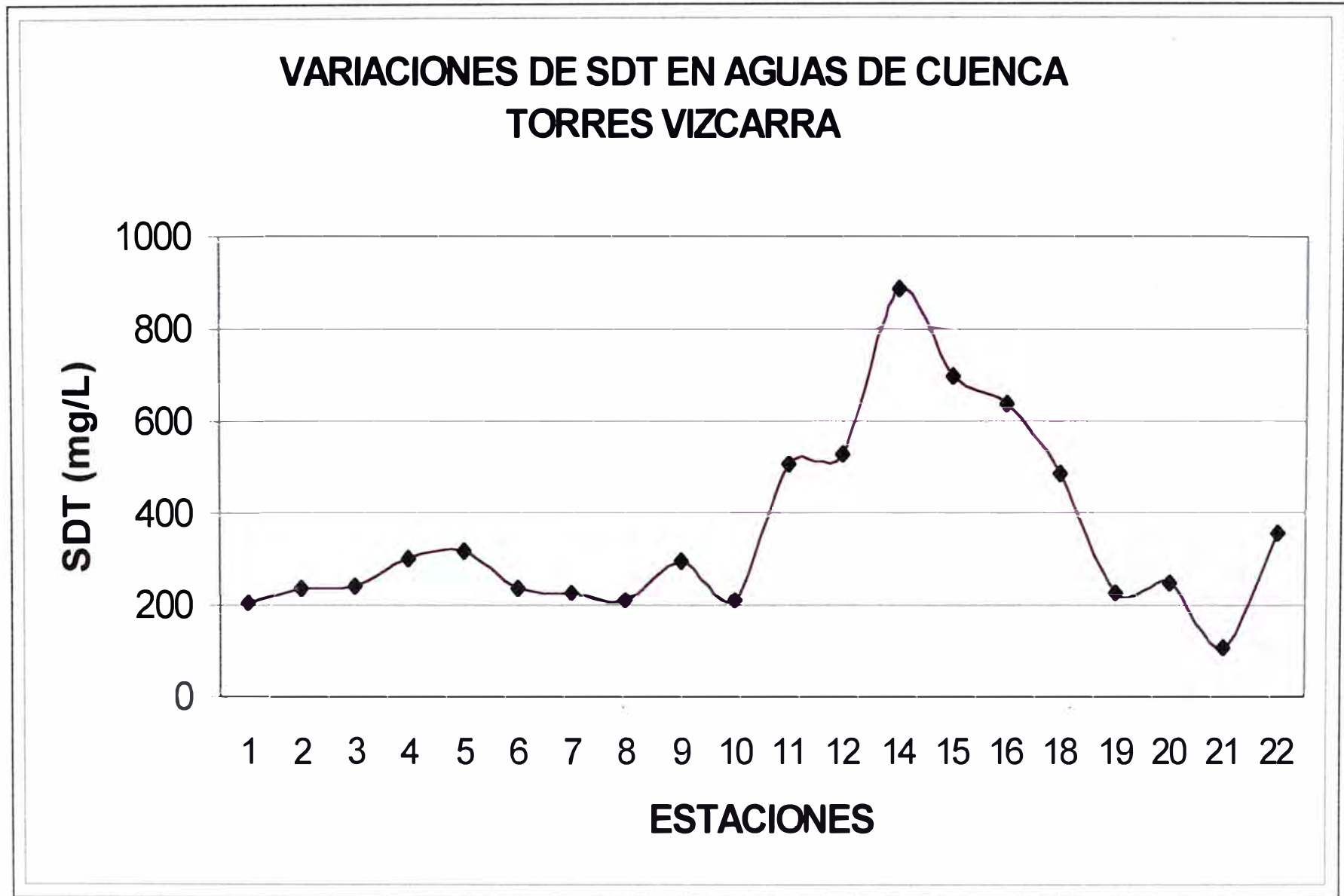


VARIACIONES DE SULFATOS EN AGUAS DE CUENCA TORRES VIZCARRA



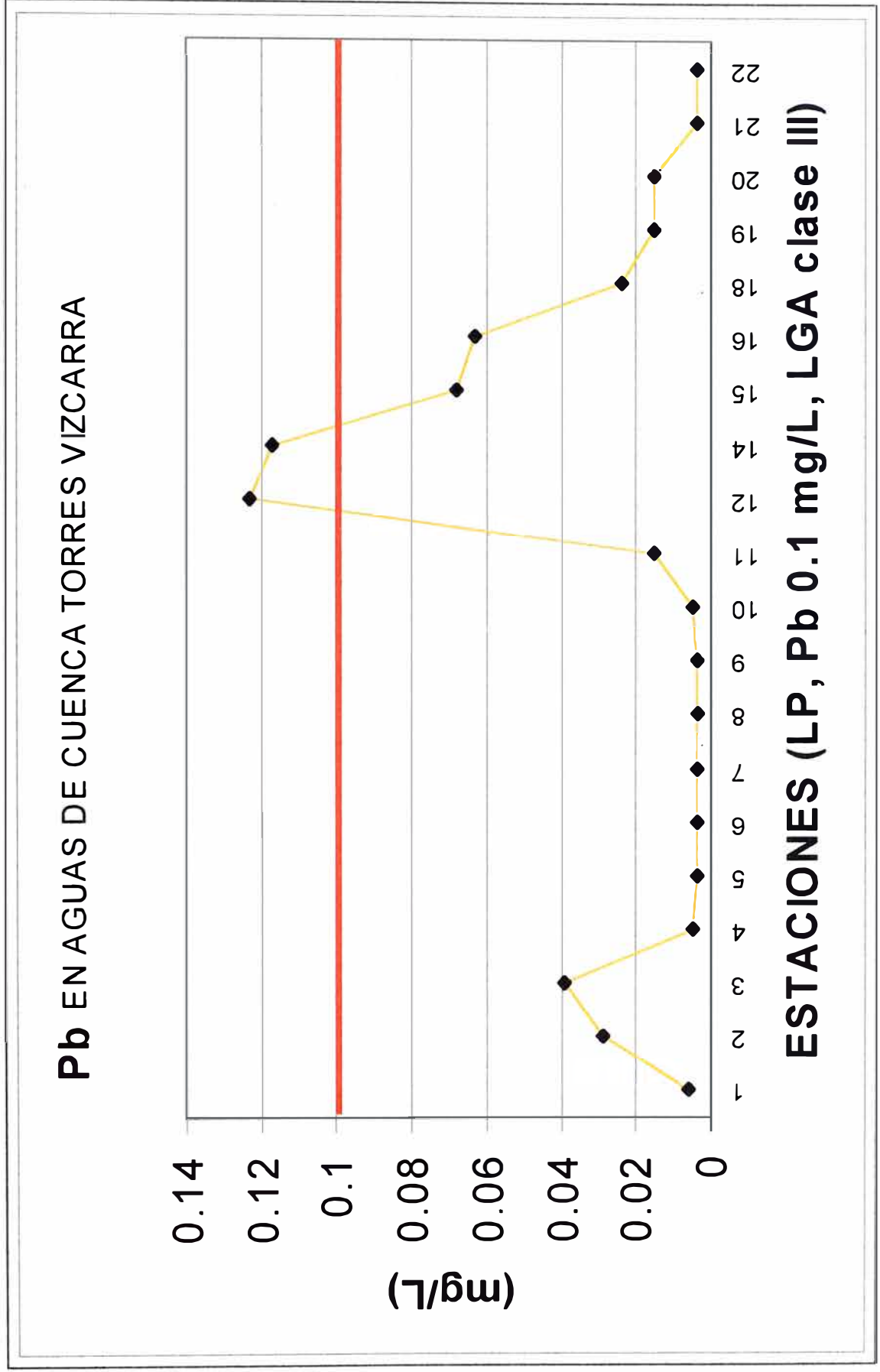
VARIACIONES DE ARSENICO EN AGUAS DE CUENCA TORRES VIZCARRA

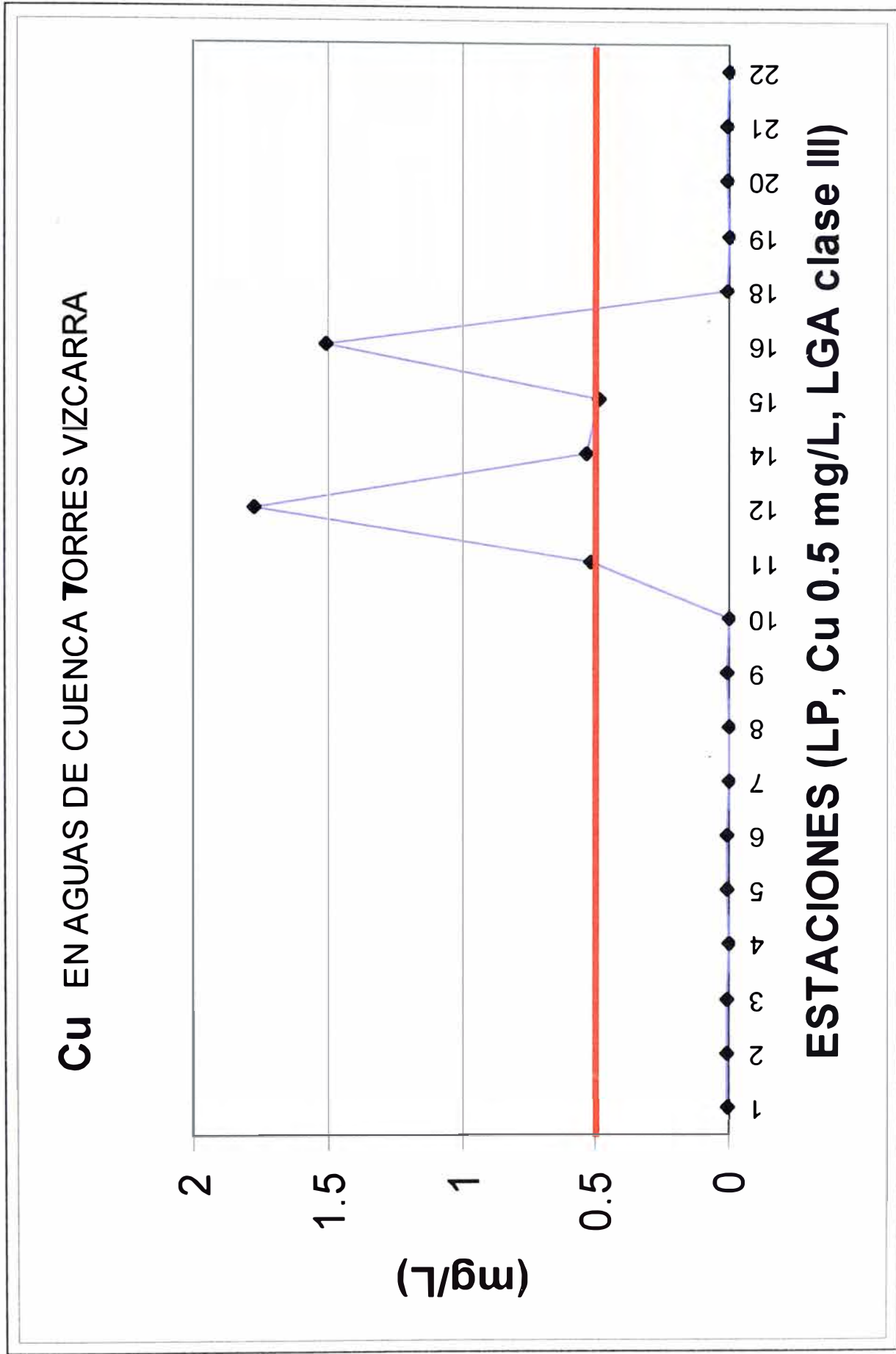




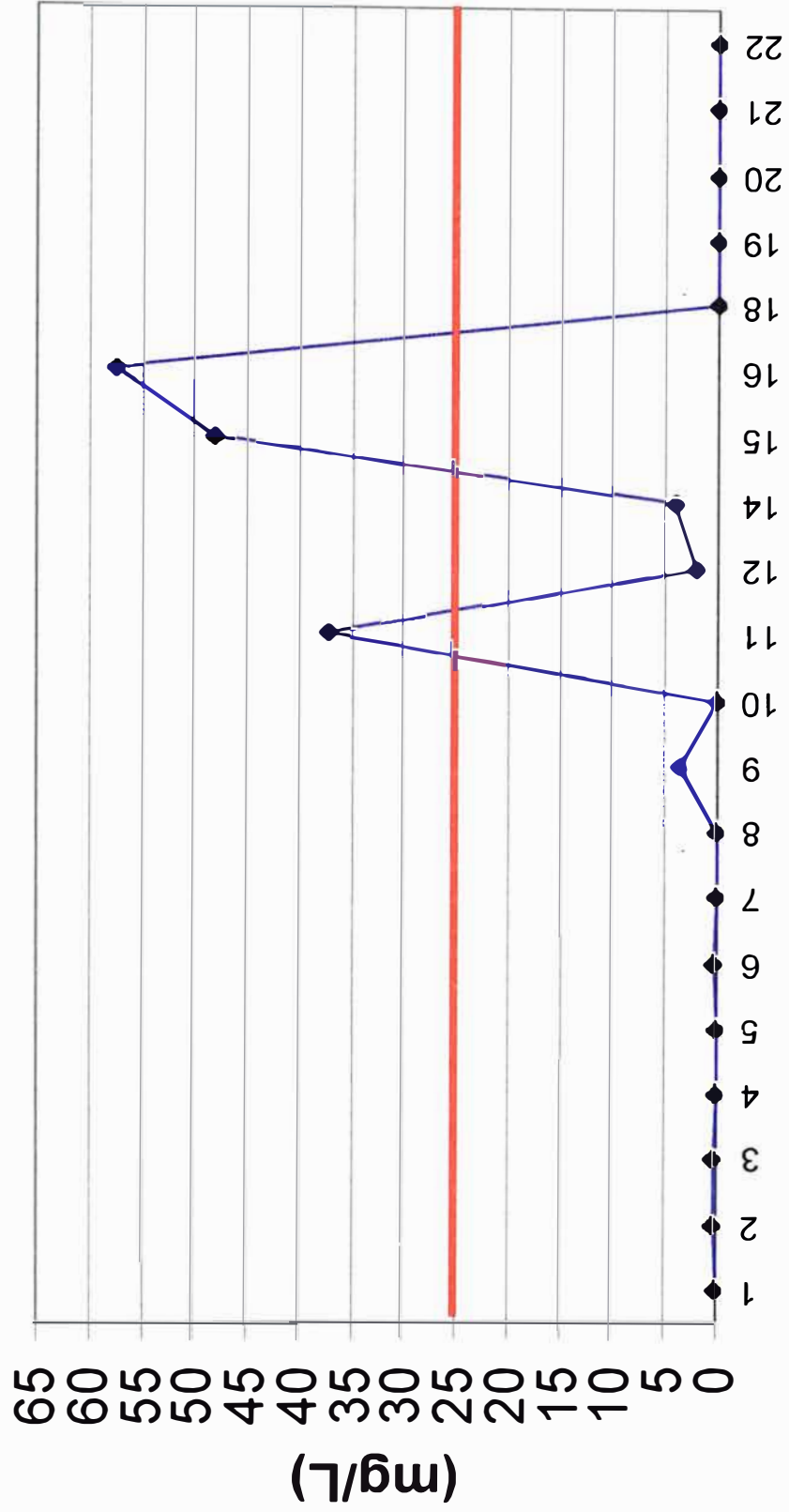
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS DEL RÍO VIZCARRA EN LABORATORIO

Estaciones	Pb (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)
1	0.006	0.005	0.104	0.115	0.087
2	0.029	0.006	0.216	0.361	0.005
3	0.039	0.006	0.333	0.409	0.006
4	0.005	0.003	0.037	0.330	0.007
5	0.004	0.005	0.018	0.001	0.007
6	0.004	0.006	0.373	0.512	0.008
7	0.004	0.001	0.021	0.001	0.006
8	0.004	0.001	0.023	0.002	0.007
9	0.004	0.005	3.660	1.835	0.006
10	0.005	0.001	0.021	0.008	0.079
11	0.015	0.517	37.062	9.625	18.912
12	0.123	1.770	2.142	0.606	32.370
14	0.117	0.531	4.090	3.667	29.175
15	0.068	0.485	47.937	10.235	23.970
16	0.063	1.505	57.312	10.855	27.070
18	0.024	0.005	0.076	5.697	0.007
19	0.015	0.001	0.119	0.686	0.521
20	0.015	0.005	0.015	0.077	0.145
21	0.004	0.005	0.039	0.153	0.368
22	0.004	0.001	0.008	0.002	0.065

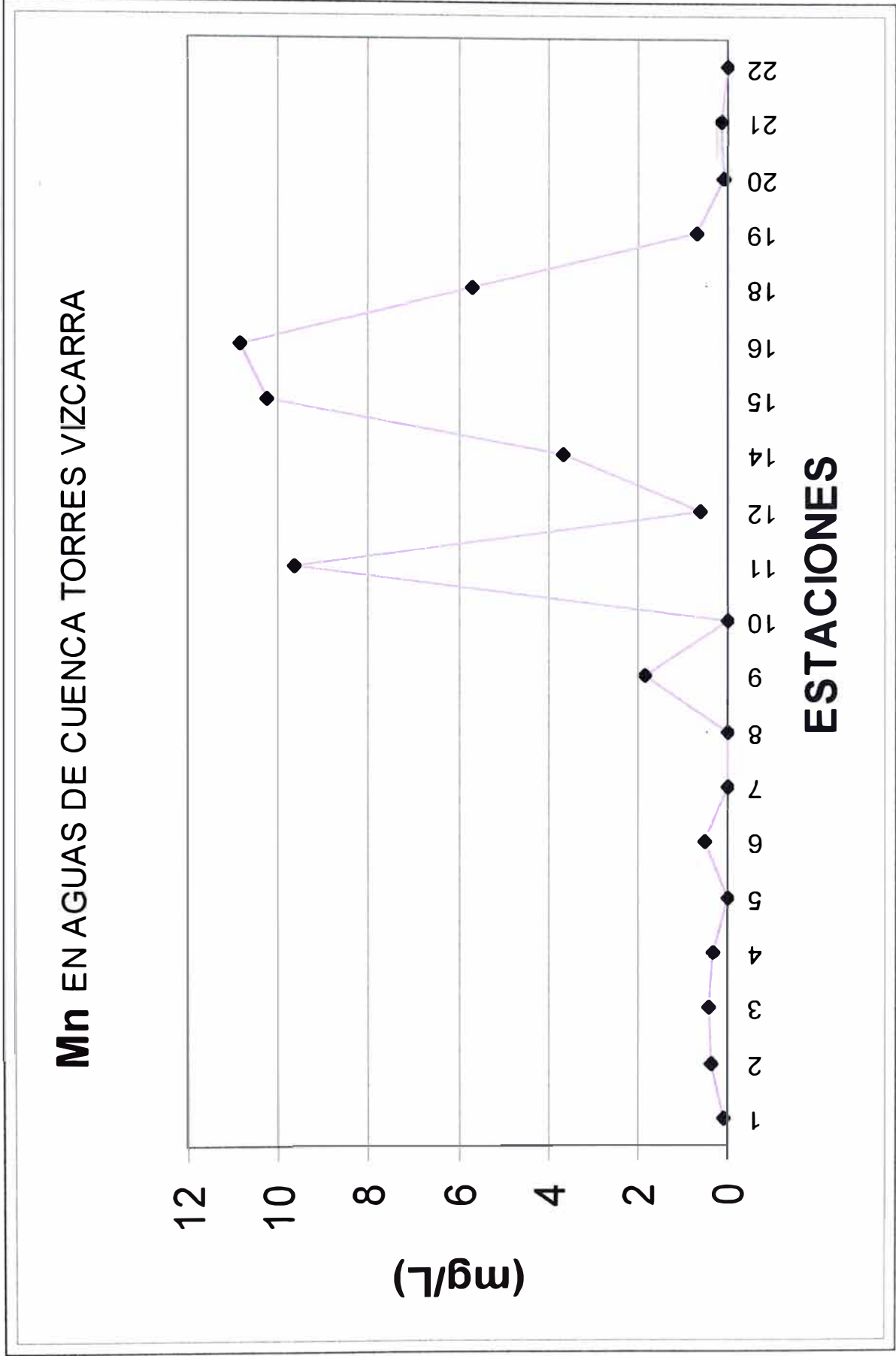




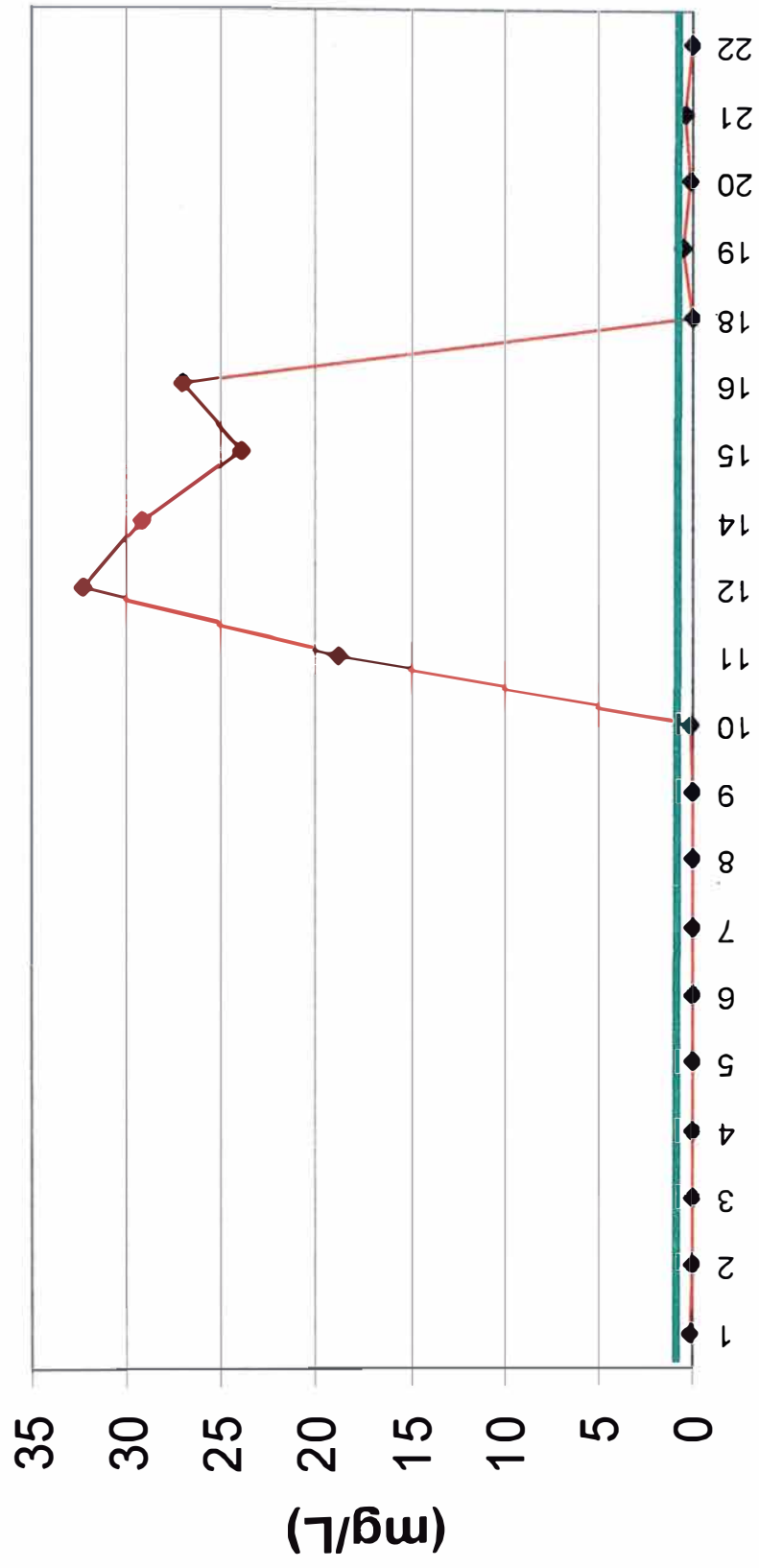
Zn EN AGUAS DE CUENCA TORRES VIZCARRA



ESTACIONES (LP, Zn 25 mg/L, LGA clase III)



Fe EN AGUAS DE CUENCA TORRES-VIZCARRA



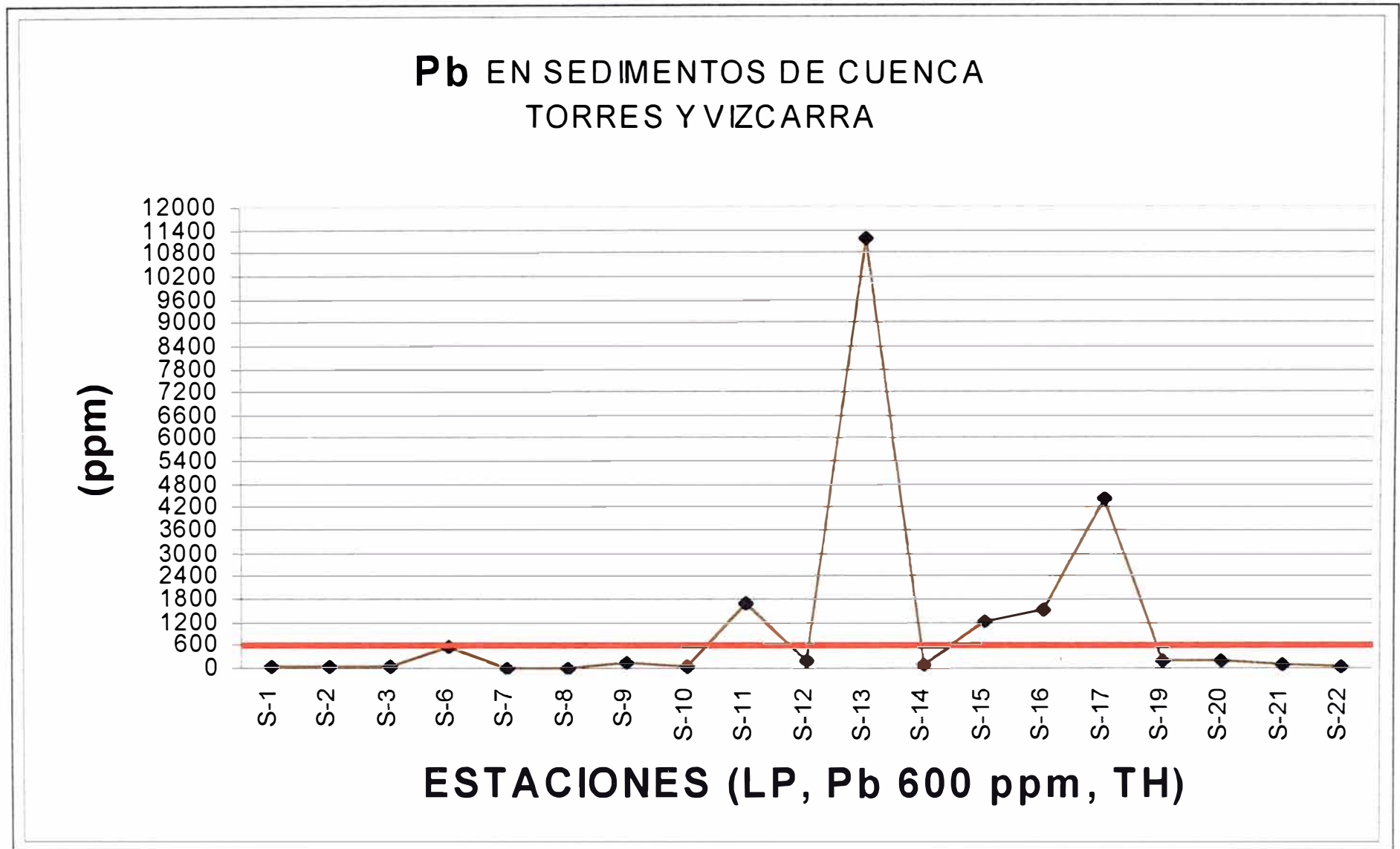
ESTACIONES (LP, Fe 1 mg/L, LGA clase III)

5.2 Resultados de Análisis de Sedimentos en Malla – 80 de la Cuenca del Río Torres y Vizcarra en Laboratorio.

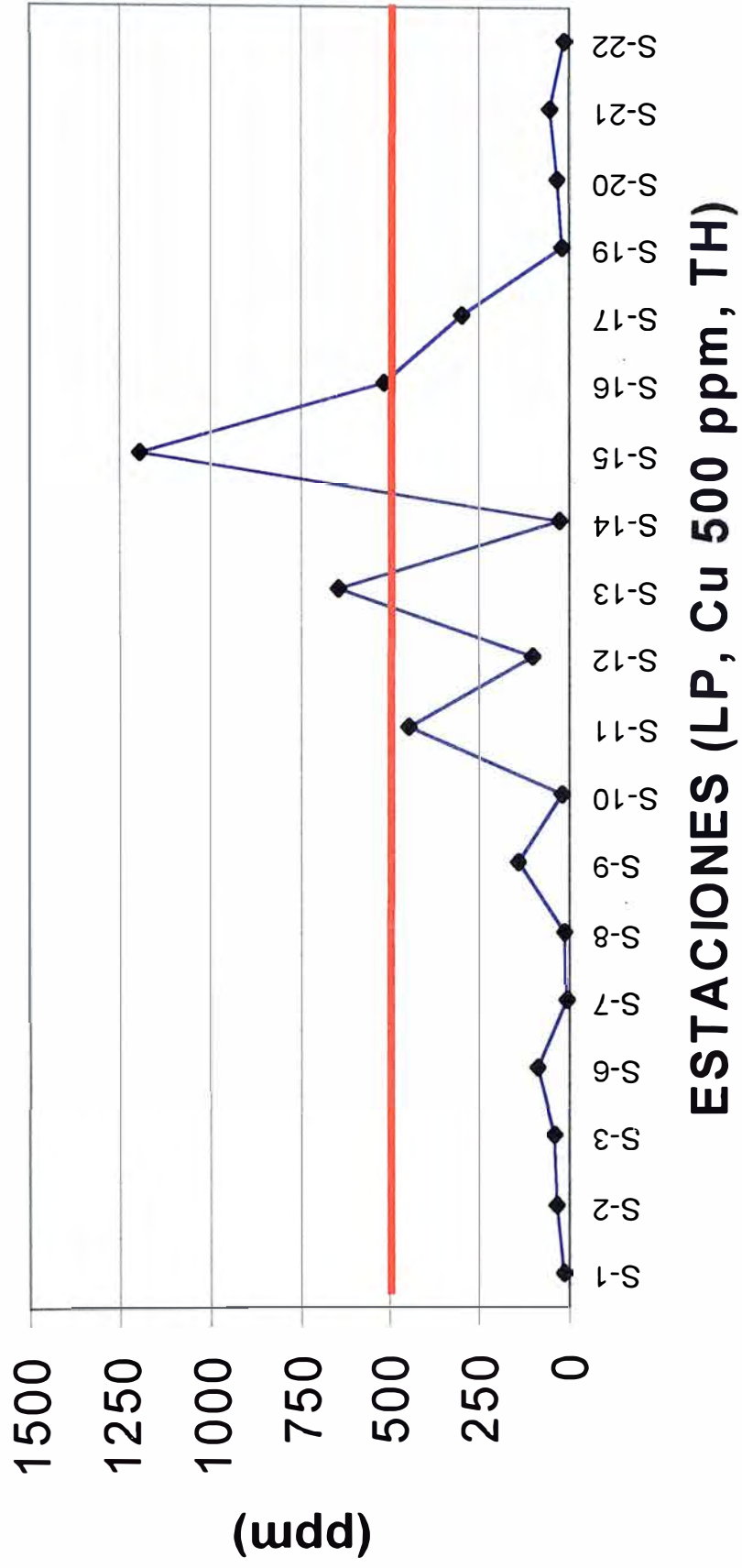
Muestra	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	As (ppm)
S-1	48	13	187	587	26
S-2	34	32	986	1058	11
S-3	29	39	1213	856	16
S-6	563	85	2421	1288	30
S-7	24	6	49	393	2
S-8	24	16	123	1162	6
S-9	146	141	9449	1172	108
S-10	48	19	234	1063	16
S-11	1712	450	13084	1610	556
S-12	195	103	129	128	482
S-13	11153	646	20693	681	2715
S-14	102	26	67	93	572
S-15	1252	1196	4851	628	530
S-16	1568	516	6418	1491	420
S-17	4421	302	16485	1655	7389
S-19	197	23	596	1063	59
S-20	186	32	988	1173	81
S-21	91	52	283	2045	77
S-22	34	13	210	375	21

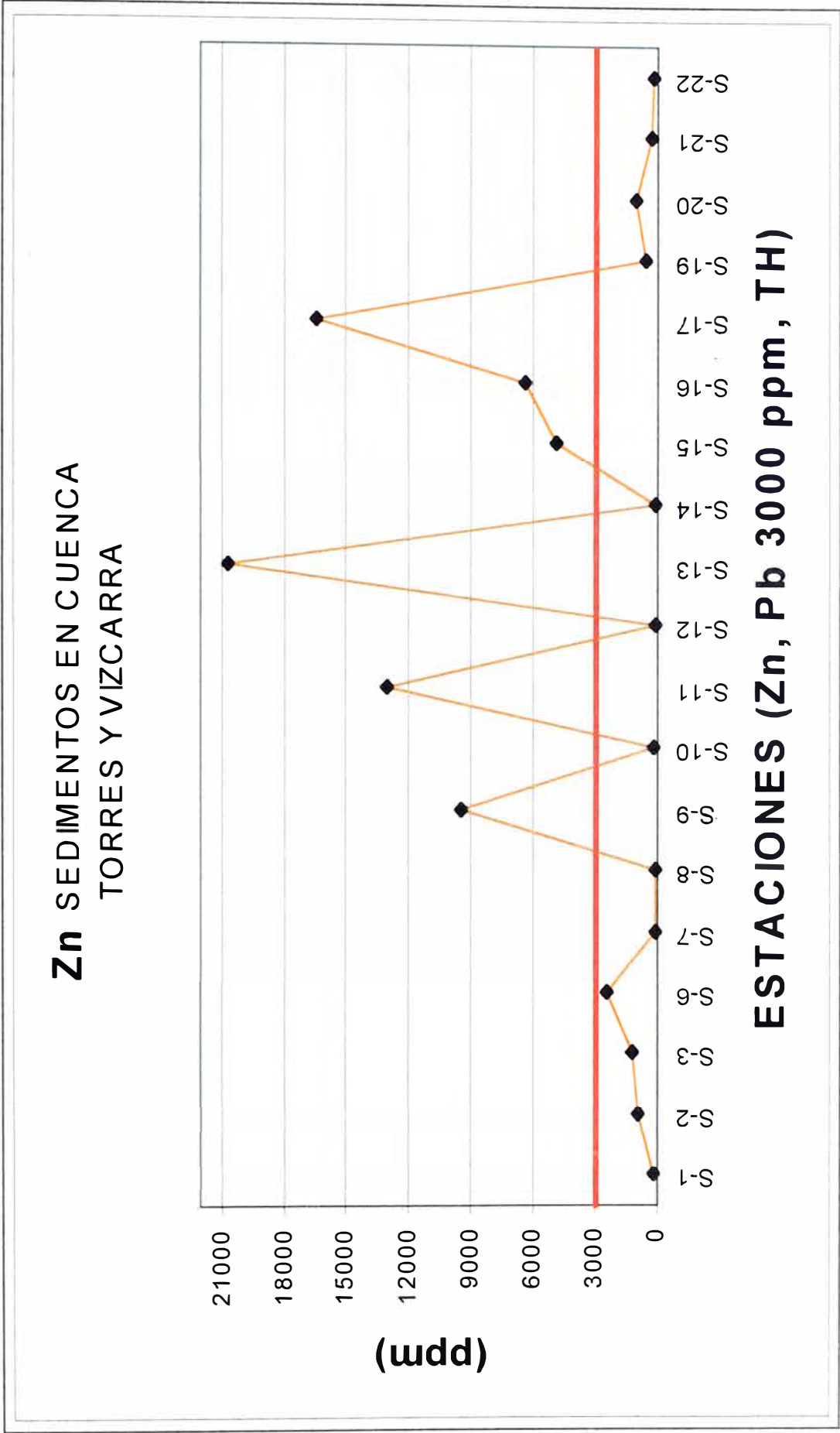
TABLA HOLANDESA PARA EVALUAR SUELOS CONTAMINADOS (MINISTERIE VROM 1983).

Pb	(mg/Kg)	600
Cu	(mg/Kg)	500
Zn	(mg/Kg)	3000
As	(mg/Kg)	50
Cd	(mg/Kg)	20
Hg	(mg/Kg)	10
Cr	(mg/Kg)	800

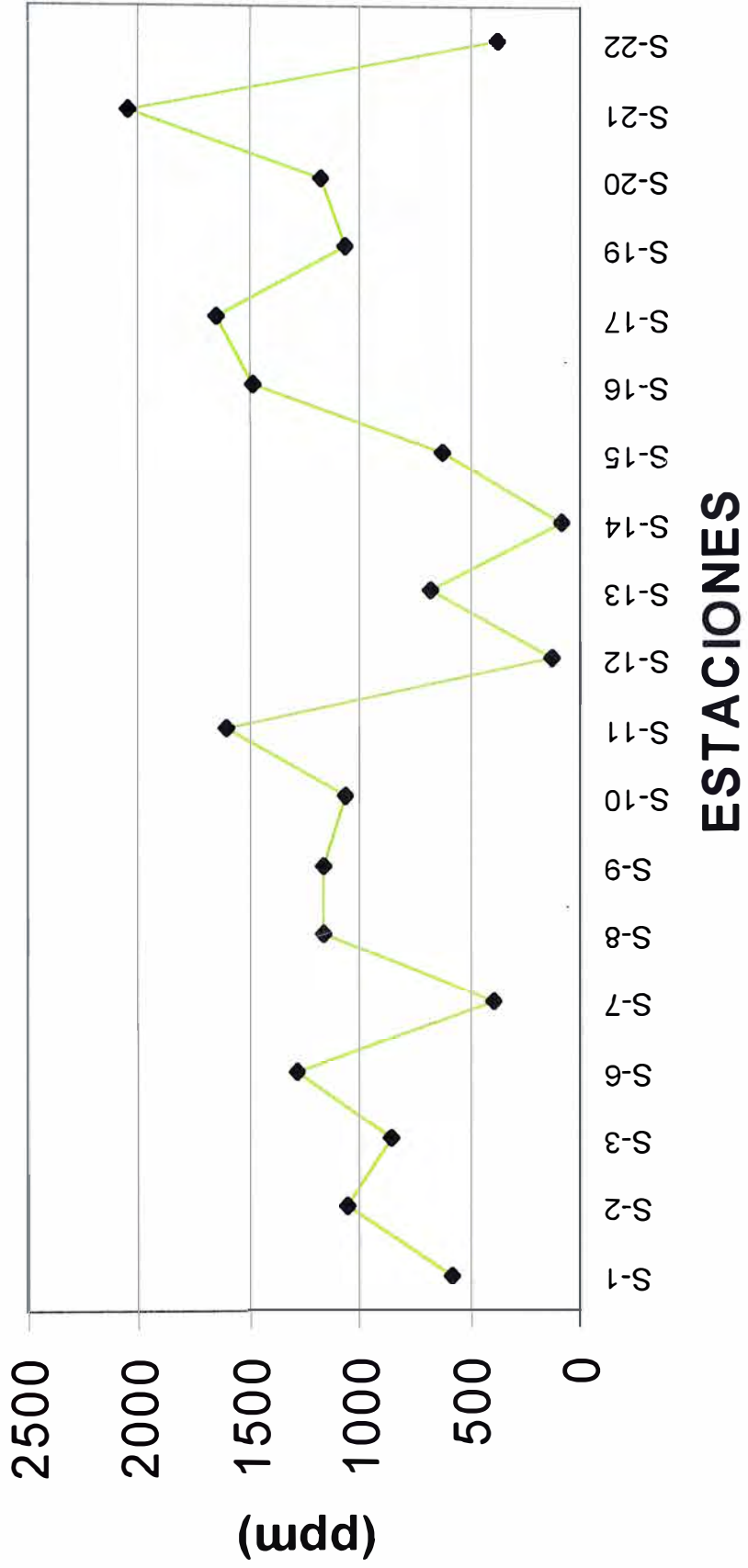


Cu SEDIMENTOS DE CUENCA TORRES Y VIZCARRA

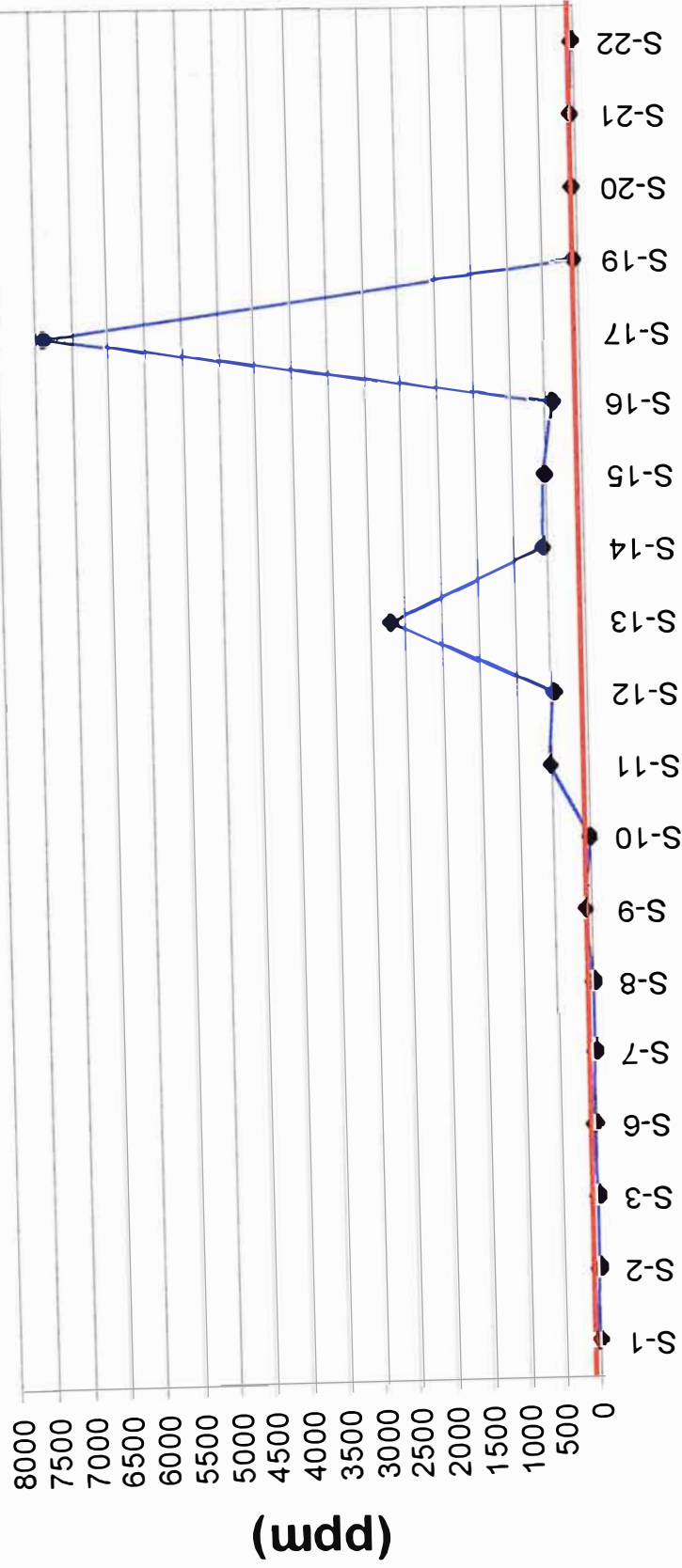




Mn SEDIMENTOS EN CUENCA TORRES Y VIZCARRA



As SEDIMENTOS EN CUENCA TORRES VIZCARRA



ESTACIONES (LP, As 50 ppm, TH)

6. RECONOCIMIENTO DE CONTAMINACIÓN.

En base al trabajo de campo, las mediciones in situ del pH, T °C, Eh, Conductividad, Caudal, Altura, Coordenadas UTM en 22 estaciones de Muestreo ; complementado por análisis en el laboratorio de sulfatos, turbidez, SST, SDT, As, Pb, Cu, Zn, Mn y Fe; podemos indicar el diagnóstico ambiental siguiente:

6.1 Diagnostico Ambiental :

1. Zona de Huanzalá

Aguas ácidas de bocaminas

Problema de estabilidad de relavera en quebrada Chuspic

2. Zona de mina Mercedes

Drenaje de aguas ácidas

Inestabilidad química de desmontes.

3. Zona de mina San Francisco

Drenaje de aguas ácidas

Drenaje de desmontes

4. Relavera de Planta Concentradora Huallanca

Estabilidad física

Derrame de relaves

5. Mina Pucarrajo

Estabilidad física de relavera San Rafael (metales pesados alto As)

6. Dispersión de relaves en los ríos Torres y Vizcarra desde la quebrada Pucarrajo hasta cerca de La Unión, con valores de Pb, Zn, As. Además de sólidos suspendidos que dan coloraciones amarillentas en la parte alta de la cuenca, y amarillentas blanquecinas antes de su confluencia con el río Andachupa.

7. Las fuentes de contaminación ocurren ligadas a la mina Huanzalá y los drenajes de las minas Mercedes y San Francisco que indican valores de pH de 3 y 2.7.

1. El impacto generado por las aguas y dispersión de relaves de unidades mineras emplazadas en la parte alta de la cuenca influye en el deterioro

ambiental de la utilización de las aguas de los ríos Torres y Vizcarra en el desarrollo agrícola, ganadero y consumo humano, especialmente en el tramo comprendido entre las nacientes de la cuenca hasta cerca del poblado de La Unión.

6.2 Fuentes de Origen de la Contaminación Minera

En la cuenca Torres-Vizcarra podemos observar que en sus nacientes correspondientes a la parte Oeste se emplazan yacimientos polimetálicos en rocas calizas activas e inactivas.

El principal problema son las aguas ácidas en lo que respecta a la preservación del medio ambiente, el principal problema es la generación de aguas ácidas como consecuencia de la existencia de una alta proporción de piritita en el mineral. Esta presencia y el importante desnivel que existe entre la altura de la mina y la planta no permiten utilizar sistemas de relleno hidráulico en Huanzalá.

Para solucionar esta forma de contaminación, la empresa piensa invertir, como parte de su PAMA, US\$ 1.9 millones en las siguientes medidas de mitigación y control, en los próximos 5 años: a) evitar la llegada al río Torres de aguas con elementos metálicos en suspensión y/o solución; b) controlar el grado de acidez de las aguas de mina; y c) controlar las fugas que puedan producirse en el sistema, encausándola hacia un sistema de emergencia.

Otras medidas de mitigación y control de la contaminación que incluye el PAMA son: recirculación de los efluentes líquidos residuales; estudio de estabilidad de taludes en la presa de relaves de Chuspic; ventilación en la sección chancado de la planta concentradora; tratamiento de aguas servidas y disposición de la basura; recuperación de la laguna Contaycocha; y sistema para disposición de suelos contaminados.

6.3 Impactos Ambientales.

El desarrollo de la minería y la ocurrencia de pasivos ambientales nos permite establecer los siguientes impactos:

6.3.1 Sobre las poblaciones:

Actualmente, las aguas que lleva el río Torres-Vizcarra debido a los metales contaminantes como Pb, As, Cu, Mn y Zn hace que no puedan ser utilizadas para consumo humano.

6.3.2 Sobre la flora:

La acción de las aguas con contenidos de sulfatos, metales pesados y llevando partículas de sulfuros como pirita, galena, esfalerita, calcopirita principalmente tienen capacidad para dispersarse hasta cerca de la ciudad de la Unión influyendo en el desarrollo agrícola.

6.3.3 Sobre la Fauna:

Actualmente no se observan peces de ríos y los ganados ovino, bovino, equino utilizan escorrentías laterales dado que el agua del río Torres-Vizcarra se encuentra contaminado hasta cerca de la ciudad de La Unión.

CAPITULO III

TECNOLOGÍA AMBIENTAL.

1. PLANES DE ADECUACIÓN Y RESTAURACIÓN .

Podemos notar que las unidades mineras emplazadas en la cuenca de los ríos Torres y Vizcarra como Mina Huanzalá, Unidad Minera Don Froylan y Mina Domingo Sabio y Concentradora Huallanca disponen de PAMAS y sus EIA están en trámites en el MEM.

Las mediciones ácidas del pH y metales contaminantes de las escorrentías ligadas a las minas Mercedes y San Francisco actualmente paralizadas son las que podría tomar el estado como responsabilidad para su mitigación.

Además a fin de mitigar el impacto sobre la agricultura por la dispersión de relaves en el valle; especialmente en el tramo entre Huallanca y la Unión se construirían canales con sedimentadores de relaves a fin que las aguas puedan ser utilizadas en los cultivos

2. PLANTEAMIENTOS PARA MITIGACIÓN.

- En el tramo del río Torres comprendida desde las nacientes hasta su confluencia con río San Juan podemos observar una gran emisión de cargas contaminantes metálica para lo cual es necesario utilizar las técnicas de neutralización, sedimentación y rebose de aguas libres de metales contaminantes. Además de la estabilidad sustancial de las relaveras emplazadas en estos tramos.
- En el tramo comprendida entre el nacimiento del río Vizcarra hasta cerca de la ciudad de la Unión podemos observar una gran dispersión de relaves en los suelos cercanos al río que hacen que éstos se contaminen y para lo cual es necesario la conducción de canales

sedimentadores a fin que los relaves queden atrapados y ser removidos especialmente en zonas donde sirven o se utilizan para usos agrícolas o ganaderos.

- Desde la ciudad de la Unión hasta su desembocadura en el río Marañón podemos observar un efecto de dilución y neutralización realizada por la rocas esquistosas del complejo Marañón que esencialmente contienen cloritas magnesianas, diseminación de carbonatos y otras micas.

3. NIVELES REFERENCIALES DE ALGUNOS PARÁMETROS EN AGUAS PARA EVALUAR LA CONTAMINACIÓN.

Ley General de aguas.(LGA) MEM D.L 17752

Parámetros	Unidades	MEM	I	II	III
PH	(mg/L)	5.5- 10.5	5 - 9	5 - 9	5 - 9
Sólidos Suspendidos Totales	(mg/L)	100	--	--	--
Pb	(mg/L)	1	0.05	0.05	0.10
Cu	(mg/L)	2	1	1	0.50
Zn	(mg/L)	6	5	5	25
Fe	(mg/L)	5	0.3	0.3	1
As	(mg/L)	1	0.1	0.1	0.2
Cianuro Total	(mg/L)	2	0.2	0.2	1
Sulfatos	(mg/L)	--	--	--	400
Oxígeno Disuelto	(mg/L)	--	3	3	3
DBO	(mg/L)	--	5	5	15
Coniformes fecales	(NMP/100 ml)	--	6	0	1000

MEM: Valores Máximos permisibles para unidades en operación o que reinicien operaciones en cualquier momento según Resolución Ministerial N°011-96-EM/VMM

- I : Aguas de abastecimiento domestico con simple desinfección.
- II: Aguas de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración cloración aprobados por el ministerio de salud.
- III: Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales

3.1 Anexos Según el MEM.

ANEXO N° 1

Niveles Máximos Permisibles de Emisión para las Unidades Minero Metalúrgicas

Parámetro	Valor en Cualquier Momento	Valor Promedio anual
pH	6 < pH < 9	6 < pH < 9
Sólidos suspendidos(mg/L)	50	25
Plomo(mg/L)	0.4	0.2
Cobre(mg/L)	1.0	0.3
Zinc(mg/L)	3.0	1.0
Fierro(mg/L)	2.0	1.0
Arsénico((mg/L)	1.0	0.5
Cianuro Total(mg/L) *	1.0	1.0

ANEXO N° 2

Valores Máximos de Emisión para las Unidades Mineras en Operación o que reinician Operaciones.

Parámetro	Valor en Cualquier Momento	Valor Promedio anual
pH	5.5 < pH < 10.5	5.5 < pH < 10.5
Solidos suspendidos(mg/L)	100	50
Plomo(mg/L)	1	0.5
Cobre(mg/L)	2	1
Zinc(mg/L)	6	3
Fierro(mg/L)	5	2
Arsénico((mg/L)	1	0.5
Cianuro Total(mg/L) *	2	1

4. DATOS DE CAUDAL Y CONCENTRACIÓN DE METALES CONTAMINANTES DE LAS ESTACIONES DE LA CUENCA TORRES Y VIZCARRA.

Estaciones	Caudal	Concentracion de Metales Contaminantes				
	Q(m ³ /S)	Pb (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)
1	30	0.006	0.005	0.104	0.115	0.087
2	18	0.029	0.006	0.216	0.361	0.005
3	15	0.039	0.006	0.333	0.409	0.006
4	0	0.005	0.003	0.037	0.330	0.007
5	0	0.004	0.005	0.018	0.001	0.007
6	14	0.004	0.006	0.373	0.512	0.008
7	4	0.004	0.001	0.021	0.001	0.006
8	8	0.004	0.001	0.023	0.002	0.007
9	6	0.004	0.005	3.660	1.835	0.006
10	4	0.005	0.001	0.021	0.008	0.079
11	3	0.015	0.517	37.062	9.625	18.912
12	0.015	0.123	1.770	2.142	0.606	32.370
14	0.01	0.117	0.531	4.090	3.667	29.175
15	2.5	0.068	0.485	47.937	10.235	23.970
16	2.0	0.063	1.505	57.312	10.855	27.070
18	0.012	0.024	0.005	0.076	5.697	0.007
19	0.01	0.015	0.001	0.119	0.686	0.521
20	0.01	0.015	0.005	0.015	0.077	0.145
21	0.008	0.004	0.005	0.039	0.153	0.368
22	0.005	0.004	0.001	0.008	0.002	0.065

5. DETERMINACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE EN ESTACIONES.

La carga contaminante en cada estación de control es muy importante determinar para tener una idea de la magnitud de contaminación.

La carga contaminante se determina con la siguiente relación

$$C_i = Q * CC_i$$

Donde:

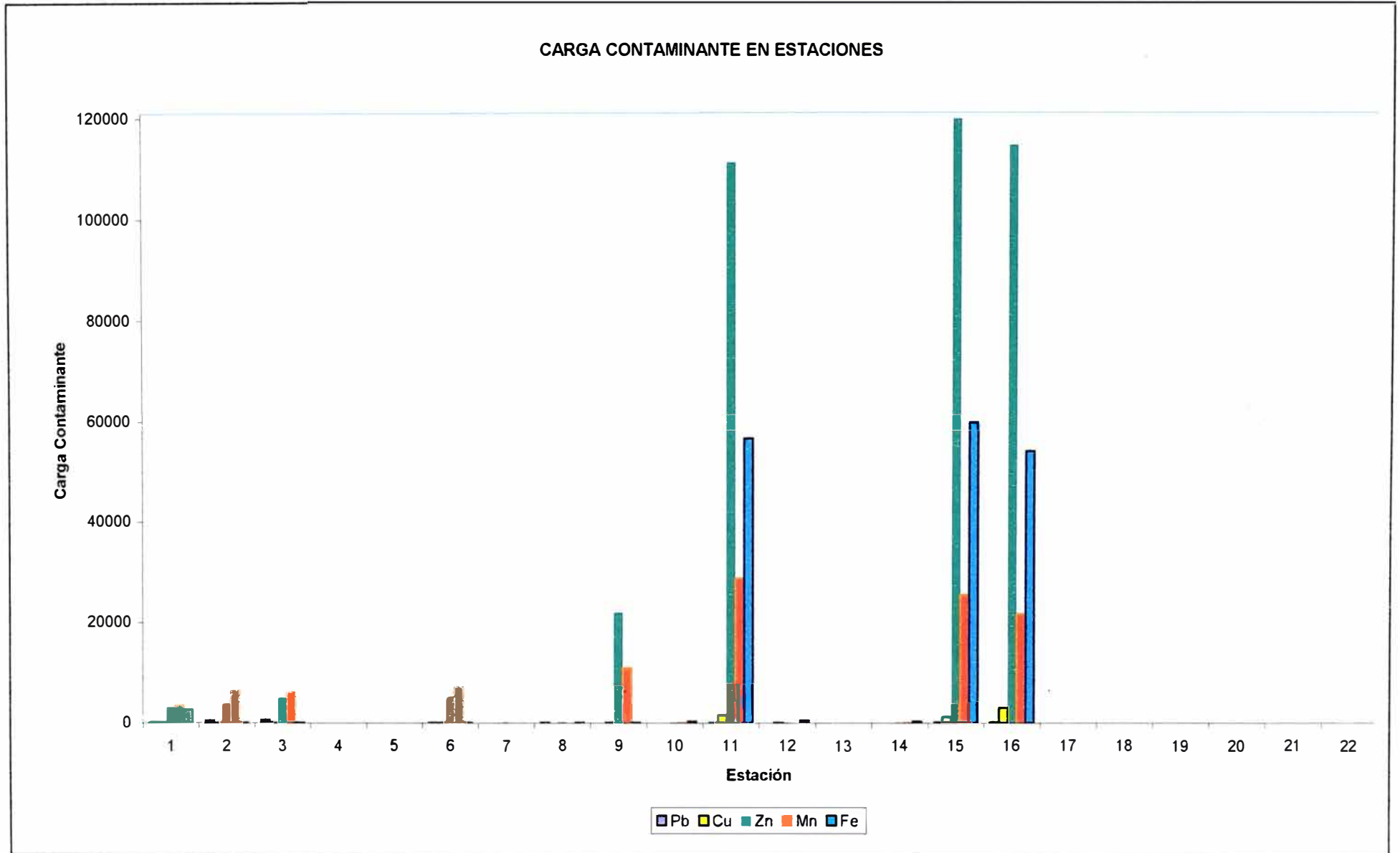
C_i = Carga contaminante de un determinado metal puede expresarse en Kg/S, Tn/Dia, etc

Q = Caudal de una estación específica determinada.

CC_i = Concentración de un determinado metal en mg/Litro

RESULTADOS DE LA CARGA CONTAMINANTE.

Estaciones	CARGA CONTAMINANTE (mg/Seg)				
	Pb (mg/s)	Cu (mg/s)	Zn (mg/s)	Mn (mg/s)	Fe (mg/s)
1	180	150	3120	3450	2610
2	522	108	3888	648	90
3	585	90	4995	6135	90
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	56	84	5222	7168	112
7	16	4	84	4	24
8	32	8	184	16	56
9	24	30	21960	11010	36
10	20	4	84	32	316
11	1551	1551	111186	28875	56
12	1.845	26.55	32.13	9.09	485.55
14	1.17	5.31	40.9	36.67	291.75
15	170	1212.5	119842.5	25587.5	59925
16	126	3010	114624	21710	54140
18	0.288	0.06	0.912	0.084	0.084
19	0.15	0.01	1.19	5.21	5.21
20	0.15	0.05	0.15	1.45	1.45
21	0.032	0.04	0.312	2.944	2.944
22	0.02	0.005	0.04	0.325	0.325



CAPITULO IV

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE ORIGEN MINERO

1. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.

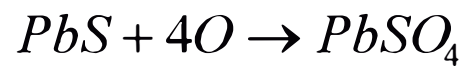
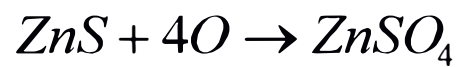
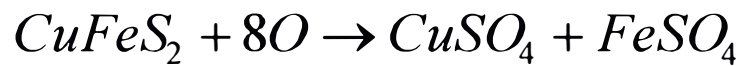
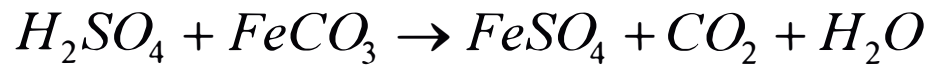
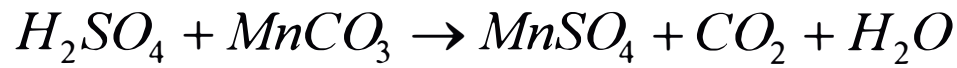
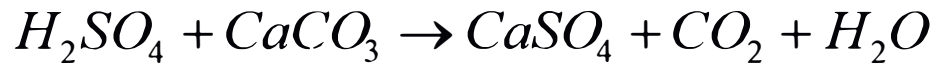
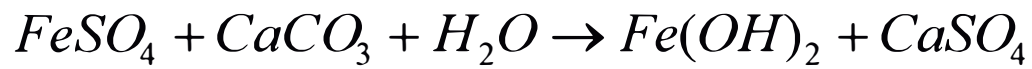
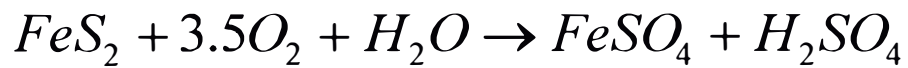
Dentro de las medidas de prevención de la contaminación de origen minero por aguas ácidas, lo más importante es reducir el caudal del agua de drenaje ácido y mejorar la calidad del agua.

Con este fin, se adopta medidas para restringir la afluencia del agua proveniente de lluvia, aguas de escorrentía hacia los frentes de excavación de las galerías y la afluencia del agua contaminada desde las galerías.

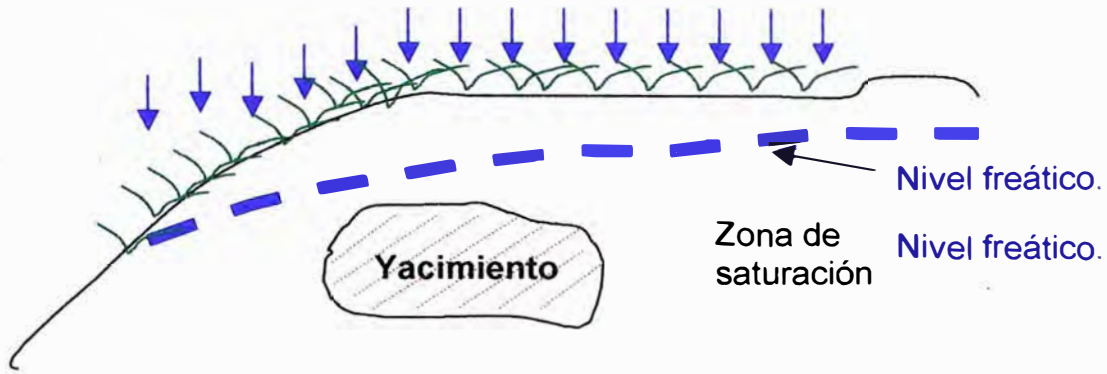
2 MÉTODO DE CLAUSURA DE GALERÍAS MINERAS.

Antes de la apertura de las minas, los yacimientos mineros prácticamente no reciben los efectos del agua subterránea. Sin embargo, mediante la apertura de las minas, el agua subterránea ingresa hacia los lugares de excavación de las galerías, se disuelven los metales de los yacimientos generándose el drenaje ácido de mina.

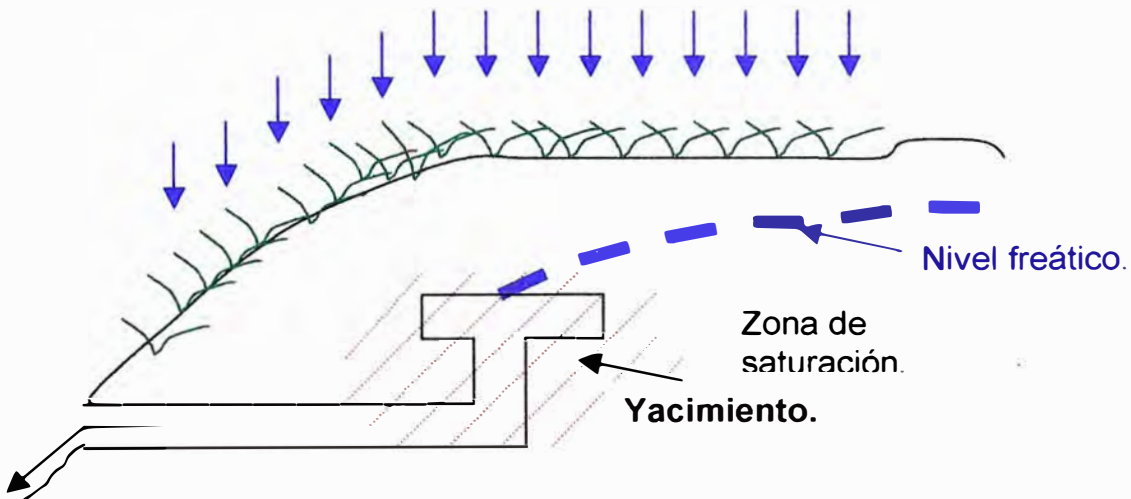
De existir cantidades considerables de iones SO_4^- indicaría que la presencia de minerales consumidores de ácido atenúa el efecto del DAM sobre la calidad del agua de mina. Como ilustración se presenta algunas de las reacciones comunes que explican el origen del DAM a partir de la pirita y la acción neutralizante de los carbonatos y otros minerales.



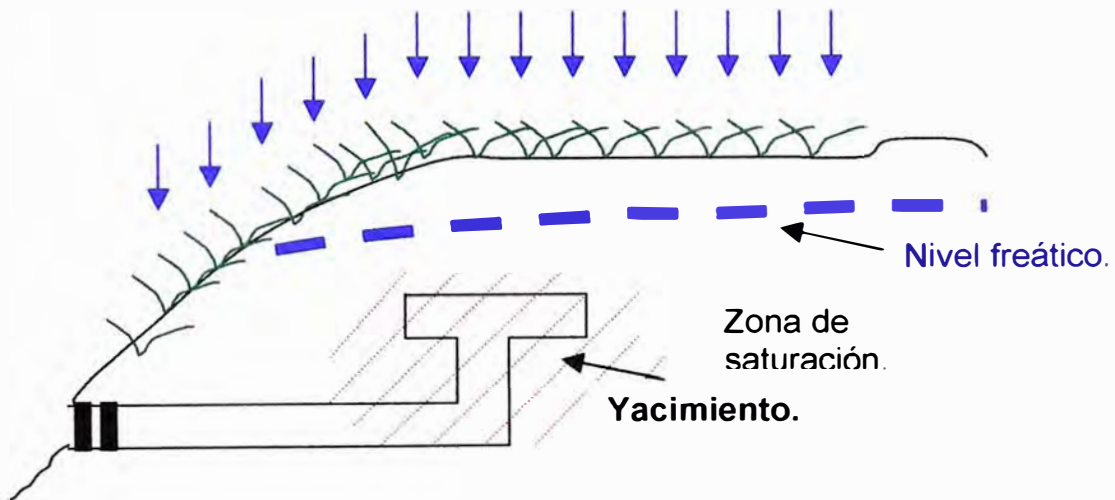
ANTES DE LA APERTURA DE LA GALERÍA.



DESPUÉS DE LA APERTURA DE LA GALERÍA.



DESPUÉS DEL CIERRE DE LA GALERÍA.



El método de clausura de socavones de mina consiste en encapsular el agua de la galería dentro de la mina previo relleno con caliza para propiciar la neutralización; con lo cual se logra mejorar la calidad del agua y reducir la carga de metales pesados que constituye la causa de la contaminación.

Los diversos métodos existentes pueden dividirse en

2.1 Método de Descarga Cero.

Este método de clausura consiste en aplicar un tapón de hormigón en la bocamina para encerrar totalmente el agua dentro de la mina.

Con este método, se recupera el nivel del agua subterránea previo a la apertura de la mina, el agua subterránea deja de pasar por la zona del yacimiento y se previene la contaminación del agua subterránea.

2.2 Método Del Rebose.

El éxito de aplicación del método de clausura de descarga cero, depende de las condiciones geológicas del área, las cuales deben ser favorables; por lo que es conveniente hacer rebosar el agua por la galería superior.

En este caso, el caudal del drenaje ácido de la galería superior se reduce comparado con el flujo del afluyente de la bocamina inferior, disminuyendo la oxidación de lones debido a que el yacimiento inundado no está en contacto directo con el aire, logrando así reducir la disolución de metales pesados y mejorando la calidad del agua.

2.3 Método de Eliminación de Ingreso de Aire

Este método se aplica cuando es imposible la instalación de tapones apropiados en la galería o cuando fuera imposible la clausura de la galería según los métodos (1) y (2) para eliminar el drenaje ácido hacia la superficie de la tierra.

Este método consiste en aplicar medidas para impedir la entrada del aire hacia el interior de la mina acumulando una parte del agua de mina dentro de la galería, y por lo tanto, la forma del tapón y su tamaño son diferentes a los de los métodos de clausura de la galería (1) y (2).

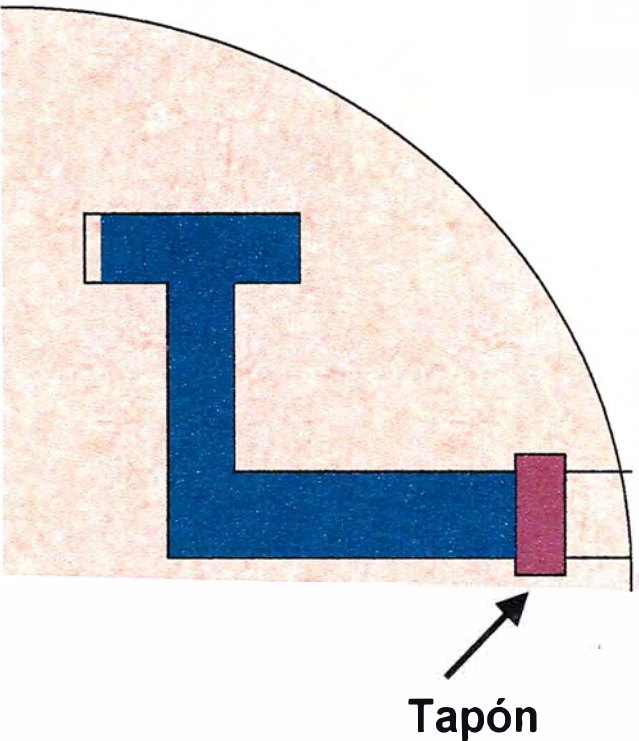
Es importante resaltar que, pese a que en este caso no se eliminan los efluentes de la bocamina, se cierra la entrada del aire, produciéndose un estado de falta de oxígeno del aire en la galería, deteniéndose la oxidación del mineral, lo que contribuye a mejorar la calidad del agua.

2.4 Método Mixto.

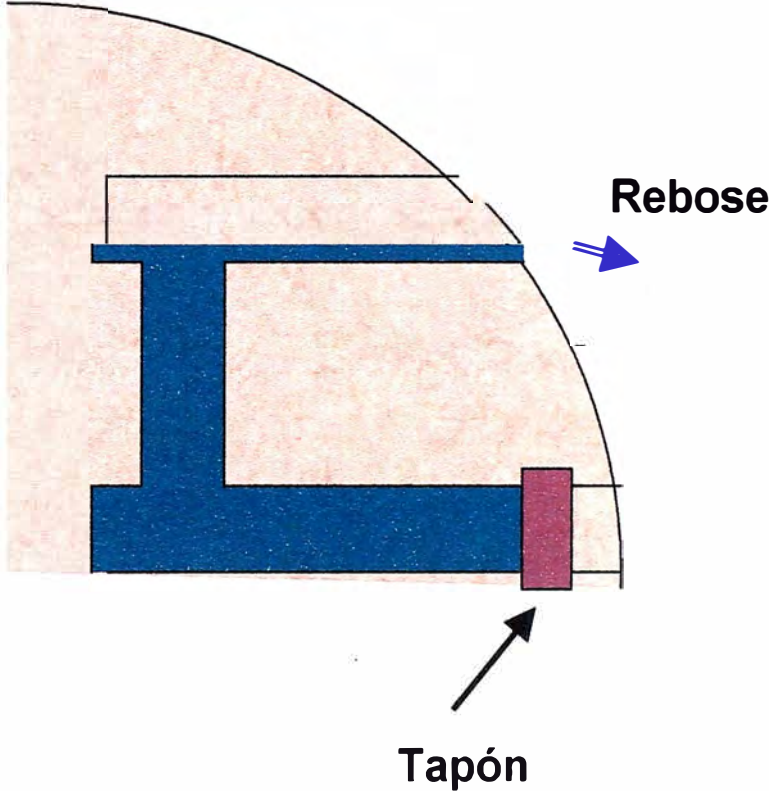
Este método es una combinación del método de clausura de galería del tipo de rebose y el método de cierre del aire, en el cual se procura mejorar la calidad del agua inundando el macizo mineral y el cierre de la fuente de oxígeno.

ESQUEMAS DE LOS MÉTODOS DE CLAUSURA

1. Descarga cero.

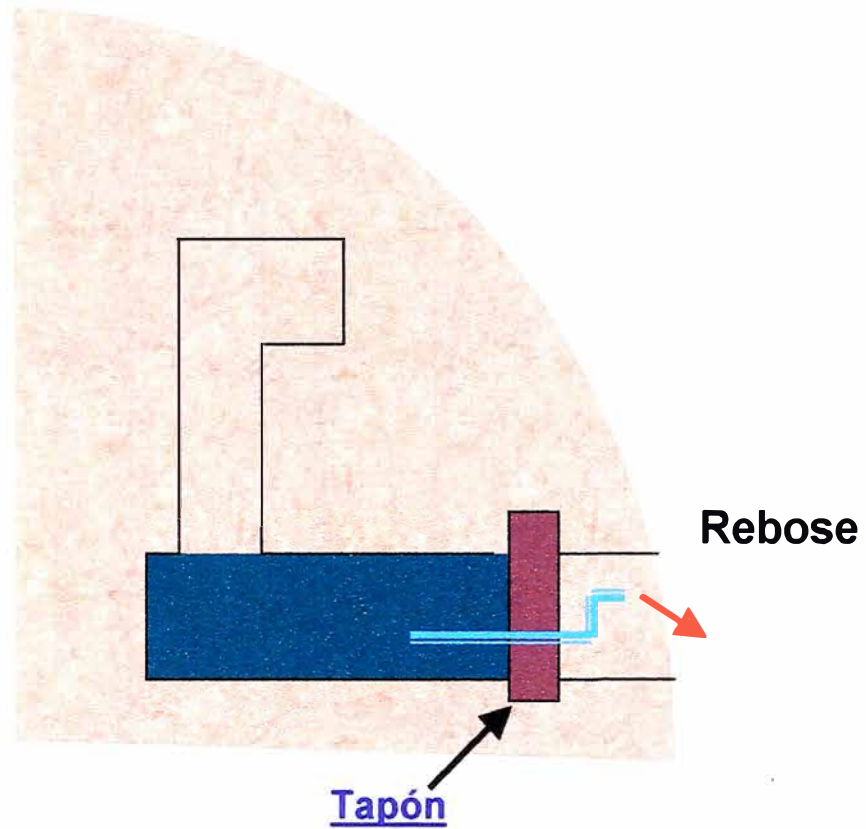


2. Rebose.

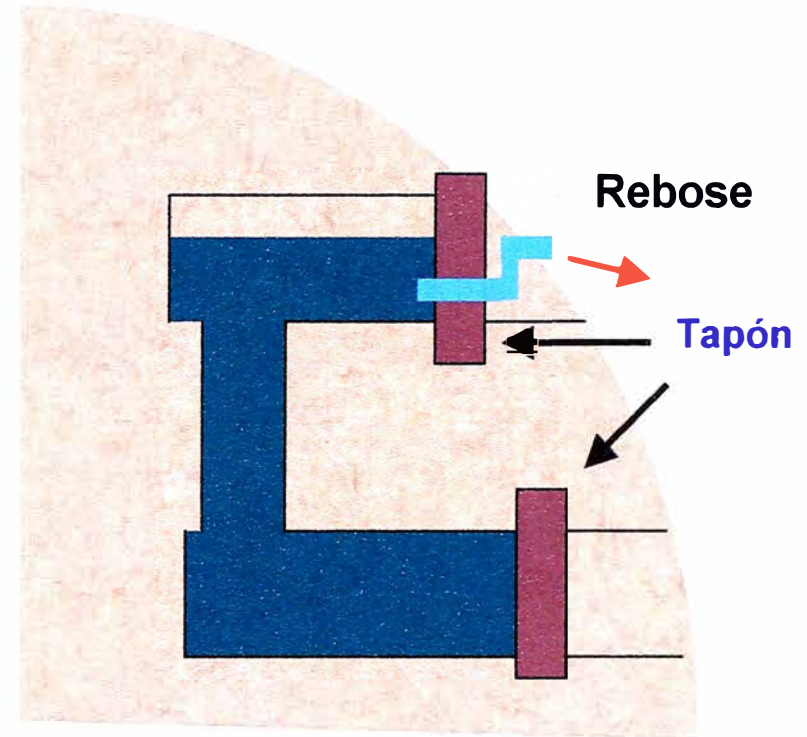


ESQUEMAS DE LOS MÉTODOS DE CLAUSURA

3. Cierre de aire

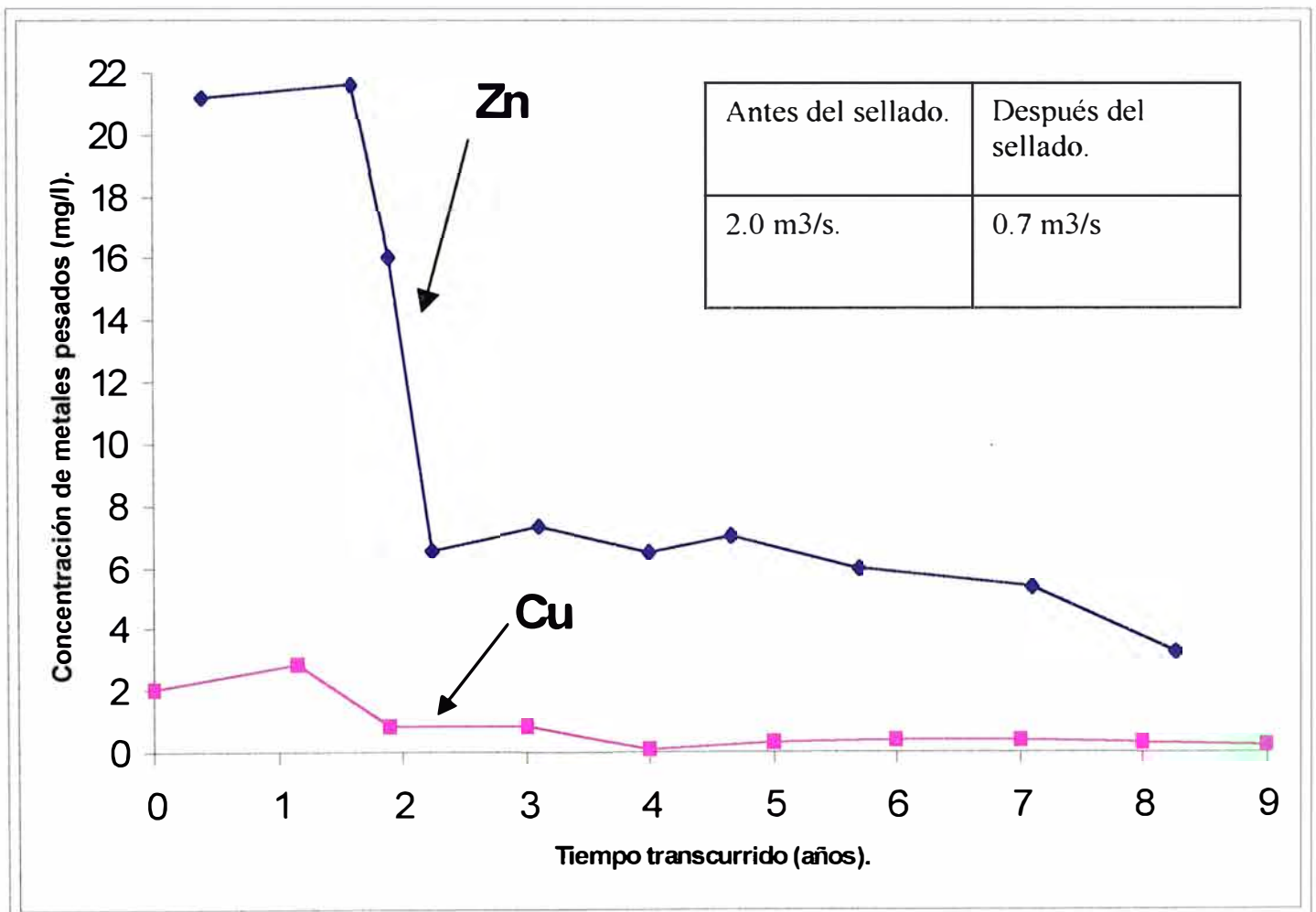


4. Mixto



3 EFECTOS DEL TAPONEO.

Con el taponeo de la bocamina se logra reducir el caudal del efluente de la galería. Además, pese a que inmediatamente después de la ejecución de la obra se incrementa temporalmente la concentración del zinc (Zn) y cobre (Cu) del agua del túnel, posteriormente va reduciéndose y mejorando a través del tiempo la calidad del agua, este efecto puede apreciarse en el esquema siguiente:



RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL DRENAJE ÁCIDO POR EFECTO DEL SELLADO DE LA BOCAMINA.

CAPÍTULO V

PERFIL DE PROYECTO DE MITIGACIÓN DE MINA SAN FRANCISCO

RESUMEN.

En la mina San Francisco, como resultado de la actividad minero-metalúrgica desarrollada, muestra cinco bocaminas, estando la bocamina principal ubicada en el nivel inferior y drenando agua ácida con un pH de 2.6 conteniendo metales contaminantes con un caudal de 5 L/seg que es colectado por la laguna San Francisco actualmente ácida. Puede observarse una acumulación de desmontes del orden de 4'500,000 TM a manera de una franja entre la mina y la laguna San Francisco formada principalmente por fragmentos de cuarcita con diseminación de pirita fuertemente intemperizados generando drenaje ácido. La geología de la zona indica no ocurrencia de rocas carbonatadas que neutralicen las soluciones ácidas, lo cual conlleva a que estas aguas contaminen la cuenca del río Torres por su margen derecha.

El programa de mitigación propuesto establece el cierre de las bocaminas, la neutralización de las aguas ácidas con calizas y cal, cobertura con revegetación, un dique calcáreo para evitar la dispersión de los materiales sólidos contaminantes y un canal de derivación. El costo aproximado del programa de mitigación es de \$ 839,737 USA.

1 UBICACIÓN Y ACCESO.

El acceso a la unidad minera es a partir de la localidad de Huallanca siguiendo la carretera que une esta ciudad con la unidad minera de Huanzalá, de este punto existe un desvío que llega hasta la mina que esta ubicada en la quebrada Tucapag al cual se arriba recorriendo aproximado de 20 km .

Las coordenadas UTM de la bocamina principal son

E 283, 425

N 8'906 ,534

Altitud : 4,160 msnm

2. CONTEXTO GEOLÓGICO.

En la zona de la mina San Francisco afloran secuencias plegadas de rocas cuarcíticas con intercalaciones de pizarras y lutitas pertenecientes a la Formación Chimú . Las areniscas tienen un rumbo predominante N55°E y buzamiento 60° NO .La mineralización se caracteriza por su ocurrencia en las cuarcitas y estar constituidas por : pirita y tetrahedrita. Las vetas ocurren como relleno en fracturas tensionales .

La cobertura cuaternaria lo constituye el material coluvial de pié de monte producto de la actividad glaciár ocurrida en el área y que puede confundirse con los desmontes acumulados en las bocaminas.

La bocamina principal esta en el nivel 4175 , presenta vestigios de la minería realizada con durmientes de madera; además pueden observarse otras bocaminas en niveles superiores.

3. PASIVOS AMBIENTALES.

Como producto de la actividad minero-metalúrgico desarrollada se tiene acumulaciones de desmontes constituidos por fragmentos de roca cuarcita con fuerte diseminación de pirita , en menor proporción pizarras en foma de lajas angulosas ; también se observa una drenaje ácido activo de la bocamina principal.

Los desmontes ocurren a manera de una franja entre la bocamina principal y la laguna San Francisco. Estos desmontes ocupan un volumen aproximado de $300 \times 100 \times 50 \text{ m}^3 = 1'500,000 \text{ m}^3$ que corresponden a un tonelaje estimado en 4'500,000 TM . Además ocurre una pequeña acumulación de escorias al borde la laguna.

La bocamina principal tiene un rumbo N25°E y sus coordenadas UTM son:

E	283,425
N	8'906,534

Esta bocamina actualmente presenta un drenaje ácido de pH 2.6 hacia la Laguna San Francisco.

MINA SAN FRANCISCO



EN LA VISTA SE OBSERVA LA LAGUNA ACIDA SAN FRANCISCO Y EN SU FLANCO IZQUIERDO ACUMULACIONES DE DESMONTES



ENTRADA DE BOCAMINA PRINCIPAL, REFORZADA CON BLOQUES DE ROCA CUARCITA, DURMIENTES DE MADERA Y DRENAJE ACIDO

MINA SAN FRANCISCO



ACUMULACIÓN DE ESCORIAS EN BORDE DE LAGUNA SAN FRANCISCO

4 MONITOREO AMBIENTAL.

Se realizó tomando muestras de los desmontes , escorias y sedimentos de la laguna San Francisco. También se tomaron muestras de agua de la bocamina principal y sedimentos de la laguna San Francisco .

4.1 Análisis de Aguas y Sólidos.

4.1.1 Resultados de Mediciones en el Campo.

Estación	T °C	Conducti. Umhos/cm	Ph	Eh (mv)	Caudal L/seg	Altura (msnm)	Este (UTM)	Norte (UTM)
25	10.8	965	2.8	555	5	4155	28354 7	8 906 622
26-A	8.1	1226	2.6	515	5	4160	283 421	8 906 500

25 Agua de Laguna San Francisco

26-A Agua de bocamina principal de Mina San Francisco

4.1.2 Resultados de Análisis de Aguas en Laboratorio.

Muestra	Turbid. (NTU)	SO ₄ ⁻² (mg/L)	S.S.T. (mg/L)	S.D.T. (mg/L)
25	2.55	145.83	61	557
26-A	0.30	312.51	136	952

Muestra	Pb (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	As (mg/L)
25	0.223	1.879	2.185	0.997	97.722	0.23
26-A	0.731	4.426	3.102	0.177	201.892	1.76

4.1.3 RESULTADO DEL POTENCIAL NETO DE NEUTRALIZACIÓN.

MUESTRA	%S	PN	PA	PNN
Desmante	3.06	19.92	95.63	-75.71
Escorias	0.64	-174.83	20.00	-194.83
Sedimento	0.87	-13.66	27.19	-40.85

PN , PA y PNN expresados en Kg CaCO₃/TM

5 ANÁLISIS PETROMINERAGRÁFICO.

5.1 Sedimento Laguna San Francisco.

Corresponde a una muestra arcillosa de coloración rojiza, con abundancia de óxidos limoníticos, arcillas rojas, con escasas partículas de sulfuros.

5.2 Desmante Mina San Francisco.

Fragmentos angulosos de rocas cuarcita con tamaños medianos ligeramente fracturada y rellenadas por pirita subhedral de grano fino, cuarzo blanquesino en vetillas, escasas costras de óxidos limoníticos.

5.3 Escorias de Mina San Francisco.

Ocurre como fragmentos angulosos vítreos de color negro, grisáceo, porosos, con abundantes óxidos en la superficie.

6 FACTORES HIDROLÓGICOS, GEOQUÍMICOS Y GEOTÉCNICOS

La hidrología del área esta definida por una napa freática muy superficial que permite la abundancia de gramíneas propia de estas altitudes y que sirven de forraje al ganado existente en el área , los bofedales son otra prueba de la existencia de dichas napa freática que es realimentada por los deshielos en la cumbres de las elevaciones que superan los 4400 msnm .

Las escorrentías son colectadas en pequeñas lagunas que en forma escalonada se comunican para finalmente drenar al río Torres.

Los factores geoquímicos se dan principalmente en la hidrólisis y oxidación de la pirita de los desmontes generando drenaje ácido y que dado la ausencia de rocas carbonatadas ha logrado acidificar la laguna San Francisco y estos llegar hasta el río Torres por su margen derecha .

El talud de los desmontes ofrece una relativa estabilidad física ya que su ángulo de reposo adoptado en forma natural no supera los 35° .

7 IMPACTOS AMBIENTALES.

La generación de aguas ácidas provenientes del drenaje de la bocamina principal y de la lixiviación de los desmontes y en mínima proporción de las escorias han sido colectadas en la Laguna San Francisco ocurriendo , sus aguas actualmente ácidas lo cual ha generado la extinción de la fauna acuática y disminuyendo las zonas de desarrollo agrícola y de pastoreo

7.1 Diseño del plan de Mitigación de Mina San Francisco.

Dado que actualmente se tiene un drenaje ácido con metales contaminantes proveniente de la bocamina principal y los resultados del potencial neto de neutralización (PNN) de los desmontes, escorias y sedimentos de la laguna San Francisco son -75.71, -194.83 y -40.85 Kg CaCO₃/TM; estos valores corresponden a materiales generadores de drenaje ácido por lo cual planteamos el siguiente programa de mitigación :

Cierre de 5 bocaminas.

Renivelación parcial de desmonte, refine de talud y compactación.

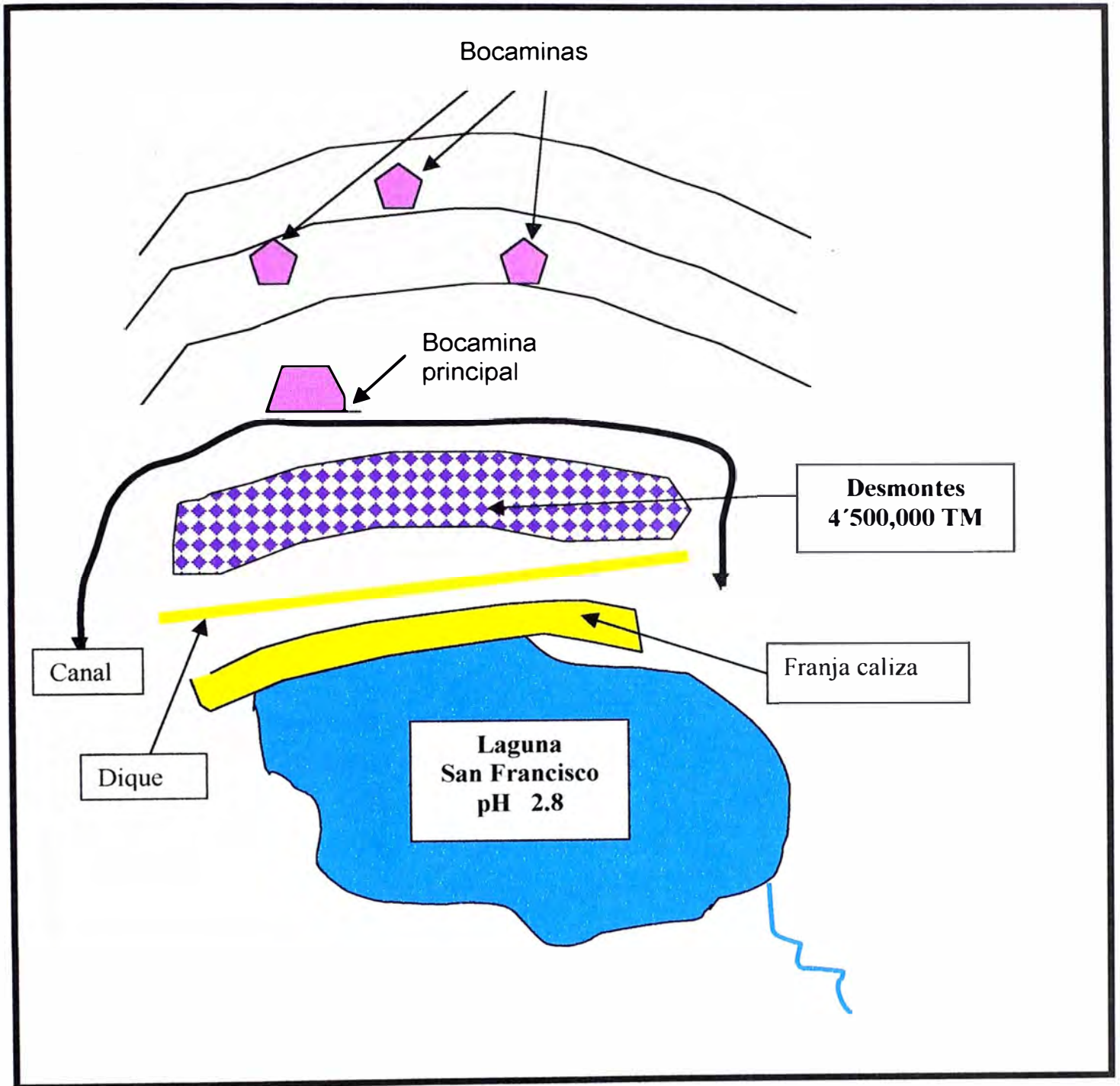
Construcción de dique calcáreo.

Construcción de canal de escorrentía con lecho de caliza.

Construcción de franja neutralizante.

Cobertura y revegetación.

ESQUEMA DEL PLAN DE MITIGACIÓN EN MINA SAN FRANCISCO



7.2. Beneficios Ambientales y Sociales

El cierre de la bocamina, la neutralización de las aguas ácidas y la revegetación de la zona disturbada repercutiría disminuyendo el nivel de contaminación de las aguas del río Torres; especialmente en su pH y metales contaminantes.

En la zona, el paisaje natural actualmente deteriorado tendería a rehabilitarse haciendo posible el desarrollo ganadero y agrícola; y más adelante de la fauna acuática.

En lo social las comunidades podrían ampliar sus actividades económicas por la rehabilitación de las lagunas dado su cercanía a la ciudad de Huallanca.

8. CALCULO DE COSTOS PARA EL CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LA MINA SAN FRANCISCO.

8.1 Cierre de Bocamina :

8.1.1. Relleno con caliza 5 bocaminas

$$\text{Vol} = 2.0 \times 2.20 \times 15 = 66 \text{ m}^3$$

$$V_{5B} = 5 \times 66 = 330 \text{ m}^3$$

$$W_{2B} = 330 \text{ m}^3 \times 3\text{TM}/\text{m}^3 = 990 \text{ T.M}$$

$$W_{5B} = 990 \text{ T.M}$$

$$\text{Costo}_{(\text{Relleno } 2 \text{ Boc})} = 990 \text{ T.M.} \times \$15/\text{T.M.} = \$14,850.00.$$

8.1.2. Cierre con Rebose de 5 bocaminas con concreto

$$V = 2.40 \times 2.50 \times \frac{1}{2} = 3.0 \text{ m}^3$$

$$V_{5B} = 5 \times 3.0 \text{ m}^3 = 15 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{Sellado } 2B)} = 15 \text{ m}^3 \times \$390/\text{m}^3 = \$5,850.00$$

8.2 Renivelación Parcial de Desmonte, Refine de Talud Compactación.

$$\text{Volumen} = 300 \times 100 \times 50 = 1'500,000 \text{ m}^3$$

$$W = 1'500,000 \text{ m}^3 \times \frac{3 \text{ TM}}{\text{m}^3} = 4'500,000 \text{ TM}$$

$$V_{\text{Remoción}} = 20\% (1'500,000 \text{ m}^3) = 300,000 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Remoción}} = 300,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{Remoción})} = 300,000 \text{ m}^3 \times \frac{\$1.25}{\text{m}^3} = \$375,000.00$$

8.3 Construcción Dique Calcáreo.

8.3.1 Excavación de zanja:

$$V = 3 \times 1 \times 350 = 1,050 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{EXC.})} = 1,050 \text{ m}^3 \times 8/\text{m}^3 = \$8,400.00$$

8.3.2 Relleno con caliza (incluye, extracción, chancado y transporte)

$$V_1 = 1,050 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1+3}{2} \times 3 \times 350 = 2100 \text{ m}^3$$

$$V_T = 1,050 + 2,100 = 3,150 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{RELLENO CALIZA}} = 3,150 \text{ m}^3 \times \frac{3 \text{ TM}}{\text{m}^3} = 9,450 \text{ T.M.}$$

$$\text{Costo}_{(\text{RELLENO})} = 9,450 \text{ T.M.} \times \$15/\text{TM} = \$141,750.00$$

8.4 Construcción Canal de Escorrentía con Lecho de Caliza

8.4.1 Excavación de canal (L =150), 2 canales.

$$V = \frac{1.5 + 0.5}{2} \times 1 \times 150 = 150 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2 \times 150 \text{ m}^3 = 300 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{EXCAVACION})} = 300 \text{ m}^3 \times \frac{\$8}{\text{m}^3} = \$2,400.00$$

8.4.2 Lecho canal de caliza de 0.30 m de espesor

$$V_D = (0.3 \times 0.5 \times 150) = 22.5 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2 \times 22.5 = 45 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{LECHO CANAL})} = 45 \text{ m}^3 \times \$12/\text{m}^3 = \$540.00$$

8.4.3 Concreto para revestir el canal de escorrentia

(Incluye, Encofrado, fierro y junta)

$$L = 150\text{m} \quad L_T = 300\text{m}.$$

$$\text{Costo} = 300\text{m} \times \$80/\text{m} = \$24,000$$

8.5 Construcción Franja Neutralizante de Caliza al Borde de la Laguna

$$L_1 = 100 \text{ m} ,$$

$$V_{FN} = 100 \times 4 \times 5 \times 1/2 = 1,000 \text{ m}^3$$

$$W_{F.N} = 1000 \text{ m}^3 \times 3 = 3,000 \text{ T.M}$$

$$\text{Costo}_{(F.N)} = 1,000 \text{ T.M} \times \$15/\text{T.M.} = \$15,000$$

8.6. Cobertura y Revegetación:

$$\text{Area} = 350 \times 150 = 52,500 \text{m}^2 \Leftrightarrow 5.2 \text{ Hectareas}$$

$$\text{Area} = 5.2 \text{Ha}$$

$$\text{Costo} = 5.2 \text{Ha} \times 20,000 \quad (\text{Costo revegetar una Ha es aprox. } \$20,000)$$

$$\text{Costo} = \$ 104,000.0$$

9 PRESUPUESTO PARA EL CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LA MINA SAN FRANCISCO

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT.	COSTO UNIT. (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
1.0	<u>CIERRE DE BOCAMINA</u>				
1.1	RELLENO DE 5 BOCAMINAS CON CALIZA	TM	990	15	14,850.00
1.2	CIERRE DE 5 BOCAMINAS CON CONCRETO	M ³	15	390	5,850.00
2.0	<u>RENIVELACION PARCIAL DE DESMONTE, REFINE DE TALUD Y COMPACTACION</u>	M ³	300,000	1.25	375,000.00
3.0	<u>CONSTRUCCION DEL DIQUE CALCAREO</u>				
3.1	EXCAVACION DE ZANJA	M ³	1,050	8	8,400.00
3.2	RELLENO CON CALIZA (Incluye: Extracción, Chancado y Transporte)	TM	9,450	15	141,750.00
4.0	<u>CONSTRUCCION CANAL DE ESCORRENTIA CON LECHO DE CALIZA</u>				
4.1	EXCAVACION DE CANAL	M ³	300	8	2,400.00
4.2	ECHO CANAL DE CALIZA DE 0.30m DE ESPESOR	M ³	45	12	540.00
4.3	CONCRETO PARA REVESTIR EL CANAL DE ESCORRENTIA (Incluye encofrado, fierro y junta)	M	300	80	4,000.00
5.0	CONSTRUCCION DE FRANJA NEUTRALIZANTE DE CALIZA AL BORDE DE LA LAGUNA	TM	1000	15	15,000.00
6.0	<u>COBERTURA Y REVEGETACION</u>				
6.1	COBERTURA DE SUELO IMPERMEABLE, CALIZA, MATERIAL ORGANICO Y PLANTACION DE PASTO	Ha	5.2	20,000	104,000.00
	SUB TOTAL DE COSTOS			\$	671,790.00
	SUPERVISION, COORDINACION Y SEGURO		(10%)	\$	67,179.00
	CONTIGENCIAS		(15%)	\$	100,768.00
			TOTAL	\$	839,737.00

CAPITULO VI

PERFIL DE PROYECTO DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN MINA MERCEDES

RESUMEN

La mineralización en la mina Mercedes se encuentra emplazada en rocas cuarcitas ; habiendo quedado aproximadamente 3'600,000 TM de desmontes fuertemente piritizados a manera de bancos delante de las bocaminas y con una alta capacidad de drenaje ácido. La bocamina principal drena aguas ácidas con un pH de 3.1 y un caudal de 2L/seg. cuyo destino es la cuenca del río Torres por su margen derecha.

Las condiciones geológicas para la neutralización de las aguas ácidas es nula en la zona por la ausencia de rocas carbonatadas (calizas).

El programa de mitigación incluye el cierre de 2 bocaminas, la renivelación parcial de los desmontes con refine de talud y compactación, seguida de una cobertura y revegetación , construcción de dique de calcáreo y un canal de derivación con lecho de caliza. El costo del programa de mitigación asciende aproximadamente a \$ 741,943 USA.

1 UBICACIÓN.

El acceso a la Unidad minera Mercedes es a partir de la localidad de Huallanca siguiendo 0.5 Km por la carretera que une esta ciudad con la unidad minera de Huanzá y luego desviar por una trocha carrozable, recorriendo aproximadamente 3.5 km hasta la mina .

Las coordenadas UTM de la bocamina principal son

E	283, 665
N	8'905, 571
Altitud :	4185 msnm

2 DERECHO MINERO

En un inicio de las operaciones de esta importante unidad minera conocida por la producción de plata el dueño fue el Sr. Carlos Rizo Patrón, posteriormente fue trabajada por Jose Mallqui. En la base de datos actual de minas en el Perú del INGEMMET esta mina está registrada como propiedad de la Cía. Minera Santa Bárbara.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

Predominan en el área formaciones de cuarcitas intercaladas por pizarras y lutitas de rumbo general N 55° O y buzamiento 66°NE. Estas secuencias pertenecen a la Formación Chimú que dentro de su litología registra intercalaciones de lutitas gris oscuras y carbón explotadas en otras áreas de Perú donde estos depósitos son de mayor envergadura.

Existen numerosos cateos superficiales de rumbo general al NE, que han sido desarrollados sobre veta las mismas que corresponden a estructuras de relleno en fracturas tensionales de rumbo perpendicular al rumbo general de los estratos. Steimann (1930) declara que algunas de las vetas contenían de 1.5 a 2.5 kg de plata por tonelada y 14 a 17 % de cobre.

La mineralización se emplaza mayormente en cuarcitas de la Formación Chimú existiendo una estructura que se extiende desde la mina Mercedes hasta la mina San Francisco el cual se emplaza íntegramente en la cuarcita Chimú y presenta un ancho promedio de 150m.

4 PASIVOS AMBIENTALES

Están constituidos por los desmontes que ocurren a manera de una franja y se emplazan a partir de la bocamina principal formando bancos importantes desde el nivel de la bocamina principal hacia los niveles inferiores. Estos desmontes ocupan un volumen aproximado de $300 \times 100 \times 40 \text{ m}^3 = 1'200,000 \text{ m}^3$ que corresponden a un tonelaje estimado en 3'600, 000 TM . Además se tiene la bocamina principal drenando agua ácida con un pH de 3.1 conteniendo metales contaminantes y un caudal de 2L/seg.

5 MONITOREO AMBIENTAL

El reconocimiento de la mina y de su actividad minero-metalúrgica permiten indicarnos realizar un muestreo de los desmontes y aguas que drenan de la bocamina principal.

MINA MERCEDES.



AL FONDO ROCA CUARCITA, A LA IZQUIERDA CAMPAMENTO ABANDONADO Y DELANTE ACUMULACIONES DE DESMONTES



BOCAMINA PRINCIPAL REFORZADA CON BLOQUES DE ROCA CUARCITA Y DRENAJE ÁCIDO

MINA MERCEDES.



ACUMULACIÓN DE DESMONTES CONSTITUIDOS POR FRAGMENTOS DE CUARCITA PIRITIZADOS, OXIDADOS Y TALUD MODERADO

5.1 Análisis de Aguas y Sólidos

RESULTADOS DE MEDICIONES EN EL CAMPO

Estación	T °C	Conducti. Umhos/cm	pH	Eh (mv)	Caudal L/seg	Altura (msnm)	Este (UTM)	Norte (UTM)
28-A	5.8	596	3.1	534	2	4185	283 665	8 905 571

28-A Agua de bocamina principal mina Mercedes

5.2 Resultados de Análisis de Aguas de Laboratorio

Muestra	Turbid. (NTU)	SO ₄ ⁻² (mg/L)	As (mg/L)	S.S.T. (mg/L)	S.D.T. (mg/L)
28-A	140	145.83	0.001	426	27

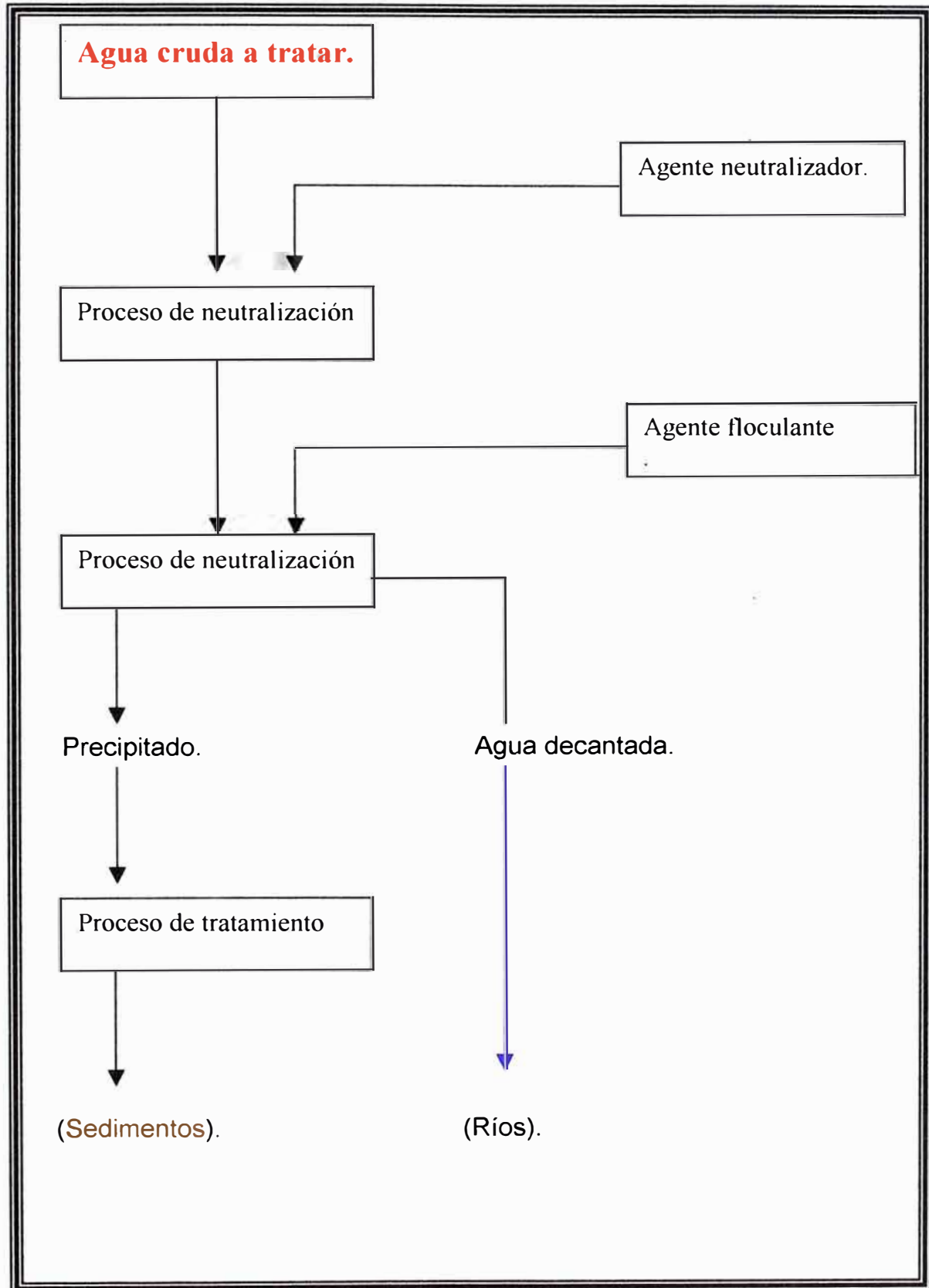
Muestra	Pb (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)
28-A	0.248	4.354	1.344	0.029	37.73

5.3 Resultados del Potencial Neto de Neutralización (PNN)

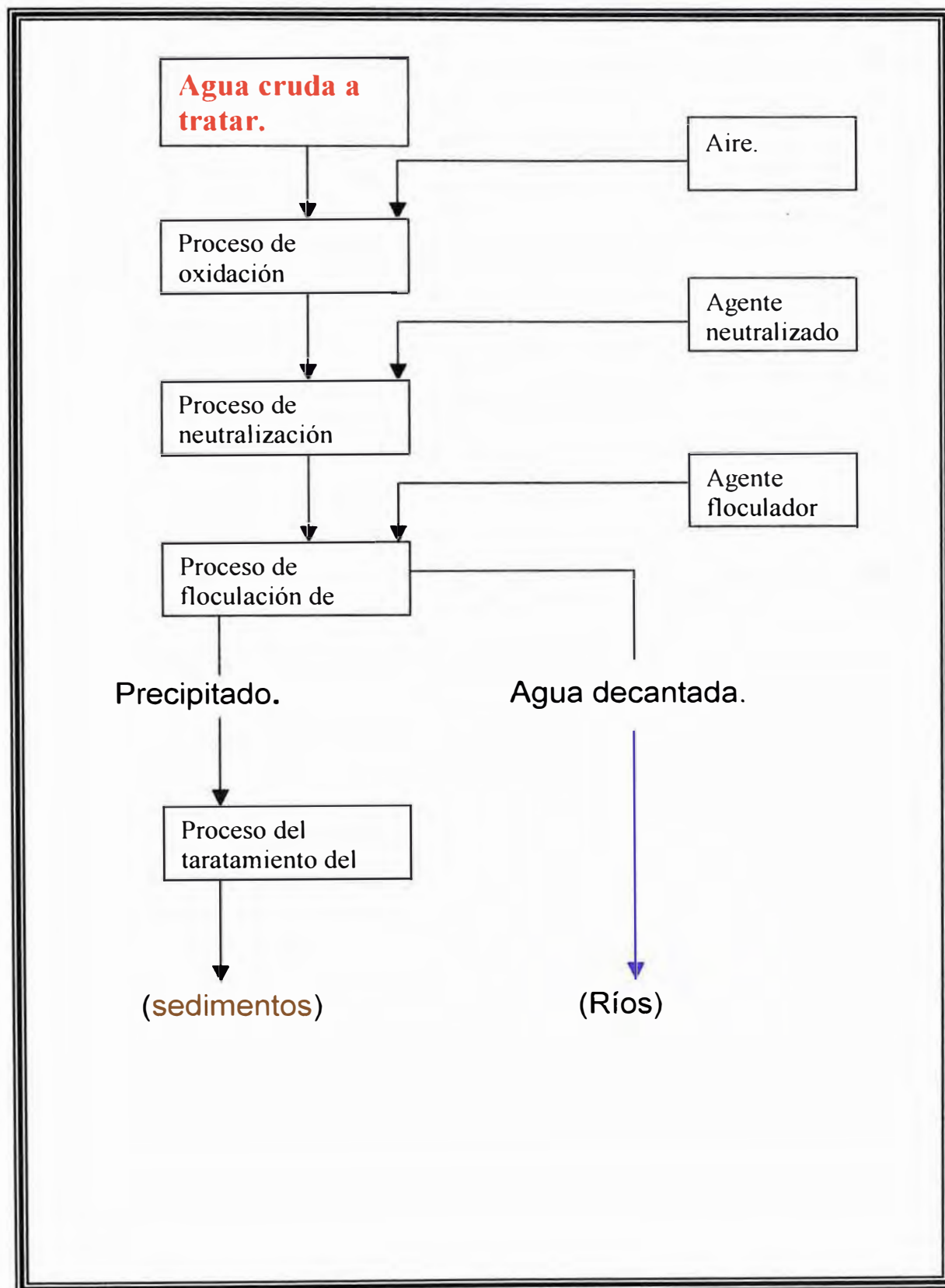
MUESTRA	%S	PN	PA	PNN
Desmante	6.09	8.67	190.31	-181.64

PN , PA y PNN expresados en Kg CaCO₃/TM

TRATAMIENTO DE DRENAJE DE AGUA ÁCIDA DE MINA POR MÉTODO DE NEUTRALIZACIÓN Y PRECIPITACIÓN.



TRATAMIENTO DE DRENAJE DE AGUA ÁCIDA DE MINA POR OXIDACIÓN CON EL AIRE.



5.4.- Análisis Petrominerográfico (desmonte).

Constituidos por fragmentos angulosos de roca cuarcita, de tamaños menores a 15 cm. , fuertemente piritizados y con escasa galena .

6.- FACTORES HIDROLÓGICOS , GEOQUÍMICOS Y GEOTÉCNICOS

La hidrología de la mina lo constituyen las escorrentías de la bocamina principal por infiltración de las aguas de precipitación y/o deshielos que aprovechando el microfracturamiento de las rocas son drenadas por las labores de la mina hacia el exterior .

Dado que el emplazamiento de la mineralización ocurre en cuarcitas la acción de las aguas y el oxígeno sobre los sulfuros genera un drenaje ácido con un pH de 2.9 .

Los bancos de desmontes muestran una estabilidad física moderada porque el talud de reposo del material es alrededor de 33° .

7.- IMPACTOS AMBIENTALES

La generación de drenaje ácido por la bocamina principal y los desmontes afectan las aguas, flora ; restringiendo el uso de las aguas por los animales y el hombre ; lo cual combinado con los factores geomorfológicos , litológicos y topográficos , llegan estas agua contaminadas a la cuenca del río Torres por su margen derecha.

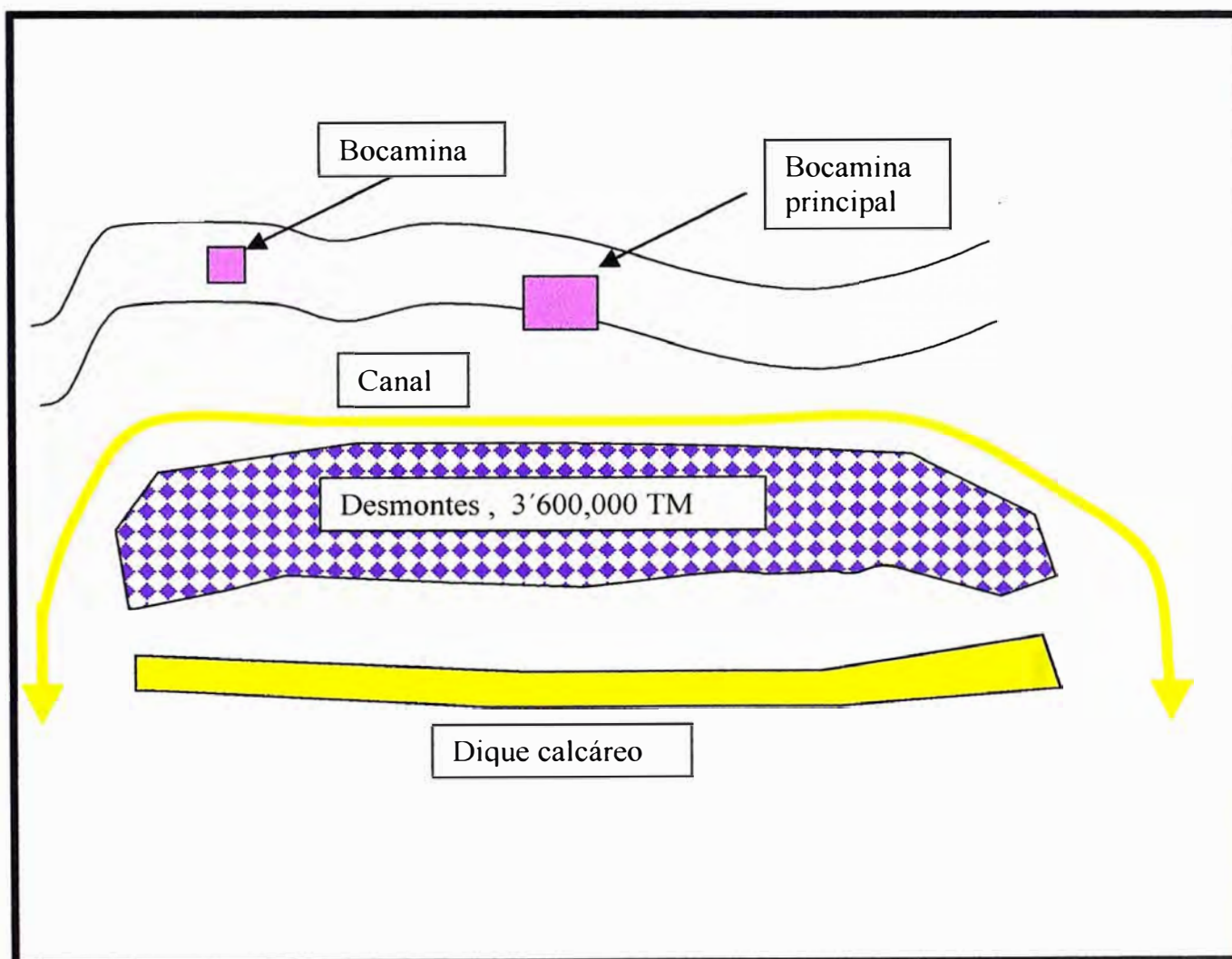
El mayor impacto ocasionado por la mina Mercedes es sobre el sistema hídrico ; las aguas están contaminadas, lo cual limita el desarrollo de la actividad ganadera a pesar de existir condiciones favorables .

7.1.- Diseño del Plan de Mitigación.

La acumulación de 3'600,000 TM de desmontes con un potencial neto de neutralización (PNN) de $-181.64 \text{ Kg CaCO}_3/\text{TM}$ y teniendo la bocamina principal con un drenaje de 2L/seg nos permite indicar el siguiente plan de mitigación :

- Cierre de 2 bocaminas.
- Renivelación parcial de desmontes, refine de talud y compactación.
- Construcción de dique calcáreo.
- Construcción de canal de escorrentía con lecho de caliza.
- Cobertura y revegetación.

7.2 Esquema del Plan de Mitigación en Mina Mercedes



8.- BENEFICIOS AMBIENTALES Y SOCIALES

Considerable área de pastoreo serían recuperadas al efectuarse el plan de mitigación de la contaminación en el área de la mina Mercedes, en lo social los núcleos humanos que puedan generarse en el área serían gracias a la recuperación del sistema hídrico que es el elemento esencial para el establecimiento de cualquier población a pesar de las condiciones rígidas en cuanto al clima .

9.- CALCULO DE COSTOS PARA EL CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LA MINA MERCEDES

9.1.- Cierre de Bocamina :

9.1.1. Relleno con caliza 2 bocaminas

$$\text{Vol} = 2.0 \times 1.60 \times 15 = 48 \text{ m}^3$$

$$V_{2B} = 2 \times 48 = 96 \text{ m}^3$$

$$W_{2B} = 96 \text{ m}^3 \times 3\text{TM}/\text{m}^3 = 288 \text{ T.M}$$

$$W_{2B} = 288 \text{ T.M}$$

$$\text{Costo}_{(\text{Relleno 2 Boc})} = 288 \text{ T.M.} \times \$15/\text{T.M.} = \$4,320.00.$$

9.1.2. Cierre con Rebose de 2 bocaminas con concreto

$$V = 2.5 \times 2.20 \times \frac{1}{2} = 2.75 \text{ m}^3$$

$$V_{2B} = 2 \times 2.75 \text{ m}^3 = 5.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{Sellado 2B})} = 5.5 \text{ m}^3 \times \$390/\text{m}^3 = \$2,145.00$$

9.2.- Renivelación Parcial de Desmonte, Refine de Talud y Compactación.

$$\text{Volumen} = 300 \times 100 \times 40 = 1'200,000 \text{ m}^3$$

$$W = 1'200,000 \text{ m}^3 \times \frac{3\text{TM}}{\text{m}^3} = 3'600,000\text{TM}$$

$$V_{\text{Remoción}} = 20\% (1'200,000 \text{ m}^3) = 240,000 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Remoción}} = 240,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{Remoción})} = 240,000 \text{ m}^3 \times \frac{\$1.25}{\text{m}^3} = \$300,000.00$$

9.3.- Construcción Dique Calcáreo.

9.3.1 Excavación de zanja:

$$V = 3 \times 1 \times 350 = 1,050 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{EXC.})} = 1,050 \text{ m}^3 \times 8 / \text{m}^3 = \$8,400.00$$

9.3.2 Relleno con caliza (incluye, extracción, chancado y transporte)

$$V_1 = 1,050 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1+3}{2} \times 3 \times 350 = 2100 \text{ m}^3$$

$$V_T = 1,050 + 2,100 = 3,150 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{RELLENO CALIZA}} = 3,150 \text{ m}^3 \times \frac{3\text{TM}}{\text{m}^3} = 9,450 \text{ T.M.}$$

$$\text{Costo}_{(\text{RELLENO})} = 9,450 \text{ T.M.} \times \$15/\text{TM} = \$141,750.00$$

9.4.- Construcción Canal de Escorrentía con Lecho de Caliza

9.4.1 Excavación de canal (L =150), 2 canales.

$$V = \frac{1.5 + 0.5}{2} \times 1 \times 150 = 150 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2 \times 150 \text{ m}^3 = 300 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{EXCAVACION})} = 300 \text{ m}^3 \times \frac{\$8}{\text{m}^3} = \$2,400.00$$

9.4.2 Lecho canal de caliza de 0.30 m de espesor

$$V_D = (0.3 \times 0.5 \times 150) = 22.5 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2 \times 22.5 = 45 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{LECHO CANAL})} = 45 \text{ m}^3 \times \$12 / \text{m}^3 = \$540.00$$

9.4.3 Concreto para revestir el canal de escorrentía

(Incluye, Encofrado, fierro y junta)

$$L = 150\text{m} \quad L_T = 300\text{m.}$$

$$\text{Costo} = 300\text{m} \times \$80 / \text{m} = \$24,000$$

9.5.- Cobertura y Revegetación:

Area=350X150=52,500m² <> 5.2 Hectareas

Area = 5.2Ha

Costo = 5.2Ha × 20, 000 (Costo revegetar una Ha es aprox. \$20,000)

Costo = \$ 104,000.0

10.- PRESUPUESTO PARA EL CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LA MINA ABANDONADA MERCEDES.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT.	COSTO UNIT. (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
1.0	<u>CIERRE DE BOCAMINA</u>				
1.1	RELLENO DE 2 BOCAMINAS CON CALIZA	TM	288	15	4,320.00
1.2	CIERRE DE 2 BOCAMINAS CON CONCRETO	M ³	5.5	390	2,145.00
2.0	<u>RENIVELACION PARCIAL DE DESMONTE, REFINE DE TALUD Y COMPACTACION</u>	M ³	240,000	1.25	300,000.00
3.0	<u>CONSTRUCCION DEL DIQUE CALCAREO</u>				
3.1	EXCAVACION DE ZANJA	M ³	1,050	8	8,400.00
3.2	RELLENO CON CALIZA (Incluye: Extracción, Chancado y Transporte)	TM	9,450	15	141,750.00
4.0	<u>CONSTRUCCION CANAL DE ESCORRENTIA CON LECHO DE CALIZA</u>				
4.1	EXCAVACION DE CANAL	M ³	1,050	8	8,400.00
4.2	LECHO CANAL DE CALIZA DE 0.30m DE ESPESOR	M ³	45	12	540.00
4.3	CONCRETO PARA REVESTIR EL CANAL DE ESCORRENTIA (Incluye encofrado, fierro y junta)	M	300	80	24,000.00
5.0	<u>COBERTURA Y REVEGETACION</u>				
5.1	COBERTURA DE SUELO IMPERMEABLE, CALIZA, MATERIAL ORGANICO Y PLANTACION DE PASTO	Ha	5.2	20,000	104,000.00
	SUB TOTAL DE COSTOS			\$	593,355.00
	SUPERVISION, COORDINACION Y SEGURO		(10%)	\$	59,355.00
	CONTIGENCIAS		(15%)	\$	89,033.00
			TOTAL	\$	741,943.00

CAPITULO VII

PERFIL DE PROYECTO DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN MINA PERÚ

INTRODUCCIÓN.

La mina Perú revela una gran actividad minero-metalúrgica en un yacimiento donde la mineralización ocurre emplazado en cuarcitas. La acumulación de 3'000,000 TM de desmontes como capacidad de generación de drenaje ácido por la acción de aguas superficiales y en parte activado por las aguas ácidas de la bocamina principal que tiene un pH de 3.1 y disolución de metales contaminantes; sus escorrentías han generado una dispersión en forma de abanico de los desmontes e hidróxidos de hierro produciendo impactos negativos sobre la agricultura, ganadería y núcleos humanos.

El programa de mitigación propuesto contempla el cierre de las bocaminas, estabilización física y química de los desmontes con revegetación final, dique calcáreo para evitar dispersión de desmontes y canal de derivación de aguas superficiales no contaminadas. El costo del programa de rehabilitación asciende a \$ 607,643 USA.

1.- UBICACIÓN Y ACCESO

El acceso a la unidad minera se realiza a partir de la localidad de Huallanca por la carretera que une esta ciudad con la unidad minera de Huanzála, recorriendo aproximadamente 0.5 km, de allí por un desvío a la izquierda, se sigue por una trocha carrozable hasta aproximadamente 3.5 Km; a partir del cual por un trocha no carrozable se accede a la mina Perú.

Las coordenadas UTM de la bocamina principal son

E 283,880
N 8'905,722
Altitud: 4120 msnm

2.- DERECHO MINERO

El dueño de la mina es Octavio Recabarren (según comunicación oral de los lugareños)

3.- CONTEXTO GEOLÓGICO

En la zona predominan formaciones de cuarcitas intercaladas por pizarras y lutitas de rumbo general N 55° O y buzamiento 66°NO. Estas secuencias pertenecen a la Formación Chimú que dentro de su litología registra intercalaciones de lutitas gris oscuras y carbón.

Existen hasta 4 cateos que se hicieron desde superficie de rumbo general N 50° a 55° E, que han sido desarrollados sobre veta las mismas que corresponden a estructuras de relleno en fracturas tensionales y perpendiculares al rumbo general de los estratos.

La mineralización se emplaza mayormente en cuarcitas de la Formación Chimú.

La bocamina principal tiene un rumbo general E– O y está parcialmente rellena de material de desmonte aportado por las escorrentías superficiales en época de lluvias .

4.- PASIVOS AMBIENTALES.

Existen un deposito de desmontes cuyo volumen aproximado es de : 200 x 250 x 20m = 1'000,000 de m³ que equivale 3'000,000 TM emplazados al frente de las bocaminas en bancos de 20 m de altura .

Existe una bocamina principal con drenaje ácido (pH = 2.6) cuyo caudal registrado es de 6 L/seg

5.- MONITOREO AMBIENTAL

Se oriento a tomar muestras representativas de los desmontes por su gran volumen de emplazamiento y sus características petrominerográficas .Los desmontes están constituidos principalmente por partículas de cuarcitas con fuerte diseminación de piritita a veces fresca u oxidada. Además se tomaron muestras de agua del drenaje de la bocamina principal y de sus sedimentos .

MINA PERU



AL FONDO ROCA CUARCITA, Y DELANTE ACUMULACIONES DE BANCOS DE DESMONTES CON SULFUROS



DISPERSIÓN DE DESMONTES A MANERA DE UN ABANICO EN LA PARTE INFERIOR DE LOS BANCOS DE Desmontes

MINA PERÚ



**BOCAMINA PRINCIPAL PRECARIAMENTE ESTABILIZADA Y
CON DRENAJE ÁCIDO.**

5.1.-| Análisis de Aguas y Sólidos.**5.1.1.- Resultados de Mediciones en el Campo**

Estación	T °C	Conducti. umhos/cm	pH	Eh (mV)	Caudal L/seg	Altura (msnm)	Este (UTM)	Norte (UTM)
29	9.7	970	2.8	542	6	4120	283 880	8 905 722

29. - Muestra de agua de bocamina principal de Mina Perú.

5.1.2- Resultados de Análisis de Aguas en Laboratorio

Muestra	Turbid. (NTU)	SO ₄ ⁻² (mg/L)	As (mg/L)	S.S.T. (mg/L)	S.D.T. (mg/L)
29	22.4	270.32	1.26	144	782

Muestra	Pb (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)
29	1.330	9.056	7.211	0.270	97.627

5.1.3- Resultado del Potencial Neto de Neutralización.

MUESTRA	%S	PN	PA	PNN
30 Desmontes	1.23	11.18	38.44	-27.26
29 Sedimentos	0.94	-16.17	29.38	-45.55

PN , PA y PNN expresados en Kg CaCO₃/TM

5.2.- Análisis Petrominerográfico.

Mina Perú Sedimentos.

Sedimentos con tamaños menores a 2mm constituidos por abundante granos libres de cuarzo redondeado de características hialino, cuarcitas grises, areniscas, óxidos, y en menor cantidad arcillas de coloración parda. Escasos sulfuros.

Mina Perú Desmontes.

Fragmentos de roca cuarcita con tamaños medianos a 6 cm con diseminación de piritita, con una alteración arcillosa de caolín, presenta también cuarzo en vetillas.

5.3.- Factores Hidrológicos, Geoquímicos y Geotécnicos.

Los factores hidrológicos están determinados por las escorrentías superficiales que existen en la zona por constituir la parte mas baja con referencia a la mina Mercedes, debemos señalar que en la parte inferior (fondo del valle) existe un bofedal que indica el nivel freático superficial en el área.

Los factores geoquímicos se dan principalmente en la hidrólisis y oxidación de la piritita de los desmontes generando drenaje ácido y que dado la ausencia de rocas carbonatadas estas llegan al río Torres debido a la existencia de las escorrentías superficiales.

La ubicación espacial de los desmontes básicamente en el fondo del valle correspondiente a la zona de menor cota permite que los desmontes tengan una relativa estabilidad física, existiendo una mínima posibilidad de deslizamiento de los desmontes debido a que altura de los bancos es aproximadamente de 20 m como máximo y con un ángulo de reposo de 35 °.

5.4.- Impactos Ambientales

Debido a la dispersión en forma de abanico de los desmontes por la acción de las escorrentías de aguas ácidas, se genera una amplia destrucción de pastos y por ende disminuyen las áreas para la actividad agrícola y ganadera. De la misma manera aleja la formación de núcleos humanos por la contaminación fundamentalmente de las aguas cuyo destino es la cuenca del río Torres.

6.- Diseño del Plan de Mitigación.

La acción potencial de generación de drenaje ácido por los 3'000,000 TM de desmontes cuyo potencial neto de neutralización (PNN) es de - 27.26 Kg CaCO_3/TM y el drenaje ácido con un pH de 2.8 de la bocamina principal cuyo caudal es de 6 L/seg ; permite proponer el siguiente programa de mitigación :

Cierre de 2 bocaminas .

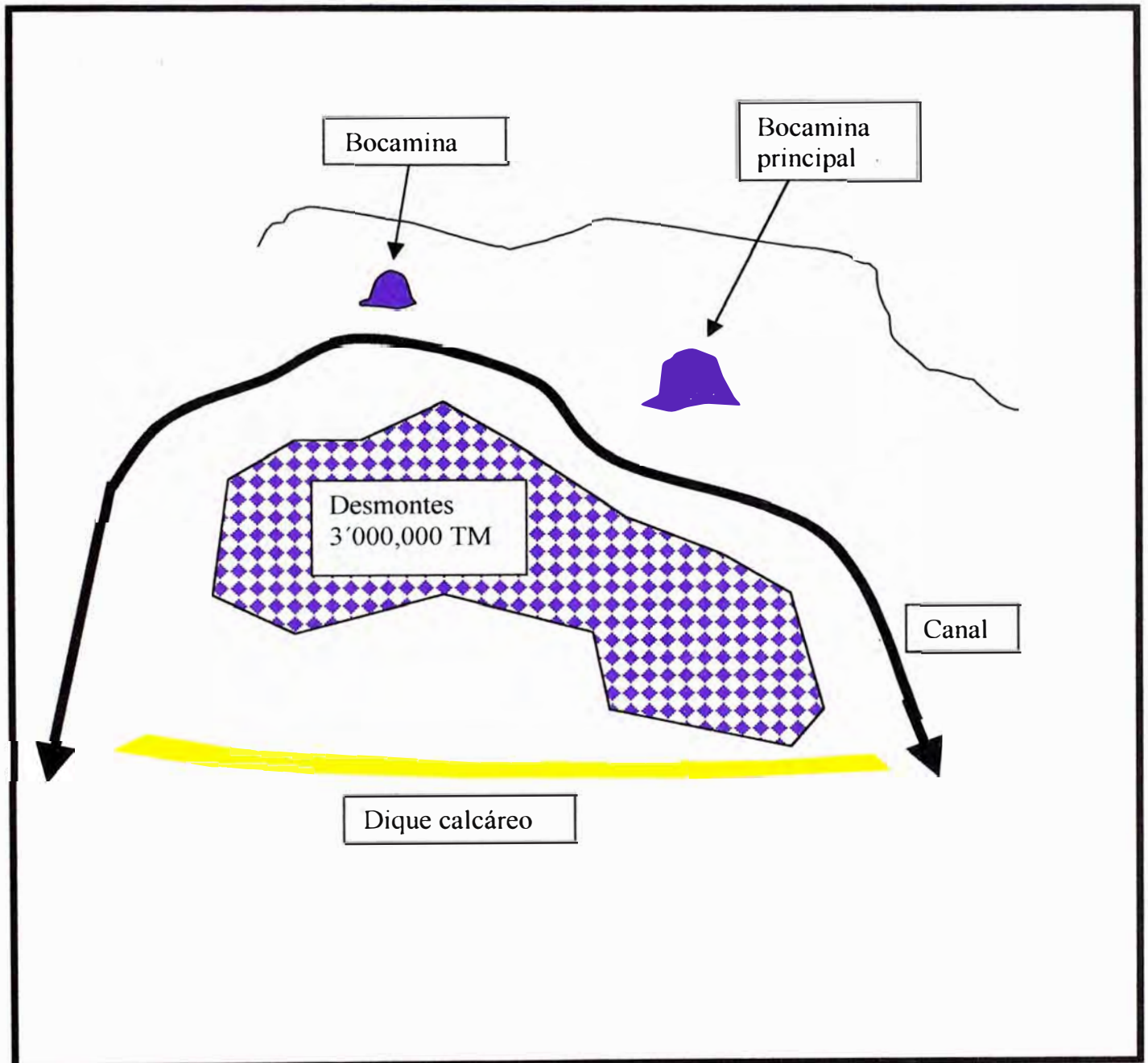
Renivelación parcial de desmontes con refine de talud y compactación.

Construcción de dique calcáreo.

Construcción de canal de escorrentía con lecho de caliza.

Cobertura y revegetación.

6.1.- Esquema de Mitigación de Mina Perú.



7.- BENEFICIOS AMBIENTALES Y SOCIALES.

La ejecución de un plan de mitigación repercutirían en la recuperación de las aguas y por consiguiente la disminución en la contaminación del río Torres .

Otro beneficio es la reposición del paisaje natural y balance ecológico favorable .

En lo social el área estaría al alcance de una población dedicada a la actividad ganadera de vacunos y ovinos.

8.- CALCULO DE LOS COSTOS PARA EL CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LA MINA PERÚ.

8.1 Cierre de Bocamina

8.1.1. Relleno con caliza 2 bocaminas

$$\text{Vol} = 2.0 \times 1.60 \times 15 = 48 \text{ m}^3$$

$$V_{2B} = 2 \times 48 = 96 \text{ m}^3$$

$$W_{2B} = 96 \text{ m}^3 \times 3\text{TM}/\text{m}^3 = 288 \text{ T.M}$$

$$W_{2B} = 288 \text{ T.M}$$

$$\text{Costo}_{(\text{Relleno } 2 \text{ Boc})} = 288 \text{ T.M.} \times \$15/\text{T.M.} = \$4,320.00.$$

8.1.2. Cierre con Rebose de 2 bocaminas con concreto

$$V = 2.5 \times 2.20 \times \frac{1}{2} = 2.75 \text{ m}^3$$

$$V_{2B} = 2 \times 2.75 \text{ m}^3 = 5.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{Sellado } 2B)} = 5.5 \text{ m}^3 \times \$390/\text{m}^3 = \$2,145.00$$

8.2.- Renivelación Parcial de Desmonte, Refine de Talud y Compactación.

$$\text{Volumen} = 200 \times 250 \times 20 = 1'000,000 \text{ m}^3$$

$$W = 1'000,000 \text{ m}^3 \times \frac{3\text{TM}}{\text{m}^3} = 3'000,000\text{TM}$$

$$V_{\text{Remoción}} = 20\% (1'000,000 \text{ m}^3) = 200,000 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Remoción}} = 200,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{Remoción})} = 200,000 \text{ m}^3 \times \frac{\$1.25}{\text{m}^3} = \$250,000.00$$

8.3. Construcción Dique Calcáreo.

8.3.1 Excavación de zanja:

$$V = 3 \times 1 \times 250 = 750 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{EXC.})} = 750 \text{ m}^3 \times 8 / \text{m}^3 = \$6,000.00$$

8.3.2 Relleno con caliza (incluye, extracción, chancado y transporte)

$$V_1 = 750 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1+3}{2} \times 2 \times 250 = 1000 \text{ m}^3$$

$$V_T = 750 + 1000 = 1750 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{RELLENO CALIZA}} = 1750 \text{ m}^3 \times \frac{3\text{TM}}{\text{m}^3} = 5250 \text{ T.M.}$$

$$\text{Costo}_{(\text{RELLENO})} = 5,250 \text{ T.M.} \times \$15/\text{TM} = \$78,750.00$$

(\$15.00 COSTO TONELADA CALIZA PUESTA EN OBRA)

8.4.- Construcción Canal de Escorrentía con Lecho de Caliza.

8.4.1 Excavación de canal (L =250), 2 canales.

$$V = \frac{1.5 + 0.5}{2} \times 1 \times 250 = 250 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2 \times 250 \text{ m}^3 = 500 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{EXCAVACION})} = 500 \text{ m}^3 \times \frac{\$8}{\text{m}^3} = \$4,000.00$$

8.4.2 Lecho canal de caliza de 0.30 m de espesor

$$V_D = (0.3 \times 0.5 \times 250) = 37.5 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2 \times 37.5 = 75 \text{ m}^3$$

$$\text{Costo}_{(\text{LECHO CANAL})} = 75 \text{ m}^3 \times \$12 / \text{m}^3 = \$900.00$$

8.4.3 Concreto para revestir el canal de escorrentia
(Incluye, Encofrado, fierro y junta)

$$L = 250\text{m} \quad L_T = 500\text{m}.$$

$$\text{Costo} = 500\text{m} \times \$80/\text{m} = \$40,000$$

8.5-. Cobertura y Revegetación:

$$\text{Area} = 200 \times 250 = 50,000\text{m}^2 \diamond 5.0 \text{ Hectareas}$$

$$\text{Area} = 5.0\text{Ha}$$

$$\text{Costo} = 5.0\text{Ha} \times 20,000 \quad (\text{Costo revegetar una Ha es aprox. } \$20,000)$$

$$\text{Costo} = \$ 100,000.00$$

9.- PRESUPUESTO PARA EL CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE LA MINA ABANDONADA PERÚ.

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT.	COSTO UNIT. (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
1.0	<u>CIERRE DE BOCAMINA</u>				
1.1	RELLENO DE 2 BOCAMINAS CON CALIZA	TM	288	15	4,320.00
1.2	CIERRE DE 2 BOCAMINAS CON CONCRETO	M ³	5.5	390	2,145.00
2.0	<u>RENIVELACION PARCIAL DE DESMONTE, REFINE DE TALUD Y COMPACTACION</u>	M ³	200,000	1.25	250,000.00
3.0	<u>CONSTRUCCION DEL DIQUE CALCAREO</u>				
3.1	EXCAVACION DE ZANJA	M ³	750	8	6,000.00
3.2	RELLENO CON CALIZA (Incluye: Extracción, Chancado y Transporte)	TM	5,250	15	78,750.00
4.0	<u>CONSTRUCCION CANAL DE ESCORRENTIA CON LECHO DE CALIZA</u>				
4.1	EXCAVACION DE CANAL	M ³	500	8	4,000.00
4.2	LECHO CANAL DE CALIZA DE 0.30m DE ESPESOR	M ³	75	12	900.00
4.3	CONCRETO PARA REVESTIR EL CANAL DE ESCORRENTIA (Incluye encofrado, fierro y junta)	M	500	80	40,000.00
5.0	<u>COBERTURA Y REVEGETACION</u>				
5.1	COBERTURA DE SUELO IMPERMEABLE, CALIZA, MATERIAL ORGANICO Y PLANTACION DE PASTO	Ha	5.0	20,000	100,000.00
	SUB TOTAL DE COSTOS			\$	486,115.00
	SUPERVISION, COORDINACION Y SEGURO		(10%)	\$	48,611
	CONTIGENCIAS		(15%)	\$	72,917.00
			TOTAL	\$	607,643.00

CAPITULO VIII

ASPECTOS DEL PROGRAMA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL DE MINAS ACTIVAS EN LA CUENCA DEL RÍO TORRES Y VIZCARRA

1.- UNIDAD MINERA DON FROYLÁN:

Propiedad de la compañía de exploraciones, desarrollo e inversiones mineras S.A.

Comprende la mina pucarrajo cuya planta concentradora San Rafael ha estado descargando sus efluentes al río Torres. Esta unidad no dispone de PAMA.

Se notó un inadecuado manejo de relaves, con huellas de derrame en la zona, el dique de contención esta construido con sacos de relaves lo que hace notar con la precariedad que trabajan en su disposición de material, indicandonos que con un movimiento sísmico puede colapsar y el material finalmente iría al cause del río Torres afectando toda la cuenca.

La muestra líquida tomada y analizada en la quebrada despues de la salida de la concentradora nos indica un pH alcalino(pH=10.2) y el PNN del sedimento de la muestra tomada en el mismo punto arrojó un valor bastante negativo(PNN=-291.02) lo que nos indica la presencia de alto contenido de sulfuros y la predicción de aguas ácidas en época de lluvia ;al continuar con el monitoreo se tomó muestra en la laguna ubicada en la misma quebrada Pucarrajo indicandonos que el Ph ha bajado a 9.8, ésto significa que la dispersión de los relaves entre la relavera y la laguna es fuerte, por lo que se debe tomar un control permanente en este tramo correspondiente; además se observó el río con muchas espumas ,indicandonos la presencia de xantatos, las aguas que discurren por la quebrada pucarrajo llegan al río Torres.

De acuerdo a la evaluación de los análisis y parámetros ambientales no existen contaminación significativa del agua en el tramo indicado; las aguas en su curso llegan al río Torres.

El problema ambiental es del tipo geotectónico, debido a que su presa de relaves se encuentra emplazado en un lugar de topografía no adecuada para la disposición de relaves.

1. 1.- Impacto Ambiental

De lo que se ha observado en la concentradora San Rafael el problema es del tipo y forma de disposición de relaves las que podrían colapsar en cualquier instante ya sea por efecto de las altas precipitaciones en condiciones extremas o con un movimiento sísmico como las que ocurrió en la mina Amatista en Nazca que los daños fueron desastrosos afectando la fauna y la flora.

Para dar solución a éste tipo de posibles ocurrencias ambientales(problema ambiental) recomendamos:

- Cese de material relave a la actual presa improvisada de relave.
- Evacuar la cancha de relave a otro zona que no comprometa al medio ambiente.
- Construcción de un dique de contención de material noble para prevenir la caída del materia relave al río.

Para el desarrollo de las obras indicadas se debe tomar previamente en consideración las medidas referente a los estudios del tipo hidrológicos, geotécnicos y ambientales.

1.2.- Costo Estimado para Prevenir la Contaminación

De acuerdo a las recomendaciones sugeridas consideramos que la construcción de un dique es lo mas prioritario a realizar:

Las medidas aproximadas del dique serían: Longitud=200m, Ancho=2.0m, Alto =6m , para lo cual el costo sería:

Costo de Escavación de zanja:	\$1,600.00
Costo de concreto armado (Incluye costos de supervisión, coordinación, seguro y contingencias)	\$780,000.00

	\$781,600.00

2.- COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A.

2.1.- Antecedentes:

La Compañía Minera Santa Luisa S.A se encuentra comprendida dentro del tipo climático frígido o de tundra; se caracterizan por presentar precipitaciones promedio de 700mm anuales y temperatura promedio anual de 6°C, las condiciones térmicas eliminan toda posibilidad de cultivos agrícolas, pero, existen pastos naturales donde se localiza gran cantidad de población ganadera.

La Compañía Minera Santa Luisa S.A. no desarrolla labores de fundición y/o refinación, por lo tanto la generación de gases no es significativa.

Los recursos hídricos son de vital importancia para el desarrollo del país; éstos recursos son actualmente motivo de preocupación a nivel mundial.

La unidad de producción Huanzalá vierte sus residuos líquidos en forma directa o indirectamente a la cuenca del río Torres, a través de los canales de drenaje de las aguas ácidas provenientes de las operaciones mineras, de los reboses del deposito de relaves en Chuspic .

Por todas las bocaminas del yacimiento minero Huanzalá, salen aguas ácidas con un valor de PH= 2.8 a 5.0 y con un contenido promedio total de sólidos suspendidos de 910 mg/lit.

Los resultados típicos de las aguas de mina Huanzalá son:

Concentraciones en mg/Lit.					PH
Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	
38.2	654.1	46.3	7.80	539.1	3.2

Referente al depósito de Relaves la unidad de producción Huanzala cuenta con un depósito antiguo, fuera de servicio y el depósito de relaves Chuspic estimado con vida útil de 14 años.

Se observó que los relaves son bombeados desde la planta concentradora hasta el depósito Chuspic.(distancia aproximada de 1.5Km).

El relave tiene los siguientes valores de concentración y pH.

Concentraciones en mg/Lit					pH
Cu	Fe	Mn	Pb	Zn	
0.03	1,04	0.72	0.74	2.39	10.7

La unidad minera Huanzalá que se encuentra emplazada en la margen izquierda de la cuenta del río Torres se encuentra incluida en la vertiente del Atlántico y las aguas que discurren a través de ella van a parar al río Amazonas del siguiente modo: río Torres, río Vizcarra, río Marañón.

La unidad de producción Huanzalá cuenta aproximadamente con una población de 650 habitantes que dependen de la Cía Minera Santa Luisa S.A

La microcuenca principal de la zona es el río Torres y tiene como afluentes principales los ríos Palmareda, Tanash, Chuspic y riachuelos pequeños como las que bajan de la Laguna San Francisco(pH=2.9) y la que baja de las minas Mercedes y Mina Perú con pH bajísimo (pH promedio=2.7), como puede observarse estos riachuelos son las fuentes más contaminantes del río Torres.

El río Torres llega hasta el distrito de Huallanca donde se une con el río San Juan para generar el Vizcarra.

2.2.- Plan de Mitigación

Para solucionar el problema de generación de aguas ácidas la empresa piensa invertir como parte de su PAMA US\$1.9 millones de dólares en las siguientes medidas de mitigación y control en los próximos 5 años:

- (i). Evitar la llegada al río Torres , agua con elementos metálicos en suspensión y/o en solución.
- (ii). Controlar el grado de ácidas de las aguas de mina.
- (iii). Controlar las fugas que pueden producirse en el sistema , encausándolos hacia un sistema de emergencia.

Otros proyectos de medidas de mitigación y control de contaminación incluidos en el PAMA son los siguientes:

- Manejo de aguas ácidas.
- Recirculación de efluentes líquidos Residuales-Concentradora.
- Estudio presa de Relaves Chuspic
- Ventilación Planta de chancado...
- Tratamiento de aguas servidas y residuos sólidos
- Recuperación de laguna Contaycocha
- Sistema de disposición de suelos contaminados
- Programa socio económico para la comunidad-

Se recomienda disponer lecho de material calcáreo en el cause del río Torres comprendida entre la planta concentradora Huanzala y la poza de sedimentación con la finalidad de mejorar la alcalinidad del agua del río.

Se recomienda realizar una limpieza total de la poza de sedimentación extrayendo todo el lodo contaminado y disponerlo éste material en lugares elegidos previamente para tal fin(posiblemente encapsularlo subterráneamente previo recubrimiento con geomembrana para evitar la contaminación por disolución de los metales que comprenden)

El avance de la ejecución de los compromisos adquiridos con el PAMA comparado con el programado se muestra en la siguiente tabla.

ACCIONES O COMPROMISOS	AVANCES	
	PROGRAMADO	REAL
1. Manejo aguas ácidas de mina	20	50
2. Recirculación de efluentes residuales- Concentradora	0	10
3. Estudio presa de relaves chuspic	0	100
4. Ventilación Planta chancado.	50	10
5. Tratamiento de aguas servidas y basura	20	40
6. Recuperación de laguna Contaycocha	0	0
7. Sistema de disposición de suelos contaminados	0	10
8. Programa socio económico para la comunidad.	0	10

3.- MINA DOMINGO SABIO Y CONCENTRADORA HUALLANCA:

La mina y concentradora vierten sus efluentes al río Torres. No cuentan con una disposición adecuada de sus relaves, se ha observado huellas de relaves en las faldas del cerro de la zona. además el dique de contención de los relaves se aprecia con una pendiente pronunciada, construida con sacos conteniendo relaves. Esta forma de disposición es muy peligrosa ya que con un mínimo movimiento sísmico puede colapsar y el material llegaría por gravedad en pocos minutos al río Torres.

La planta concentradora se encuentra en la margen derecha del río Torres y muy próximo a ella.

3.1.- Impacto Ambiental

De lo que se ha observado en la concentradora Huallanca el problema es que la relavera puede colapsar cuando se presenten precipitaciones extremas o movimiento sísmico ; contaminando el río Torres ya que ésta presa improvisada se encuentra emplazada muy cerca al río Torres .Esta presa se encuentra activa mostrando un espejo de agua en su parte superior razón por la cual está propenso a sufrir una soliflucción.

Para dar solución a éste tipo de posibles ocurrencias ambientales(problema ambiental) la recomendación sería tomar una de las alternativas siguientes:

- Cese de la carga del material relave a la actual presa improvisada de relave.
- Evacuar la cancha de relave a otro zona que no comprometa al medio ambiente.
- Construcción de un dique de contención de material noble para prevenir el colapsamiento de la presa y evitar que el material caída al río Torres en pocos minutos por encontrarse la relavera a escasos metros del río(Aproximadamente 50m)

Para el desarrollo de las obras indicadas se debe tomar previamente en consideración las medidas referente a los estudios del tipo hidrológicos, geotécnicos y ambientales.

3.2.- Costo para Prevenir la Contaminación

De acuerdo a las recomendaciones sugeridas consideramos que la construcción de un dique de material noble es lo mas prioritario a realizar:

Las medidas aproximadas del dique serían: Longitud =1 00m,Ancho =2.5m, Alto =5m , para lo cual el costo sería:

Costo de Excavación de zanja:	\$800.00
Costo de concreto armado (Incluye costos de supervisión, coordinación, seguro y contingencias)	\$341,250.00

	\$342,050.00

MINA DON FROYLAN - CONCENTRADORA SAN RAFAEL



A LA IZQUIERDA DE LA VISTA SE OBSERVA EL CAMPAMENTO Y A LA DERECHA LA RELAVERA EN QUEBRADA PUCARAJO



OCURRENCIA DE PAQUETES DE CALIZAS EN FLANCO IZQUIERDO DE QUEBRADA PUCARAJO

MINA DON FROYLAN – CONCENTRADO SAN RAFAEL



**ESCORRENTÍA PROVENIENTE DE LA RELAVERA DE LA PLANTA
CONCENTRADORA SAN RAFAEL, SE OBSERVA UN AGUA CON ESPUMAS
Y UN pH DE 10.2**

MINA DON FROYLAN – CONCENTRADO SAN RAFAEL



LAGUNA RECEPTORA DEL DRENAJE PROVENIENTE DE LA RELAVERA DE LA PLANTA CONCENTRADORA SAN RAFAEL

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La cuenca de los ríos Torres y Vizcarra se desarrolla entre 4,155 msnm en sus nacientes hasta 2,835 msnm en su desembocadura en el río Marañón a la altura de Tingo Chico con un recorrido aproximado de 55 Km.

La parte alta de la cuenca comprendida entre sus nacientes y el poblado de Huallanca se caracteriza porque el río Torres cruza secuencias carbonatadas con intercalaciones de areniscas, lutitas y horizontes de carbón. En este tramo ocurren las minas activas e inactivas que generan contaminación con aguas ácidas, metales pesados, SST provenientes de bocaminas y relaves expuestos al intemperismo.

Las aguas del río Torres antes de cruzar el poblado de Huallanca muestra coloraciones amarillentas por los óxidos de hierro en suspensión .

La mina San Francisco presenta relictos de una gran actividad minera en el área, por el emplazamiento de alrededor de 4'500,000 TM , constituido principalmente por fragmentos de roca cuarcita con diseminación de pirita que lo hacen un fuerte generador de drenaje ácido. Además de una bocamina activa drenando aguas ácidas con metales contaminantes.

La mineralización consistente en sulfuros de hierro pirita y sulfosales como la tetrahedrita son los causantes de parte del drenaje ácido contaminante que son colectados por las lagunas existentes.

El tipo de roca no carbonatada consistente en cuarcitas, areniscas , pizarras mayormente no han neutralizado las aguas ácidas generadas por descomposición de los sulfuros que se presentan en forma abundante en el área de la mina San Francisco.

- En esta área de la Mina San Francisco no se han encontrado fauna alguna lo que corrobora el nivel de contaminación de las aguas .
- Se recomienda investigar adicionalmente el tipo de flora que actualmente se desarrolla esporádicamente en condiciones ácidas cargadas de metales contaminantes para proponerla como alternativa durante la revegetación que se propone
- La alternativa de taponeo en la mina San Francisco de las bocaminas sin reboce seria la mas recomendable ya que el trabajo de campo indica que la bocamina principal tiene un bajo caudal de salida y las bocaminas restantes en niveles superiores no muestran drenaje, debido a que la roca encajonante es una roca metamórfica cuarcítica con mínima porosidad.
- El sistema contaminante fundamental en la Mina Mercedes está constituido por los 3'600,000 TM de desmontes con fuerte potencial de generación de drenaje ácido, ademas de la bocamina activa drenando aguas con un pH de 2.8 cuyo destino es la Cuenca del río Torres por la margen derecha.
- La geología de la mina Mercedes se caracteriza por la predominancia de formaciones de rocas metamórficas como las cuarcitas y en menor proporción las pizarras ; rocas con mínima capacidad de neutralización de aguas ácidas .
- Las aguas de la napa freática al aflorar en superficie producen escorrentías que al entrar en contacto con los desmontes producen drenaje ácido.
- Se recomienda el taponeo (sellado) de las bocaminas sin reboce dado el bajo caudal de salida y la mínima porosidad de la roca encajonante.
- La mina Perú ha tenido una gran actividad minera debido al volumen de desmonte existente actualmente .

- La ocurrencia principalmente de pirita en los desmontes de cuarcita y que al contacto con el agua y oxígeno genera drenaje ácido .
- La ocurrencia en la zona de rocas no carbonatadas como cuarcitas, areniscas y pizarras mayormente que no tienen capacidad neutralizante de aguas ácidas , permite que las escorrentías contaminadas lleguen al río Torres por su margen derecha.
- Como parte del programa de mitigación el taponeo sin rebose de las bocaminas sería una buena alternativa.
- En el tramo entre la confluencia del río Torres con el río San Juan y el poblado de La Unión se genera el impacto de las aguas y movimiento de relaves sobre la fauna, agricultura y social. Especialmente, la dispersión de los relaves llegan hasta los campos de cultivos generando problemas ambientales.
- Los tributarios como los ríos Andachupa y Lampas podemos notar que no contribuyen a la contaminación del río Vizcarra.
- A la altura de Sillapata hasta la desembocadura en el río Marañón podemos notar que el río Vizcarra sufre una purificación natural de sus aguas al cortar secuencias alcalinas de esquistos con abundantes micas cloritas y carbonatos.
- La acción del Estado estaría orientada especialmente a mitigar minas abandonadas como la mina Mercedes y mina San Francisco actualmente drenando aguas ácidas hacia el río Torres.
- A fin de disminuir la dispersión de relaves hacia los campos de cultivos podrían construirse canales con sedimentadores, de manera que las aguas lleguen a los campos sin arrastrar relaves.

ANEXOS

TÉRMINOS DE REFERENCIA MODELO PARA LA LICITACIÓN DE LOS TRABAJOS DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL DE LOS DEPÓSITOS DE DESMONTES EN LAS MINAS ABANDONADAS (MINA SAN FRANCISCO).

1.- ANTECEDENTES.

El Ministerio de Energía y Minas obtuvo del Gobierno del Japón, a través del Banco Mundial una donación para asistencia técnica a fin de apoyar el diseño e implementación de la política ambiental para el sub-sector minero.

El programa de asistencia técnica comprendió, entre otros, la integración de la información ambiental existente para la cuenca o área de interés, evaluaciones ambientales preliminares (EVAPs) de las empresas y monitoreos complementarios de cuencas efectuados por la Universidad Nacional de Ingeniería-FIGMM y el Ministerio de Energía y Minas; éstas fueron elaboradas para establecer los requerimientos mínimos de los PAMAS y para contar con la base comparativa que permitió evaluar la información que se reciba del programa del Monitoreo Ambiental.

De acuerdo a evaluaciones efectuadas por las diversas instituciones; se requiere efectuar las obras para la Mitigación Ambiental de las Minas inactivas que se encuentran comprendidas en la cuenca de los ríos Torres y Vizcarra ubicada en la provincia de Dos de Mayo del departamento de Huánuco.

2.- OBJETIVO.

El objetivo es seleccionar al Contratista para el desarrollo de la Ingeniería del Detalle y ejecución de las obras que comprende el cierre de cinco bocaminas e implementación de medidas para la mitigación de drenaje ácido y control de la contaminación en los depósitos de desmonte y escoria abandonados en la Mina San Francisco, ubicado en la provincia Dos de Mayo departamento de Huánuco.

3.- GENERALIDADES.

La mineralización en el yacimiento de la Mina San Francisco se encuentra emplazado en forma paralela a la estratificación de la roca caja el cual se encuentra en vetas bastante fracturadas y con panizo .

En la mina se han identificado cinco bocaminas de las cuales una bocamina llamada bocamina principal es la de mayor atención por su profundidad, en las que el sostenimiento del socavón ha sido construido con rocas de la zona semi- talladas en forma de bóveda dándole un acabado estético y a la vez simétrico a la bocamina principal.

En ésta bocamina se ha observado un drenaje bastante ácido (pH=2.6) de agua con un caudal aproximado de 4L/seg., las mismas tienen como fuente receptora a la Laguna San Francisco que se encuentra ácida (pH=2.7), las aguas que salen de esta laguna aun mantienen su acidez hasta su descarga final en el río Torres y Vizcarra. La bocamina principal tiene las siguientes dimensiones aproximadas: 2.5m de ancho, 2m de alto y 300m de profundidad.

En la zona los antiguos mineros han practicado una fundición a nivel artesanal ya que existen pequeñas estructuras de dicha actividad como algunas toneladas de escoria contaminantes cuyo volumen es aproximadamente de : 32,000TM.

4.- UBICACIÓN DE LA OBRA.

Esta mina inactiva(abandonada) se encuentra ubicada en la margen derecha del río Torres al costado de la laguna San Francisco aproximadamente a 25 km del distrito de Huallanca en la Provincia de Dos de Mayo-Huánuco.

Las coordenadas UTM, que fueron determinadas en la bocamina principal, son las siguientes:

Coordenadas:	8' 906 500 N
	283 382 E
Altura(msnm)	4165 m

El acceso a este antiguo yacimiento minero, se realiza mediante una trocha carrozable , partiendo del Distrito de Huallanca; de éste lugar se comienza a ganar altura, progresivamente, hasta aproximarse al pie de las cumbres; recorriendo una distancia aproximada de 15 kms (en zig zag) empleandose 1:20 minutos; para luego proseguir por un camino de herradura caminando hasta dominar la cumbre y continuar una travesía en bajada sobre una pendiente aproximadamente de 70° caminando hasta llegar a un pequeño valle donde se ubica el asiento minero San Francisco al borde de la Laguna San Francisco de la cual tomas su nombre San Francisco.

5.- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR

5.1.- Estudios Hidrológicos Integrales.

Antes de realizar las obras civiles es necesario complementar detalladamente la hidrología del depósito de desmontes y escorias.

Este estudio debe efectuarse para determinar con precisión los puntos de recarga (ubicación y caudales) niveles freáticos, dirección de los flujos, volumen del acuífero y las zonas más propensas a la contaminación por los drenajes ácidos de bocamina.

Deberá también determinarse en forma precisa el balance hidrológico en la zona de emplazamiento de la mina.

5.2.- Estabilidad Geotécnica y Control Periódico del Depósito

Se recomienda realizar una minuciosa exploración del terreno así como complementar la ejecución de ensayos del área que permitan establecer las condiciones de resistencia y deformación del suelo, en las que tiene que expandirse el material desmonte. Tener presente que el análisis de confiabilidad y riesgo geotécnico son potencialmente valiosos durante este proceso, dado que la ingeniería debe proyectar obras estables y económicas considerando las necesidades interactuantes del medio ambiente.

5.3.- Renivelación Parcial de Desmonte y Compactación.

La renivelación parcial del sistema de depósitos de desmontes existentes es con el objeto de asegurar la estabilidad física del sistema a largo plazo .

El volumen y tonelaje aproximado de material de desmonte a remover en la mina San Francisco sería

Volumen = Longitud x Ancho x Alto

$$\text{Vol} = 300\text{m} \times 100\text{m} \times 50\text{m} = 1'500,000\text{m}^3$$

$$\text{Vol}_{\text{REMOVER}} = 30\% \times 1'500,000\text{m}^3 = 45,000\text{m}^3$$

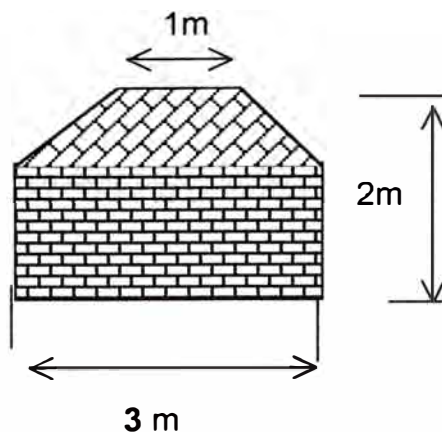
El tonelaje

$$W = 45,000\text{m}^3 \times 3\text{Tm}/\text{m}^3 = 135,000 \text{ TM}$$

5.4.- Construcción del Dique Calcáreo

Diseñar un dique calcáreo o equivalente a fin de evitar la dispersión de los relaves y neutralizar el drenaje ácido, especialmente en las condiciones más críticas (mayor precipitación y actividad sísmica).

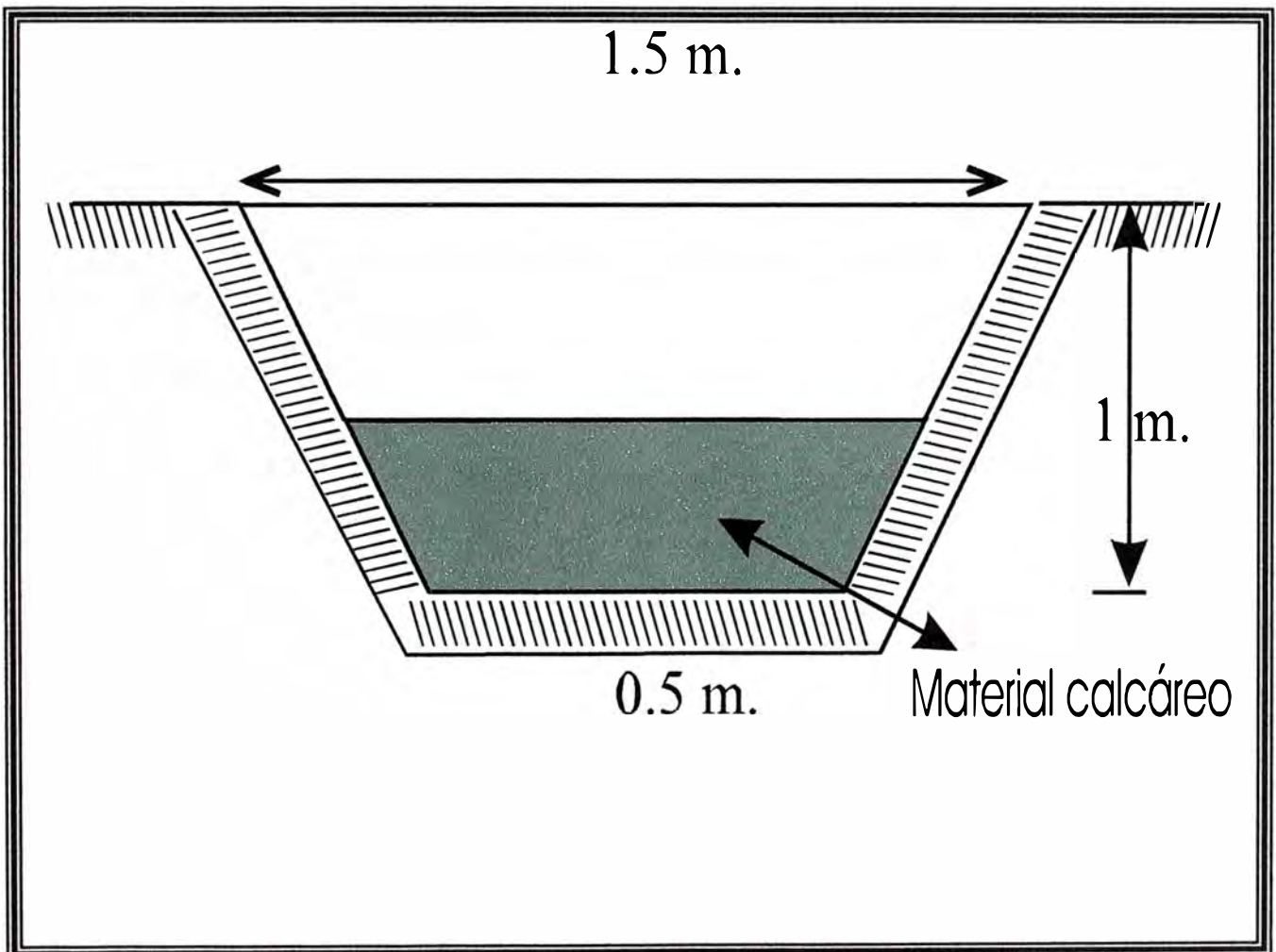
Como referencia tentativa y con opción a optimizarlo el dique tendría una longitud de 350m y una sección transversal como se indica



5.5.- Construcción del Canal de Derivación con Lecho de Caliza

Optimizar el emplazamiento del canal de derivación de las aguas superficiales limpias a fin de que no interactúen con los materiales acumulados.

Diseñar el canal de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona y naturaleza del substrato. Para referencia se indica como posible alternativa la sección de un canal de derivación con lecho de caliza.



5.6.- CONSTRUCCIÓN DE UNA FRANJA DE CALIZA NEUTRALIZANTE

La construcción de una franja neutralizante en el borde de la laguna san Francisco (interfase laguna desmonte) sería para neutralizar los posibles drenajes ácidos de los desmontes por la posible lixiviación del mismo en las temporadas noviembre –Abril, que son las épocas de lluvia marcada en esta zona, , es decir la franja de material calcáreo reduciría notablemente la acidez del sistema hacia la laguna, con lecho de caliza además se logrará estabilizar químicamente el área en remediación.

El tonelaje de caliza que debe disponerse en el perímetro de los desmontes y contiguo a la laguna asciende a :

L_{FN} = longitud franja neutralizante

$$L_{FN} = 100 = 100\text{m}$$

V_{FN} = Volumen de franja neutralizante

$$V_{FN} = 100 \times 4 \times 5 *1/2 = 1000 \text{ m}^3$$

W_{FN} = Tonelaje de Material Calcáreo

$$W_{FN} = 1000\text{m}^3 \times 3 \text{ TM/m}^3 = 3,000 \text{ TM}$$

∴

5.7.- LA COBERTURA Y REVEGETACIÓN.

Seleccionar el tipo de arcilla y el espesor mas apropiado a fin que el material quede óptimamente impermeabilizado.

Diseñar en granulometría, porosidad y espesor de la capa suprayacente a la capa impermeable, a fin que pueda drenar el agua de infiltración en forma lateral.

El diseño en composición y espesor de la tercera capa, será de acuerdo a las condiciones climáticas y del material contaminante; seleccionando las plantas apropiadas y posible adición de nutrientes.

6.- REQUISITOS DE LA EMPRESA

La empresa deberá contar con profesionales de experiencia en el campo del diseño, simulación, construcción y evaluación económica en la rehabilitación de pasivos ambientales de origen minero; éstos especialistas serán:

Un geotecnista, un hidrogeólogo, un ingeniero civil especialista en estructuras, un agrónomo y un minero ambientalista (Geólogo, Minero o Metalurgista)

Los profesionales deberán desarrollar las siguientes actividades:

El Geotecnista: Estabilidad geotécnica y control periódico del depósito.

El Hidrogeólogo: Estudios hidrogeológicos integrales.

El Ingeniero Civil: Refine de talud y compactación, construcción de diques, canales, sellado de bocamina.

El Agrónomo: Cobertura y revegetación.

El Minero Ambientalista: Control de normas de medio ambiente de las obras de acuerdo a la legislación.

7.- PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los servicios de la empresa tendrán una duración de 2.5 años calendarios. El siguiente cuadro muestra la distribución de tiempos para las principales actividades del proyecto

CRONOGRAMA TENTATIVO DE OBRAS MINA SAN FRANCISCO

ITEM	ACTIVIDADES	AÑOS																		
		1°				2°				3°										
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
1.0	ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS INTEGRALES	■																		
2.0	ESTABILIDAD GEOTECNICA Y CONTROL PERIODICO DEL DEPOSITO		■																	
3.0	CIERRE DE CINCO BOCAMINAS	■																		
4.0	RENIVELACION PARCIAL DE DESMONTE Y COMPACTACION				■															
5.0	CONSTRUCCION DEL DIQUE CALCAREO				■															
6.0	CONSTRUCCION DE CANALES DE ESCORRENTIA CON LECHO DE CALIZA				■															
7.0	CONSTRUCCION DE UNA FRANJA NEUTRALIZANTE					■														
8.0	COBERTURA DE SUELO CON CALIZA Y MATERIAL ORGANICO					■														
9.0	REVEGETACION, MONITOREO Y POST- MONITOREO							■												

8.- COSTO REFERENCIAL

El costo referencial de las obras a desarrollarse en la Mina San Francisco es de ochocientos treinta y nueve mil setecientos treinta y siete y 00/100 dólares de los Estados Unidos de Norte América (US\$ 839,737.00) más el IGV

9.- FORMA DE PAGO.

El pago por las obras se efectuará de la siguiente manera:

- 40% como adelanto una vez firmado el contrato, a la presentación de una carta de fianza bancaria con una validez de 180 días
- 40% al término de las obras civiles (construcción de canal de escorrentía con lecho de caliza)
- 20% al término de la cobertura y revegetación .

10.- FINANCIAMIENTO.

El costo de las obras a realizarse será financiado por el Ministerio de Energía y Minas y bancos extranjeros.

ESTACIÓN 1



GRAVAS Y FILITAS EN MARGEN DERECHO DEL RÍO MARAÑÓN

POBLADO DE TINGO CHINCHO EN MARGEN DERECHA DEL RÍO MARAÑÓN



ESTACION 2



g

RÍO TORRES Y VIZCARRA 500 m ANTES DE SU CONFLUENCIA CON EL RÍO MARAÑÓN

ESTACION 3



RÍO TORRES Y VIZCARRA MOSTRANDO AMPLIO VALLEN ENTRE PACHAS Y UNION



GRAVAS DE ROCAS METAMORFICAS

ESTACION 4



**INSTALACIONES PARA USO TURISTICO
DRENA AL RÍO TORRES Y VUZCARRA**

DE AGUAS TERMALES CONOC QUE

ESTACION 5



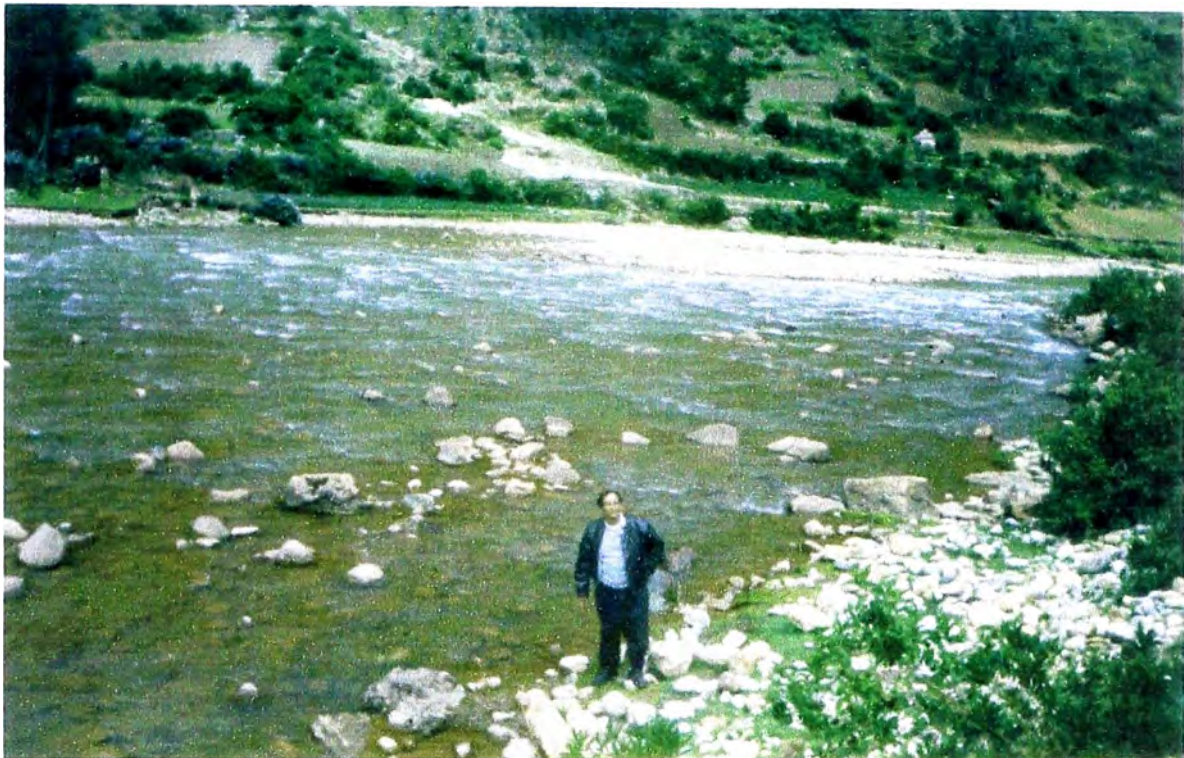
PLANICIE CON LAGUNA, Y RIACHUELO FRENTE AL COMPLEJO ARQUEOLOGICO DE HUÁNUCO PAMPA

ESTACION 5B



VISTA DEL POBLADO DE LA UNIÓN MOSTRANDO LADERAS CON SEMBRIO DE EUCALIPTO

ESTACION 6



RÍO TORRES Y VIZCARRA AGUAS ARRIBA DE LA UNION

ESTACION 7



CONFLUENCIA DEL RÍO LAMPAS CON RÍO TORRES Y VIZCARRA

ESTACION 8



RÍO ANDACHUPA ANTES DE SU CONFLUENCIA CON EL RÍO TORRES VIZCARRA

ESTACION 9



RÍO TORRES VIZCARRA ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RÍO ANDACHUPA

ESTACION 10



SAN JUAN ANTES DE SU COPNFLUENCIA CON EL RÍO TORRES VIZCARRA

ESTACION 11



CAUCE ESTRECHO DE RÍO TORRES CON AGUAS A pH 5.3, AGUAS ABAJO DE PLANTA CONCENTRADORA HUALLANCA



AGUAS CON ÓXIDO DE HIERRO Y SEDIMENTOS

ESTACION 12



EFLUENTES DE ESCORRENTIA, MERCEDES CON pH DE 3 ANTES DE LLEGAR AL RÍO TORRES VIZCARRA

ESTACION 13



VISTA AL FONDO DE EMPLAZAMIENTO DE LA RELAVERA DE LA CONCENTRADORA HUALLANCA EN MARGEN DERECHA DEL RÍO TORRES

ESTACION 14



ESCORRENTIA DE MINA SAN FRANCISCO CON pH 2.7, HACIA EL RÍO TORRES

ESTACION 15 Y 16



POZA DE SEDIMENTACION CON pH DE 5.3 DE MINA HUANZALA Y AL FONDO LAGUNA CONTAYCOCHA CON pH DE 3.9 Y OXIDOS DE HIERRO



LAGUNA CONTAYCOCHA CON VEGETACIÓN EN SU BORDE

ESTACION 17



RELAVERA DE MINA HUANZALA EN LA QUEBRADA DE CHUSPIC



MONITOREO DE LA RELAVERA DE MINA HUANZALA EN QUEBRADA CHUSPIC

ESTACION 17ª



VISTA DE PLANTA CONCENTRADORA Y BOCAMINA DE MINA HUANZALA

ESTACION 20



QUEBRADA TORRES DEPUES DE SU CONFLUENCIA CON QUEBRADA PUCARRAJO

ESTACION 21



VISTA AL FONDO DE CONCENTRADORA SAN RAFAEL EN QUEBRADA PUCARRAJO



AFLUENTE DE QUEBRADA PUCARRAJO

ESTACION 22



RÍO TORRES EN SU NACIENTE



VALLE DE CUENCA TORRES VIZCARRA EN SU NACIENTE

CONSULTA BIBLIOGRAFICA

- Control de la Contaminación de origen Minero en los Ríos- Texto de Conferencias de Expertos de la Organización Minera Metálica del Japón.
- Prevención y Control Ambiental en la industria Minero Metalúrgica de la republica de Bolivia(Ing. M.Sc. Agustín Cardenas)
- Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Banco Mundial, Washington año de 1993.
- Estudio de la estabilidad Física y Química de la Relavera Tablachaca (Carlos Villachica León)
- Constructed Wetlands to mitigate metal pollution(M.Sc Thesis presented at Manchester University, U.K. 1995.
- Minería y Gestión Ambiental en Bolivia (Salinas J, 1993)
- Environmental Protection in Mining and Ore Processing, Sweden (Broman 1993.)
- Optimización del Manejo de relaves en la UDP Cobriza. Consulcont 1995)
- Guía Ambiental de relaves Mineros D. Van Zyl y C, Villachica 1994.
- Estudio y Proyecto de Estabilidad y sobre elevación de la Presa de relaves "Mina Huarón Cerro de Pasco, Peru (Carrillo A.s.A, Ingenieros Consultores..
- Environmental Protection Agency(1986) Cover for uncontrolled hazardous Waste Sites Pub.EPA.
- ADI Environmental Management Inc –Canadá.
- Sistemas de Filtración de relaves para Disposición en Seco (David Minson).
- Técnica y Manejo de Drenaje Ácido de Minas (Mitsui Mining & Smelting)
- Revegetación en relaves y trabajo con la población local (Ing. Andres Aguirre).
- Control de efluentes líquidos en la industria minera (Ing..José Vidalon Galvez).
- Principles of Environmental Enforcement..US Environmental Protection Agency, Washington (EPA 1992).